MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

EL CONTENIDO DE ESTE ARCHIVO NO PODRÁ SER ALTERADO O MODIFICADO TOTAL O PARCIALMENTE, TODA VEZ QUE PUEDE CONSTITUIR EL DELITO DE FALSIFICACIÓN DE DOCUMENTOS DE CONFORMIDAD CON EL ARTÍCULO 244, FRACCIÓN III DEL CÓDIGO PENAL FEDERAL, QUE PUEDE DAR LUGAR A UNA SANCIÓN DE **PENA PRIVATIVA DE LA LIBERTAD** DE SEIS MESES A CINCO AÑOS Y DE CIENTO OCHENTA A TRESCIENTOS SESENTA DÍAS MULTA.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Capítulo I

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

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

[1] SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

I.1 Datos generales del proyecto 1
I.1.1 Nombre del proyecto 1
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto 1
I.1.3 Duración del proyecto 2

I.2 Datos generales del promovente 2
I.2.1 Nombre o razón social 2
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente 2
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal 2
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones 3
I.2.5 Responsable técnico del estudio 3
I.2.6 Nombre del responsable técnico del estudio 4
I.2.7 Domicilio del responsable técnico del estudio 4

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I.1 Domicilio y datos de contacto del promovente 3
Tabla I.2 Datos de la empresa consultora 3
Tabla I.3 Responsable técnico del estudio 4
Tabla I.4 Domicilio y datos de contacto del responsable técnico del estudio 4

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I.1 Mapa de ubicación del proyecto en carta Topográfica 2

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

"Parque Fotovoltaico Arcturus Solar"

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El proyecto "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" consiste en la construcción y operación de un parque fotovoltaico integrado por paneles solares, Línea de Alta Tensión y subestación, y el Área de Establecimiento del Proyecto (AeP) ocupará una superficie de 209.13 ha de las cuales 197.71 hectáreas del Parque Fotovoltaico y 11.42 hectáreas de la Línea de Alta Tensión (LAT) considerando un derecho de vía de 20 metros de ancho, con pretendida ubicación en los municipios de Yautepec y Cuautla casi en la parte central del Estado de Morelos con dirección al Norte. La vía de comunicación más próxima al proyecto es la Carretera Federal Libre 138 que conecta Cuernavaca con Cuautla. La comunidad más próxima se ubica al norte del límite del proyecto conocido como "Lomas del Real" aproximadamente a una distancia de 500 metros, mientras que a 3.3 km se localiza la zona urbana de Yautepec que es la cabecera municipal a la cual pertenece la Localidad ; "Lomas del Real", en la figura I.1 se presenta el mapa de ubicación del proyecto y que, para una mejor visualización de este, ver el Anexo de Cartografía; mientras que, en el capítulo II se presentan las coordenadas del proyecto.

Cabe mencionar que el espacio geográfico del área donde se pretende ubicar el proyecto, se caracteriza por dos formaciones geomorfológicas: en la parte de la Fotovoltaica mayormente se presenta un sistema de topoformas de Llanura aluvial con Lomerío, mientras que la Línea de Alta Tensión abarca el mismo sistema de topoformas así como el de Sierra Baja que también se encuentra en la PFV pero en una ínfima superficie, la elevación característica del área comprende desde los 1,180 hasta los 1,377 msnm. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo[II], y por las características antes citadas en el área del proyecto, el riesgo por deslizamiento es Potencial y se localiza dentro del Eje Neovolcánico. Por lo anterior, en el AeP hay un escurrimiento de 1er orden y se trata del Arroyo Huajoyucan se localiza prácticamente en el límite del área destinada para la Planta Fotovoltaica. El proyecto no está dentro de ninguna zona con fallas geológicas, la más cercana se ubica al sur aproximadamente a 62 km. No existe riesgo de inundaciones en el AeP y los posibles procesos erosivos en el área es degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica debido a actividades agrícolas.

[II] Centro Nacional Prevención de Desastres (CENAPRED), Atlas Nacional de Riesgos.- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html, consultado en mayo 2026.

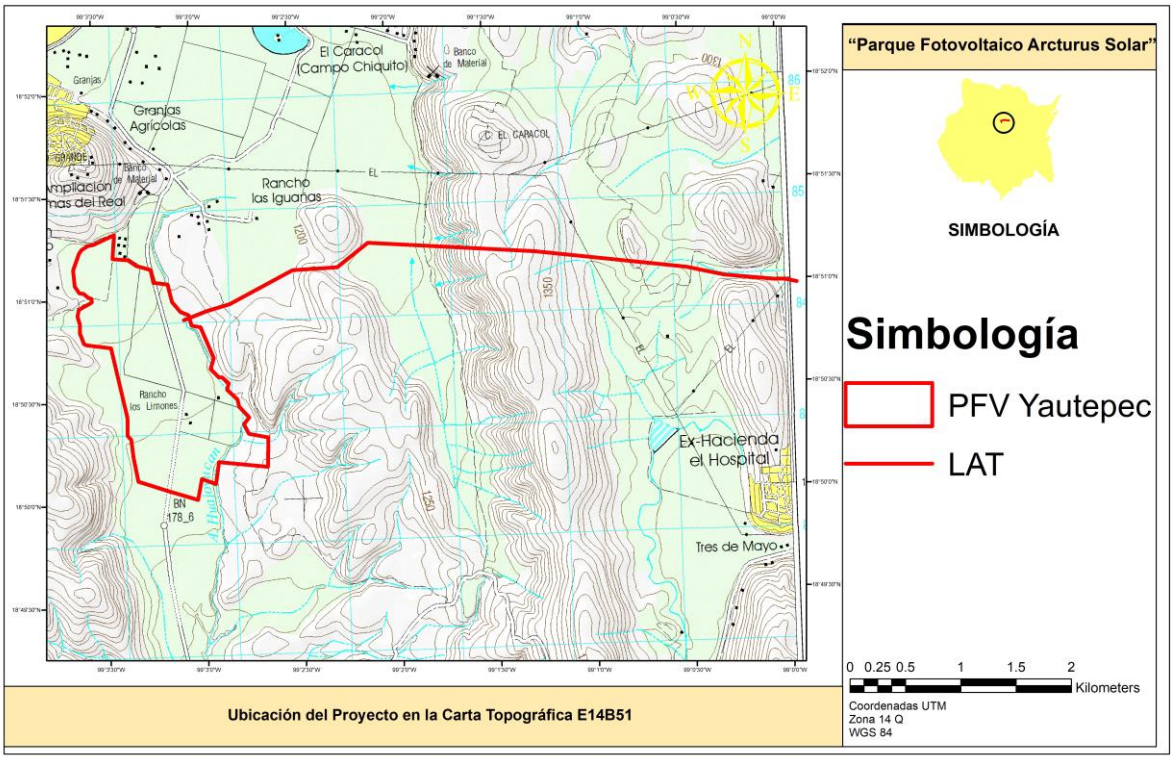


Figura I.1 Mapa de ubicación del proyecto en carta Topográfica

I.1.3 Duración del proyecto

Se considera que el proyecto tendrá una vida útil de 30 años y 30 meses para las etapas de preparación del sitio y construcción. En el capítulo II de este estudio se presenta el Programa General de Trabajo del proyecto.

I.2 Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

La razón social de la empresa promovente es:

[redacted]

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El Registro Federal de Contribuyentes (RFC) de la empresa promovente es:

- [redacted]

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

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



I.2.5 Responsable técnico del estudio

Tabla I.2 Datos de la empresa consultora

Empresa consultora	
Empresa:	“Proyectos Integrales CSLM S.A. de C.V.”
[redacted]	[redacted]

I.2.6 Nombre del responsable técnico del estudio

Tabla I.3 Responsable técnico del estudio

Responsable técnico del estudio	
Responsable técnico del estudio:	“Diego Ibañez Hood”
[redacted]	[redacted]

Así mismo, en cumplimiento a lo dispuesto por el artículo 36 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del Impacto Ambiental, se presenta la Declaración bajo protesta de decir verdad del Representante Legal de la empresa promovente.

I.2.7 Domicilio del responsable técnico del estudio

[redacted]

Capítulo II

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

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

[1] SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

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

II.1 Información general del proyecto 1
II.1.1 Naturaleza del proyecto 3
II.1.2 Justificación 3
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto 9
II.1.4 Inversión requerida 13

II.2 Características particulares del Proyecto 13
II.1.5 Componentes primarios 15
II.1.5.1 Módulos Fotovoltaicos 15
II.1.5.2 Seguidores solares 17
II.1.5.3 Bloques de potencia (inversor más centro de transformación 18
II.1.5.4 Puesta a tierra del generador fotovoltaico 20
II.1.5.5 Canalizaciones eléctricas 20
II.1.5.6 Subestación elevadora 21
II.1.5.7 Línea eléctrica aérea 21
II.1.5.8 Ampliación de la subestación Yautepec 22
II.1.6 Componentes secundarios 22
II.1.6.1 Edificio de control 22
II.1.6.2 Cercado perimetral 23
II.1.6.3 Caminos internos 23
II.1.6.4 Camino de acceso 24
II.1.6.5 Estaciones meteorológicas 24
II.1.6.6 Sistema de seguridad 24
II.1.6.7 Obras temporales 25

II.3 Programa de Trabajo 26

II.4 Representación gráfica regional 27

II.5 Representación gráfica local 27

II.6 Preparación del sitio y construcción 29

II.7 Operación y mantenimiento 37

II.8 Etapa de cierre y abandono 43
II.1.1 Objetivos 43
II.1.2 Metas 44
II.1.3 Metodología 44
II.1.4 Medida(s) específicas que se emplearan para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales 45
II.1.5 Indicadores 46
II.1.6 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados 47
II.1.7 Punto de comprobación 47

II.1.8 Medidas de urgente aplicación 48

II.9 Residuos 48

II.10 Generación de gases efecto invernadero 50

II.1.9 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros 50

II.1.10 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto 51

II.11 Relación de acciones, factores identificados para el proyecto 56

II.12 Bibliografía 58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla II.1 Coordenadas del área de establecimiento del proyecto (Planta fotovoltaica) 10

Tabla II.2 Coordenadas del área de establecimiento del proyecto (Línea de Alta Tensión) 10

Tabla II.3 Superficie total de proyecto y por componentes 12

Tabla II.4 Superficie de usos de suelo y vegetación dentro del AeP (serie VI INEGI) 12

Tabla II.5 Estimación de volúmenes de energía a generar en el proyecto 13

Tabla II.6 Características particulares de la línea de transmisión 22

Tabla II.7 Programa general de trabajo 27

Tabla II.8 Estimación de personal a contratar 36

Tabla II.9 Estimación de la maquinaria a utilizar para la ejecución del proyecto 36

Tabla II.10 Medidas específicas para la etapa de cierre y abandono 45

Tabla II.11 Residuos generados por actividad a realizar en cada etapa del proyecto 48

Tabla II.12 Generación de residuos durante 10 meses de preparación del sitio y construcción 49

Tabla II.13 Árbol de acciones identificadas para el proyecto 56

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura II.1 Vista de la Subestación Eléctrica existente denominada Yautepec 2

Figura II.2 Componentes de la radiación solar 14

Figura II.3 Ejemplo de módulo fotovoltaico a utilizar 15

Figura II.4 Diagrama del módulo fotovoltaico a utilizar 16

Figura II.5 Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico a utilizar 17

Figura II.6 Acercamiento del seguidor solar 18

Figura II.7 Ejemplo del inversor a utilizar 19

Figura II.8 Especificaciones técnicas del inversor a utilizar 19
Figura II.9 Ejemplo del centro de transformación a utilizar 19
Figura II.10 Ejemplo de puesta a tierra 20
Figura II.11 Ejemplo de subestación de elevación 21
Figura II.12 Ejemplo de cercado perimetral 23
Figura II.13 Ejemplo de camino interno 24
Figura II.14 Representación gráfica regional 28
Figura II.15 Representación gráfica local 28
Figura II.16 Retiro de vegetación y limpieza 29
Figura II.17 Movimiento de tierras 30
Figura II.18 Ejemplo del proceso constructivo de las cimentaciones y ejemplo de una culminada 31
Figura II.19 Ejemplo del Proceso de hincado, ensamblaje de estructuras y módulos fotovoltaicos 32
Figura II.20 Ejemplificación de proceso constructivo y de equipamiento de las subestaciones 33
Figura II.21 Ejemplificación de cuadros eléctricos 34
Figura II.22 Ejemplificación de zanjas para alojar el cableado 35
Figura II.23 Ejemplificación de cercado perimetral 35
Figura II.24 Ejemplo de operación de un proyecto fotovoltaico 38
Figura II.25 Curvas I–V y P–V de un sistema fotovoltaico @G = 1000 W/m², T = 0, 25, 50, 75°C 52
Figura II.26 Intercambio de radiación en una superficie 55

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

II.1 Información general del proyecto

Este apartado tiene como fin presentar a manera detallada la descripción general del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar", que para fines de practicidad dentro de este documento se le hará referencia a éste como "el proyecto", promovido por la empresa "Arcturus Solar S.A.P.I. de C.V.", que convertirá la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, a través de una serie de módulos fotovoltaicos instalados sobre estructuras fijas (seguidores a un eje horizontal). Este seguidor consistirá en una serie de vigas de torsión orientadas en dirección norte-sur sobre las que se encuentran montados los módulos solares fotovoltaicos en filas. El eje de rotación de los módulos es horizontal, paralelo al suelo.

Posteriormente, la corriente continua producida en el generador fotovoltaico se transformará en corriente alterna a través de inversores trifásicos de 25 CT's de potencia nominal de salida 100. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores discurrirán a través de tubos anclados a la propia estructura como directamente enterrados por zanjas que se realizan por toda la planta fotovoltaica.

La instalación estará integrada también por elementos de protección, tales como interruptor automático de la interconexión o interruptor general, que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.

Finalmente, se llevará a cabo la interconexión del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" con la con la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.), posibilitando así la evacuación de toda la energía generada. Es de importancia mencionar que esa interconexión se llevará a cabo en la Subestación Eléctrica Yautepec la cual actualmente existe, se encuentra en operación y es propiedad de la C.F.E. y se someterá a un proceso de ampliación que formará parte del proceso constructivo del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar", que se somete a evaluación en esta MIA-R.

Para ingresar al proyecto se hará sobre la infraestructura existente de la Subestación eléctrica de Yautepec en donde saldrá la Línea de Alta Tensión y llegará a el área destinada a la Planta Fotovoltaica. Aquí se localiza la carretera "Lib. Del Hospital" que lleva ese nombre por la Localidad "Ex Hacienda el Hospital" que se encuentra muy cerca de la Subestación Eléctrica existente. Ahora bien, para la zona donde se pretende desarrollar el Parque Fotovoltaico, se puede llegar también sobre una carretera existente que conecta la Localidad "Lomas del Real" con la Localidad "La Nopalera".



Figura II.1 Vista de la Subestación Eléctrica existente denominada Yautepec

II.1.1 Naturaleza del proyecto

Se podrá llevar a cabo la ejecución y operación del proyecto sin la necesidad de requerir otras obras o actividades fuera de las mencionadas a lo largo de este capítulo; ya que, con los componentes principales y auxiliares que lo conformarán, entregando la totalidad de la energía generada al Sistema Eléctrico Nacional, cumpliendo con el objetivo de este proyecto.

Se tiene contemplado llevar a cabo un proyecto íntegro, que iniciará con la captación y transformación de energía solar en eléctrica en los módulos fotovoltaicos; después continua su trayectoria vía aérea a través de una Línea de Alta Tensión con la subestación de elevación mediante cableado, donde se elevará el voltaje de la energía recibida de 34.5 KV a 115 KV mediante un transformador trifásico, la energía será evacuada mediante una línea de eléctrica aérea de 115 kV hacia la subestación eléctrica Yautepec (propiedad de la CFE y la cual se someterá a un proceso de ampliación que formará parte del proceso constructivo del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”) en donde se llevará a cabo el punto de interconexión (POI) a la red eléctrica, es de importancia mencionar que la potencia nominal o contratada en este punto será de 100.00 MWac. Por lo anterior, el proyecto se cataloga en el sector secundario de la economía, ya que involucra la transformación de energía proveniente de la radiación solar en energía eléctrica. Para pronunciarnos respecto a la naturaleza del proyecto, se destaca que este se inscribe en el rubro de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a partir de energía solar (INEGI, 2018)[1], desde el punto de vista económico.

II.1.2 Justificación

Desde el punto de vista energético, es considerado como favorable el desarrollo de proyectos que permitan la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica a partir de energía solar, ya que reduce la dependencia energética convencional, elimina el uso de combustibles fósiles para producir energía eléctrica y, consecuentemente, origina electricidad sin producir los residuos, particularmente los gases de efecto invernadero, característico de las centrales termoeléctricas. En la actualidad las necesidades de generación de electricidad se incrementan día a día y los procesos del uso de la energía solar fotovoltaica mejoran en su eficiencia, ello desempeña una función determinante en todo el territorio nacional. La captación de energía solar mediante módulos solares en la cuantía proyectada es viable al instalarlos en terrenos despejados, de gran superficie, llanos y libres de sombras, circunstancias que se consiguen solo en terrenos rústicos. El desarrollo de este proyecto fue seleccionado teniendo en cuenta principalmente la fuerte insolación de la zona, además de su fácil acceso gracias a su cercanía a carreteras nacionales y estatales, la extensión superficial disponible y la proximidad a la red eléctrica existente.

Es de importancia mencionar que en el 2015 se registraron en el país la generación de un total de 683 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente (MtCO2e) de gases efecto invernadero (GEI) (INEGI, 2015)[2], de las cuales la mayor contribución se debe al sector transporte (25.1%), seguido por el de industrias de la energía (24.1%) y el de las industrias de manufactura y de la construcción (9.3%). En la Ley General de Cambio Climático[3], se indica para la política nacional de mitigación, que México debe privilegiar las acciones con mayor potencial de reducción de emisiones al menor costo y que, a la vez, brinden beneficios de salud y bienestar para la población. Se propone la adopción de patrones de producción y consumo por parte de los sectores público, social y privado para transitar hacia una economía de bajas emisiones de carbono como uno de sus principales ejes en la misma legislación. Aunado, se puntualiza que, para la reducción de emisiones en la generación y uso de energía, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de su competencia se promoverá el uso de fuentes renovables de energía y prácticas de eficiencia energética, esto de acuerdo a su artículo 34 fracción I inciso a).

Se ha planeado el desarrollo de este proyecto desde una visión sustentable, que será viable en lo económico, equitativo en lo social y ecológicamente soportable, derivado de la relación entre sí de los pilares de este tipo de desarrollos: económico, ambiental y social, además de apegarse a la legislación anteriormente especificada.

Se puede esperar, en lo que respecta a la afinidad del proyecto con las condiciones ambientales prevalecientes en el sistema ambiental regional (SAR), que:

1. Aguas superficiales y subterráneas: Si bien, dentro del AeP existe el Arroyo Huajoyucan se localiza prácticamente en el límite del área destinada para la Planta Fotovoltaica y es un área en donde no se instalarán paneles solares; en cuanto a una probable afectación del acuífero, ésta no ocurrirá, puesto que se tendrá una estricta vigilancia y se aplicarán estrictas medidas de control que garanticen que los contratistas no realicen actividades de mantenimiento de maquinaria en el predio, atiendan de inmediato cualquier accidente que provoque derrame de hidrocarburos y gestionen sus residuos de conformidad con la normatividad establecida.
2. Clima: La generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que el proyecto no producirá contaminación térmica ni emisiones de CO2 que favorezcan el efecto invernadero.
3. Fauna. Con el desplante del proyecto no se prevén afectaciones a la fauna que pudieran poner en riesgo la existencia de especies, toda vez que los muestreos realizados reflejan una pobre diversidad y escasa abundancia relativa; es importante mencionar que dentro del SAR se identificaron 47 especies potenciales que se encuentran en la NOM-

059-SEMARNAT-2010, de las cuales 7 son anfibios, 14 reptiles, 16 aves y 10 mamíferos (especificados en su totalidad en el capítulo IV de este documento); sin embargo, es importante destacar que las aves son el grupo menos afectado por las actividades de cambio de uso de suelo, aunado a que sus poblaciones se encuentran concentradas en áreas fuera del AeP, y que la extensión estimada de ocurrencia de estas especies es mayor a los límites propios del SAR; aunado a que se prevén acciones de ahuyentamiento de los ejemplares que sean observados. En el caso de los anfibios, reptiles y mamíferos, se prevé la aplicación de medidas, como el rescate y reubicación de ejemplares, con lo cual se prevé evitar afectaciones a los individuos de estas poblaciones.

4. Flora: El área seleccionada para el desarrollo del proyecto, si bien cuenta con una proporción de cubierta forestal con presencia de Vegetación secundaria de selva baja caducifolia, como lo indica la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI, posteriormente detallada en este documento, existe notable perturbación que ha ido modificando el uso de suelo original por la práctica de actividades agrícolas; también es de importancia mencionar que dentro del AeP las 197.71 Ha del área propuesta para el Parque Fotovoltaico no se afectará vegetación forestal debido a que se trata de áreas agrícolas pero en donde se construirá la Línea de Alta Tensión si se afectará vegetación forestal de vegetación secundaria de selva baja caducifolia.
5. Geología: Aunque las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas, el proyecto está diseñado a partir de la adquisición de módulos fotovoltaicos que ya se fabrican por empresas establecidas. Aunado a que no se prevé la modificación del AeP al tratarse de terrenos en su mayoría planos.
6. Medio social: En el SAR se llevan a cabo actividades económicas como el aprovechamiento forestal, caza, ganadería y agricultura, siendo esta última practicada dentro del AeP que, si bien representa un ingreso para los propietarios, éste no tiene la constancia que tendrá el ingreso generado por la renta de sus terrenos para el desarrollo del proyecto.
7. Paisaje: Los módulos solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual.
8. Ruido: El sistema fotovoltaico es silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor y respetando la

normatividad aplicable respecto a generación de ruido provocado por la maquinaria durante la fase de preparación y construcción del proyecto.

9. Suelo: La generación de electricidad por este medio no producirá contaminantes ni vertidos. Si bien la construcción de las subestaciones de elevación y de maniobras, generarán movimientos de tierra, es importante no perder de vista que estas actividades se realizaran en suelos dentro del AeP sin vegetación al tratarse de áreas agrícolas, por lo que no hay vegetación forestal en esa proporción del terreno.
10. En adición a lo expuesto, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica conservando las condiciones del entorno.

Una vez expuestos los argumentos antes descritos, se considera que el proyecto está apegado a la política de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, a través del uso de energías renovables, por lo que contribuye a la meta nacional establecida en los diversos preceptos examinados; la construcción y puesta en operación del proyecto afectara mínimamente las condiciones ambientales prevalecientes en el SAR, lo que si bien ha sido pronosticado en el presente apartado, quedará en el capítulo V de esta MIA-R ampliamente demostrado.

Es fundamental mencionar que la selección del sitio donde se desarrollará el proyecto, se fundamentó en los aspectos que se expusieron en los párrafos anteriores y se refuerza con los criterios ambientales, económicos, sociales y técnicos que a continuación se especifican:

Ambientales

1. A pesar de que una proporción del uso de suelo presente en el AeP corresponde a terrenos forestales con presencia de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, se identificaron indicadores de perturbación, como lo son, presencia agrícola, y la presencia de brechas que en su momento las utilizaron los propietarios del predio como caminos, de igual forma se identificaron áreas sin presencia de vegetación, sin embargo los ecosistemas tienen una distribución que va más allá de los límites del área del proyecto, por lo que las afectaciones por esta acción serán mínimas.
2. La cercanía del área del proyecto con áreas agrícolas con prácticas no sustentables provoca un detrimento de los ecosistemas en las áreas adyacentes, por lo que, de no construirse el proyecto, el detrimento del predio continuará

paulatinamente, principalmente por la contaminación química y el cambio de uso de suelo para prácticas silvícolas.

3. La topografía del terreno facilitará la integración del proyecto al paisaje actual;
4. Dada la ausencia de corrientes de agua superficiales en el área de establecimiento del proyecto, no se afectarán sus cauces ni se contaminarán.
5. Los efectos sobre el ambiente, como se demostrará en el capítulo V, serán mínimos y temporales, en comparación con la generación de electricidad que utiliza combustibles fósiles.
6. Para llevar a cabo el acceso al proyecto puede ser por la carretera “Lib. Del Hospital” que lleva ese nombre por la Localidad “Ex Hacienda el Hospital” que se encuentra muy cerca de la Subestación Eléctrica existente Yautepec. Ahora bien, para la zona donde se pretende desarrollar el Parque Fotovoltaico, también se puede llegar también sobre una carretera existente que conecta la Localidad “Lomas del Real” con la Localidad “La Nopalera”, por lo que no será necesario llevar a cabo nueva apertura de caminos.
7. El área de establecimiento del proyecto, de acuerdo con la Cmisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Regiones Terrestres Prioritarias (CONABIO, RTP), asícomo con la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP), se encuentra fuera de áreas naturales protegidas (feerales o estatales), regiones terrestres prioritarias y de áreas de importancia para la conservación de las aves. El proyecto solo se ubica dentro de la RHP Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala.

Económicos

1. La producción de energía eléctrica a través del uso de energías renovables como la radiación solar, representa para el Estado mexicano una vía para promover la eficiencia y sustentabilidad energética. En ese sentido, el proyecto contribuirá con el abastecimiento al mercado eléctrico nacional a precios competitivos.
2. La implementación del proyecto en un predio donde se practica la agricultura, resulta un aliciente para que los propietarios de las tierras, complementen su ingreso primario con la renta de sus parcelas.
3. Derivado de la construcción del proyecto, la economía local se verá impulsada por el incremento en la demanda de servicios y

bienes, los cuales serán adquiridos dentro de áreas inmediatas a este (agua potable, agua tratada, alimentos, transporte y disposición de residuos). Si bien el proyecto no causará desequilibrios ecológicos, tampoco interferirá con fuentes de origen ecológico que provean a los pobladores de recursos económicos.

Sociales

1. De acuerdo con la SEDESOL, (2014)[4]; ahora, Secretaría del Bienestar), el municipio cuenta con un grado bajo de marginación y bajo rezago social, en general el municipio de Yautepec tiene un índice de marginación de -1.11900 lo que indica que se ubica en un grado de marginación Bajo. A nivel estatal, Yautepec ocupa el lugar 26 con referencia a este índice y el 2 113 a nivel nacional. A nivel de localidad existen cuarenta y una localidades con un índice de marginación alto, entre las que destacan: La Nopalera con un índice de -0.4414, El Caudillo del Sur con un índice de -0.3252, Barranca del Muerto con un índice de -0.1689, Pozo las Victorias con un índice de -0.3426 y Corral Grande con un índice de -0.5496 con grado de marginación Alto (Gobierno de Morelos, 2019)[5]. En este contexto, se espera que la construcción del proyecto, representando una fuente de empleo alternativa, se sume a los motivos de retención poblacional por al menos el tiempo estimado para la etapa de preparación del sitio y construcción.
2. El sector económico más importante en contribuir al producto interno bruto (PIB) estatal, es el de las actividades terciarias, mientras que las actividades económicas primarias como la agricultura representan tan solo el 6.3%, el principal producto agrícola del estado es el agave (Observatorio económico México, 2020)[6]. A nivel municipal, el grueso de la población se ocupa en actividades primarias, mientras que a nivel estatal el mayor porcentaje de la población ocupada laboralmente es sobre el sector económico terciario (INAFED, 2005)[7], es notablemente menor con respecto al contexto estatal (Observatorio económico México, 2020) y el nacional. Se espera que, dentro de los beneficios socioeconómicos derivados de la construcción del proyecto, la derrama económica que generará el proyecto por el consumo de alimentos y obtención de servicios básicos dentro de las áreas inmediatas a éste, favorezca los sectores económicos menos activos en el municipio. Cabe mencionar que el proyecto

no interferirá con fuentes de origen ecológico que provean a los pobladores de recursos económicos.

3. El Estado de Morelos representa 0.2% del territorio nacional, que lo ubica en el lugar 30 del país. El estado colinda al Norte con el estado de México y el Distrito Federal; al Este, con el estado de México y Puebla; al Sur, con Puebla y Guerrero y al Oeste, con Guerrero y el estado de México. Los pueblos indígenas de Morelos se encuentran dispersos en cerca de 16 municipios y son alrededor de 35 las comunidades nahuas que se concentran principalmente en Hueyapan, municipio de Tetela del Volcán; Tetelcingo, municipio de Cuautla; Santa Catarina, municipio de Tepoztlán; Cuentepec, municipio de Temixco y Xoxocotla, municipio de Puente de Ixtla. El náhuatl es la lengua predominante en el estado, agrupando alrededor del 36% de los hablantes de lengua indígena. En este sentido, en el área del proyecto no hay presencia de comunidades indígenas.

Técnicos

1. El área de establecimiento del proyecto es un área dedicada a la agricultura, por lo que se encuentra libre de infraestructura o instalaciones que pudieran interferir en la implementación del proyecto.
2. La topografía casi plana del predio permite la instalación de los módulos sin necesidad de cortes o rellenos excesivos;
3. Se tiene excelente nivel de irradiación solar en la zona, que registra un nivel promedio nivel de 5.6 kWh/m^2; en comparación con el promedio nacional de 5.0 kWh/m^2 (SE, 2015)[8].
4. El punto de entrega de la totalidad de energía se llevará a cabo en la Subestación Eléctrica Yautepec, donde será entregada al Sistema Eléctrico Nacional.
5. La ubicación del proyecto se ha llevado a cabo de tal forma que se maximizará la producción de energía eléctrica, en virtud que los cálculos realizados con modelos meteorológicos, y a la modelización realizada con un software específico para cálculos, modelización y análisis de recurso Solar Fotovoltaico.

II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto

La totalidad del proyecto se llevará a cabo en los municipios de Yautepec y Cuautla, en el Estado de Morelos, México. El proyecto tendrá tres componentes principales: área de paneles solares, subestación, y la Línea de Alta Tensión, que como se mencionó antes, serán áreas dentro del AeP. (Tabla II.1)

Tabla II.1 Coordenadas del área de establecimiento del proyecto (Planta fotovoltaica)

Vértice	Longitud	Latitud	Vértice	Longitud	Latitud
Coordenadas Geográficas de la Planta Fotovoltaica			Coordenadas Geográficas de la Planta Fotovoltaica		
1	-99.05710288650066	18.85524503573591	31	-99.05068108303387	18.83352712494864
2	-99.05892031028125	18.85450369470917	32	-99.05029556921028	18.83521401419685
3	-99.0593560255884	18.85443748578233	33	-99.04911059707086	18.83475715777757
4	-99.05992036515708	18.85411006929457	34	-99.04878990063582	18.8365324736121
5	-99.06014680104012	18.85383808455326	35	-99.04462810877787	18.83602644554713
6	-99.0607027488161	18.85248459718432	36	-99.04450332943675	18.83840188056605
7	-99.06059072402084	18.85117025433459	37	-99.0461486044954	18.83874175702883
8	-99.0602289353898	18.85061545152674	38	-99.04655077432416	18.83953517384329
9	-99.05988450879978	18.85055824817354	39	-99.04608788055383	18.84008998751568
10	-99.05949446163001	18.85024992399989	40	-99.04692441480667	18.84098060944439
11	-99.05921326747168	18.85013762341921	41	-99.04701680245064	18.84156201560728
12	-99.05918545399368	18.84986068719685	42	-99.04789609030527	18.84239060598813
13	-99.05932704467574	18.84975719812798	43	-99.04773179347947	18.84289367698982
14	-99.05985921314053	18.84950102211657	44	-99.04826864975459	18.84338944755709
15	-99.06003001981615	18.84941242496257	45	-99.04855504305678	18.84341708352012
16	-99.06032842797293	18.84926008535795	46	-99.0492384514959	18.84410969241507
17	-99.06045756719159	18.84872532641158	47	-99.04893404456978	18.84499041097238
18	-99.06025838719457	18.84803470183542	48	-99.04997743447744	18.84753520580038
19	-99.06030300351266	18.84737411014592	49	-99.0507411040585	18.84767408593741
20	-99.06013960432578	18.84692815982849	50	-99.05096959648144	18.84855312509715
21	-99.05999124927679	18.84649962570601	51	-99.05165712884208	18.84882395419788
22	-99.05975121122516	18.84636934254647	52	-99.05233729280461	18.84965065371963
23	-99.05768704047046	18.84606580917002	53	-99.05266673912958	18.85108334899267
24	-99.05646950831644	18.8403559416959	54	-99.05386859054114	18.85126558036711
25	-99.0565179315351	18.83889921528107	55	-99.05409546561381	18.85232161379057
26	-99.05622325469113	18.83856823260354	56	-99.0552813817499	18.85267638456938
27	-99.05606733334845	18.83710824727725	57	-99.0560045085217	18.85316846210617
28	-99.05572827905902	18.83515309716893	58	-99.05730287469174	18.85330184356844
29	-99.05502960858064	18.83493035835361	59	-99.05710288650066	18.85524503573591
30	-99.05323606075828	18.83431685005616			

Tabla II.2 Coordenadas del área de establecimiento del proyecto (Línea de Alta Tensión)

Vértice	Longitud	Latitud
Coordenadas Geográficas de la Línea de Alta Tensión		
1	-99.04940197	18.848921728
2	-99.049394042	18.848924072
3	-99.047469777	18.849406378

Vértice	Longitud	Latitud
Coordenadas Geográficas de la Línea de Alta Tensión		
4	-99.0420114	18.851984205
5	-99.04199255	18.851990846
6	-99.041972653	18.851993559
7	-99.038182561	18.852124184
8	-99.03551886	18.854000914
9	-99.035504259	18.854009378
10	-99.035488302	18.854015212
11	-99.035471504	18.854018226
12	-99.03545441	18.854018324
13	-99.021197259	18.852872686
14	-99.021192462	18.852872183
15	-99.008363385	18.851211702
16	-99.008353855	18.851209992
17	-99.005115018	18.850463967
18	-99.000876036	18.849991243
19	-99.000013565	18.849986738
20	-98.999990902	18.849984003
21	-98.998951993	18.849734885
22	-98.998998361	18.849559602
23	-99.000026112	18.849806045
24	-99.000882357	18.849810516
25	-99.000892881	18.849811129
26	-99.005142804	18.850285073
27	-99.005154084	18.850286994
28	-99.008393778	18.851033217
29	-99.021215639	18.852692764
30	-99.035434698	18.853835342
31	-99.038093264	18.851962229
32	-99.038109576	18.851952984
33	-99.038127494	18.851947014
34	-99.038146301	18.851944558
35	-99.041945351	18.851813626
36	-99.047394072	18.849240358
37	-99.047412091	18.849233921
38	-99.04934169	18.848750279
39	-99.051348026	18.848064002
40	-99.051412218	18.848234113
41	-99.04940197	18.848921728

El proyecto tendrá una superficie total de 209.13 ha, de las cuales 197.71 ha serán del Planta Fotovoltaica de uso permanente en donde se establecerán paneles solares, por lo que del área restante son 11.42 ha que serán utilizadas por la Línea de Alta Tensión (considerando un derecho de vía de 20 metros) (Tabla II.3).

Tabla II.3 Superficie total de proyecto y por componentes

SUPERFICIES DEL PROYECTO "PARQUE FOTOVOLTAICO ARCTURUS SOLAR"				
	Superficie (m²)	**Superficie (has)**		**Observaciones**
Área total del proyecto	**2,091,300**	**209.13**		
Componentes del proyecto				
Características del proyecto	**Superficie (m²)**	**Superficie (has)**	**Longitud (km)**	**Observaciones**
Área de paneles solares (Planta Fotovoltaica).	1,977.101	197.71		Estas áreas engloban la ubicación de los paneles solares y carecen de vegetación forestal
Línea de Alta Tensión	114,218.07	11.42	5.7	El DDV de la LAT es de 20 m.
TOTAL	**2,091.300**	**209.13**		

Para una mejor visualización se presenta un mapa con la distribución de cada uno de los principales componentes del proyecto delimitados dentro del polígono del AeP (apartado II.5 Representación gráfica local), se agrega también como anexo en la Cartografía del Proyecto.

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VI del INEGI en el área total del proyecto se tiene un uso forestal de 3.85 ha, de Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia, de las 209.13 hectáreas totales del Proyecto (Tabla II.4).

Tabla II.4 Superficie de usos de suelo y vegetación dentro del AeP (serie VI INEGI)

Planta Fotovoltaica				
Clave	**Tipos USV/Veg. Sec.**	**Sup. (m²)**	**Sup. Ha**	**%**
PI	Pastizal inducido	469.41	0.05	0.02
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	615156.89	61.52	31.11
TA	Agricultura de temporal anual	1361474.61	136.15	68.86
TOTAL		1977100.91	197.71	100.00
Línea de Alta Tensión				
Clave	**Tipos USV/Veg. Sec.**	**Sup. (m²)**	**Sup. Ha**	**%**

PI	Pastizal inducido	33368.20	3.34	29.21
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	7143.32	0.71	6.25
TA	Agricultura de temporal anual	35114.63	3.51	30.74
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	38591.92	3.86	33.79
TOTAL		114218.07	11.42	100.00

II.1.4 Inversión requerida

La construcción del proyecto significará para la empresa promovente una inversión con recurso propio

II.2 Características particulares del Proyecto

El proyecto tendrá una potencia nominal de 119.5 MW, una potencia pico de 137.573 MW y una potencia en su pinto de interconexión de 100 MW. Se tiene contemplado una producción anual de energía promedio de 279,648 MWh (Tabla II.5).

Tabla II.5 Estimación de volúmenes de energía a generar en el proyecto

PFV Arcturus Solar FID Percentil 60			
Año	**Energía neta en HV (MWh/año)**	**SEH**	**NEPOI/MPPOI**
1	295,167	2,146	2,952
2	294,234	2,139	2,942
3	293,301	2,132	2,933
4	292,368	2,125	2,924
5	291,435	2,118	2,914
6	290,502	2,112	2,905
7	289,569	2,105	2,896
8	288,636	2,098	2,886
9	287,703	2,091	2,877
10	286,770	2,084	2,868
11	285,837	2,078	2,858
12	284,904	2,071	2,849
13	283,971	2,064	2,840
14	282,726	2,055	2,827
15	281,480	2,046	2,815
16	280,235	2,037	2,802
17	278,989	2,028	2,790
18	277,744	2,019	2,777

PFV Arcturus Solar FID Percentil 60			
Año	**Energía neta en HV (MWh/año)**	**SEH**	**NEPOI/MPPOI**
19	276,498	2,010	2,765
20	275,253	2,001	2,753
21	274,008	1,992	2,740
22	272,762	1,983	2,728
23	271,517	1,974	2,715
24	270,271	1,965	2,703
25	269,026	1,955	2,690
26	266,987	1,941	2,670
27	264,948	1,926	2,649
28	262,909	1,911	2,629
29	260,871	1,896	2,609
30	258,832	1,881	2,588
Promedio 30 años	**279,648**	**2,033**	**2,796**
Promedio 15 años	**288,574**	**2,098**	**2,886**

Con el fin de visualizar de mejor manera el potencial de la energía solar, es necesario conocer los tres tipos de radiación solar que inciden sobre una superficie: radiación directa, radiación difusa y radiación reflejada o de albedo. La radiación directa la forman los rayos recibidos directamente del sol; la radiación difusa la conforman los rayos dispersos por la atmósfera en dirección al receptor (lo que generalmente pasa en un día nublado), y la radiación reflejada, o de albedo, es la radiación que se refleja de la superficie terrestre hacia el receptor. En el caso del proyecto, el receptor, o receptores, son los módulos fotovoltaicos, que son capaces de captar y aprovechar los tres tipos de radiación para la posible generación de energía eléctrica (Figura II.2[9]).



Figura II.2 Componentes de la radiación solar

Ahora bien, para una visualización más práctica del proyecto se ha catalogado sus componentes en dos secciones:

- **Componentes primarios:** Generador fotovoltaico (Módulos fotovoltaicos, seguidores o trackers e inversores), bloques de potencia (inversor más centro de transformación), red de canalizaciones eléctricas, subestación de elevación y línea eléctrica.
- **Componentes secundarios:** Edificio de control, cercado perimetral, estaciones meteorológicas y obras temporales (almacén de equipos herramientas e insumos, zonas de acopio de material, sanitarios portátiles y almacenes temporales de residuos).

II.1.5 Componentes primarios

II.1.5.1 Módulos Fotovoltaicos

Se prevé la instalación de módulos fotovoltaicos modelo Trina Solar TSM-605DE20 o algún modelo similar, de 405 Wp cada uno (Figura II.3[10]).

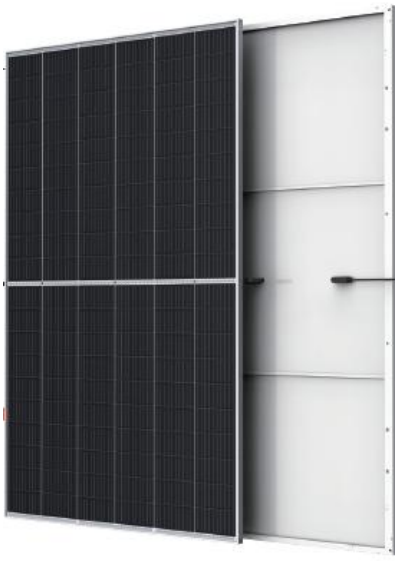


Figura II.3 Ejemplo de módulo fotovoltaico a utilizar

Las células mono cristalinas que conforman los módulos solares estarán diseñadas para soportar condiciones meteorológicas adversas, funcionando de manera eficiente sin interrupción durante toda su vida útil. Las células serán las responsables de captar la energía de los fotones (rayos solares), las cuales a su vez formarán los módulos, que tendrán una eficiencia máxima del 21.4% y una tolerancia de potencia positiva de 0~+5W (Figura II.4 y Figura II.5[11]).

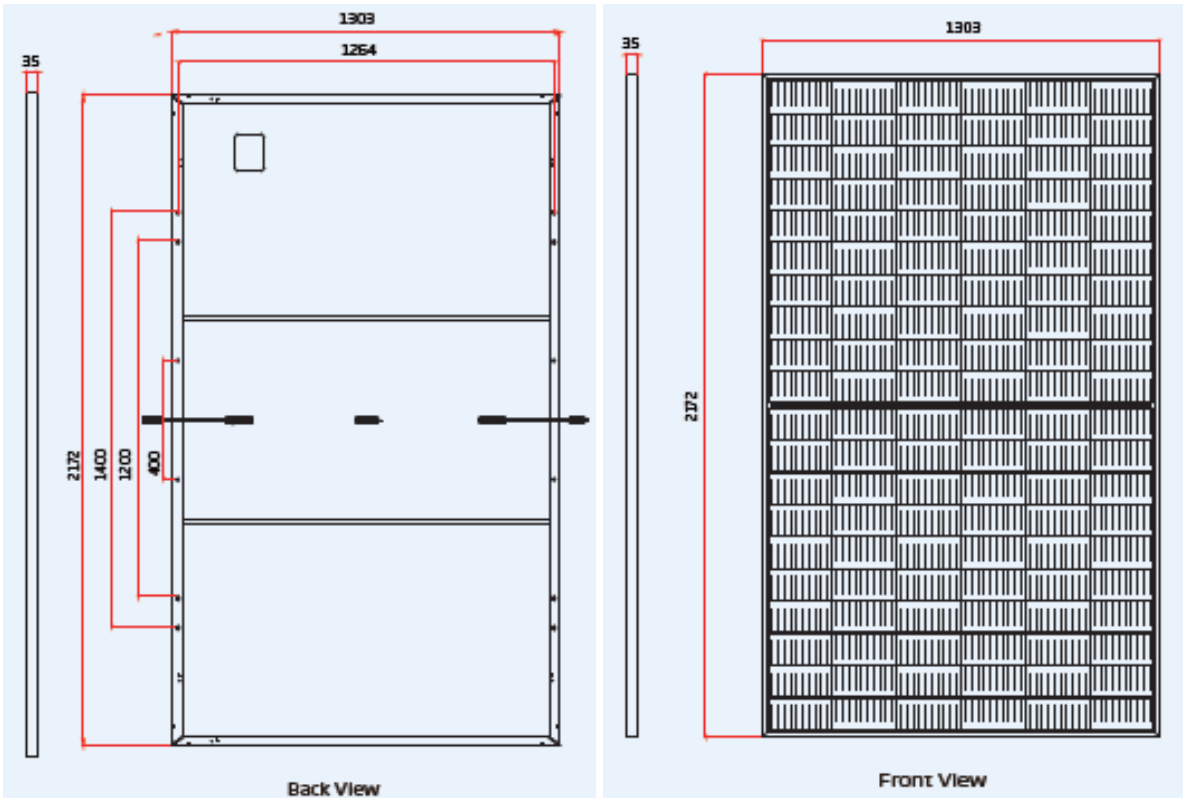


Figura II.4 Diagrama del módulo fotovoltaico a utilizar

ELECTRICAL DATA (STC)					
Peak Power Watts-P_{MAX} (Wp)*	585	590	595	600	605
Power Tolerance-P_{MAX} (W)	0 ~ +5				
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	33.8	34.0	34.2	34.4	34.6
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	17.31	17.35	17.40	17.44	17.49
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	40.9	41.1	41.3	41.5	41.7
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	18.37	18.42	18.47	18.52	18.57
Module Efficiency η_m (%)	20.7	20.8	21.0	21.2	21.4

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5.
*Measuring tolerance: ±3%.

ELECTRICAL DATA (NOCT)					
Maximum Power-P_{MAX} (Wp)	443	447	451	454	458
Maximum Power Voltage-V_{MPP} (V)	31.5	31.7	31.9	32.0	32.2
Maximum Power Current-I_{MPP} (A)	14.05	14.09	14.13	14.18	14.22
Open Circuit Voltage-V_{OC} (V)	38.5	38.7	38.9	39.1	39.3
Short Circuit Current-I_{SC} (A)	14.81	14.85	14.88	14.92	14.96

NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s.

MECHANICAL DATA	
Solar Cells	Monocrystalline
No. of cells	120 cells
Module Dimensions	2172×1303×35 mm (85.51×51.30×1.38 inches)
Weight	30.9 kg (68.1 lb)
Glass	3.2 mm (0.13 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	EVA
Backsheet	White
Frame	35mm(1.38 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²), Portrait: 280/280 mm(11.02/11.02 inches) Landscape: 1400/1400 mm(55.12/55.12 inches)
Connector	MC4 EV02 / TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

Figura II.5 Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico a utilizar

El diseño de instalación de los módulos fotovoltaicos se basará en la conexión serie/paralelo, la cual se refiere a la suma de los voltajes generados por los módulos en serie y la suma de corrientes en paralelo. La elección de la conexión dependerá del voltaje y corriente que se desee obtener para poder así obtener una mayor eficiencia en la etapa de operación.

El número y modelo de modulo fotovoltaico podrá variar en un estado más avanzado del proyecto, dando como resultado un generador fotovoltaico similar al descrito, además de apegarse siempre a la normatividad nacional a internacional vigente (PROY-NOM-001-SEDE 2018, PROY-NMX-J-656/1-ANCE-2012, IEC 61215, IEC 61730, entre otras).

II.1.5.2 Seguidores solares

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre una estructura metálica con seguimiento solar para maximizar la irradiación solar en el plano de los módulos fotovoltaicos, así como la producción eléctrica. Para el proyecto se llevará a cabo la instalación de trackers modelo Monoline 2Vde la marca PVHARDWARE o algún modelo similar.

Los trackers serán autoalimentados por un sistema de control provisto con un motor 42.7VDC con reductora. Los trackers se conectarán a switches en los inversores, enlazándose así con la red del proyecto. El seguidor permitirá colocar hasta 90 módulos encima de su estructura, mismos que se fijarán a las secciones de las barras usando tornillos y abrazaderas disponibles. Se planea colocar 35 módulos sobre cada string

(módulos conectados en serie) y la distancia entre el final de un módulo y el inicio del siguiente, pitch, se calculó de 11 m (Figura II.6[12]).



Figura II.6 Acercamiento del seguidor solar

II.1.5.3 Bloques de potencia (inversor más centro de transformación

Los bloques de potencia estarán conformados por la combinación de inversor más centro de transformación, el inversor transforma la generación de corriente continua a alterna y el centro de transformación protege, transforma y permite la maniobra. Los inversores funcionarán de manera totalmente automática, a partir de la tensión y frecuencia de red, y aportando la máxima potencia posible de los módulos fotovoltaicos (seguimiento del punto de máxima potencia).

Se tiene contemplado instalar inversores trifásicos prefabricados modelo Ingeteam INGECON SUN 1640TL B630 OUTDOOR o similar (Figura II.7[13 14])



Figura II.7 Ejemplo del inversor a utilizar

	SKL - Dual + Single Inverter
Number of inverters	3
Rated power @ 122 °F / 50 °C	4,840 kVA
Max. power @ 86 °F / 30 °C	5,379 kVA
Voltage class	12 - 35 kV
Maximum altitude[1]	14,750 ft / 4,500 m
Operating temperature range	-4 °F to +131 °F / -20 °C to +55 °C
Protection class	NEMA 3R
Dimensions without MV transformer	22.39 ft / 6,823 mm

Figura II.8 Especificaciones técnicas del inversor a utilizar

También se llevará a cabo la instalación de centros de transformación, de los cuales veintitrés de ellos serán tipo 4.9MWas y dos de 3.27MWas, modelo SUN de la marca INGETEAM[15]



Figura II.9 Ejemplo del centro de transformación a utilizar

El número y modelo de inversores y centros de transformación podrá variar en un estado más avanzado del proyecto, y cumplirán con la normativa vigente, en particular las normas EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683, IEC 61727, IEC 62910, P.O. 12.3, RD 1699, RD 661, entre otras y estarán certificados para cumplir las directivas en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética.

II.1.5.4 Puesta a tierra del generador fotovoltaico

El proyecto contará con un sistema de puesta a tierra, el cual se instalará de manera que limite el efecto de gradientes de potencial a tierra a tales niveles de voltaje y corriente que no ponga en peligro la seguridad del personal o equipos en condiciones normales y de falla. El sistema también garantizará la continuidad del servicio (Figura II.10[16]).



Figura II.10 Ejemplo de puesta a tierra

La puesta a tierra se establece con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales utilizados.

La instalación deberá cumplir con la normativa UL 2703 y PROY-NOM 001-SEDE 2018.

II.1.5.5 Canalizaciones eléctricas

El proyecto contará con red de canalizaciones eléctricas, la cual tendrá como función la distribución de energía generada en el área del generador fotovoltaico a la subestación de elevación del proyecto. Dichas canalizaciones discurrirán desde el borde central de cada agrupación de seguidores hasta el bloque de potencia y la que discurrirá entre los

bloques de potencia y la subestación. Se dividirán en grupos, tales como: canalizaciones de baja tensión, comunicaciones y red de tierras y canalizaciones de media tensión.

El cableado se realizará de acuerdo con lo especificado en la normatividad nacional e internacional que se deben tomar en cuenta para el diseño de cableados de instalaciones fotovoltaicas (PROY-NOM-001-SEDE-2018 “Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas”, IEC 60840 / ASTM, IEC International Electrotechnical Commision, IEC 60840 / ASTM, CFE, SENER, ANCE, entre otras)

II.1.5.6 Subestación elevadora

Se contará con una subestación de elevación que será la encargada de elevar el voltaje de la energía recibida de 34.5 KV a 115 KV mediante un transformador trifásico (Figura II.11[17]). De igual manera se apegará a la normativa mexicana e internacional aplicable (PROY-NOM-001-SEDE-2018 “Norma Oficial Mexicana de Instalaciones Eléctricas”, IEC 60840 / ASTM, IEC International Electrotechnical Commision, IEC 60840 / ASTM, CFE, SENER, ANCE, entre otras). Es de importancia mencionar que, dentro de la superficie considerada para la construcción del presente componente, se está considerado también la construcción del edificio de control.



Figura II.11 Ejemplo de subestación de elevación

II.1.5.7 Línea eléctrica aérea

Dadas las características del sistema eléctrico existente en la zona, para la evacuación de toda la energía generada por el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” será necesaria la construcción de una nueva línea eléctrica aérea de alta tensión, con una longitud aproximada de 5,713 m con un derecho de vía de 15 m aproximadamente. Se llevará a cabo la Instalación de cable conductor del marco de remate de la S.E Elevadora al marco de remate de la Ampliación de la S.E Yautepec (Propiedad de CFE), de un circuito con arreglo de un conductor por fase y la instalación de fibra óptica OPGW 36 como hilo de

guarda, durante aproximadamente 90 m que se emplaza dentro de los terrenos PFV Arcturus Solar (Tabla II.6).

Tabla II.6 Características particulares de la línea de transmisión

LT PFV ARCTURUS SOLAR –AMPLIACION SUBESTACIÓN YAUTEPEC	
Tensión nominal	115 kV
Frecuencia nominal	60 Hz
Tipo de conductor	1113 ASCR/AS Blue jay
Número de circuitos	1
Numero de fases	3
Número de conductores por fase	1
Cable de guarda	1
Tipos cables de guarda	AAS 7#8 y OPGW
Tensión máxima	253 kV
Estructuras	N/A (de marco de remate a marco de remate)
Punto de interconexión	S.E Yautepec (CFE)
Número de trasposiciones	No requiere, de acuerdo a Especificación de diseño de Líneas de Transmisión de CFE DCDLTA01

II.1.5.8 Ampliación de la subestación Yautepec

Estará ubicada en el municipio de Cuautla, Morelos. Tendrá un arreglo que permita asegurar una alta maniobrabilidad y disponibilidad del sistema. La subestación se alimentará mediante sistemas redundantes, su alimentación principal desde transformador de tensión en barras 115 KV, contará también por un generador diésel como sistema de alimentación redundante, así como alimentación secundaria mediante línea de media tensión desde subestación cercana a la planta.

La potencia nominal o contratada del proyecto será de 100.00 MWac en el punto de interconexión (POI) a la red eléctrica.

La subestación de maniobras cumplirá con la normatividad nacional, con los estándares de la CFE, así como con normatividad internacional aplicable.

II.1.6 Componentes secundarios

II.1.6.1 Edificio de control

Se considera la construcción de un edificio de control, cuyas instalaciones estarán a cargo de la vigilancia, seguridad y control de la energía generada en el proyecto. El edificio se ubicará dentro del área considerada para la construcción de la subestación de elevación del proyecto.

El edificio de control principal dispondrá una zona de oficinas del personal, su diseño del edificio y su cimentación al terreno se hará según la legislación local y nacional aplicable. El tamaño del edificio y el número y configuración de las habitaciones y aseos será función del número de personas asignadas a la Planta.

Para el manejo de las aguas residuales generadas en este componente, se prevé el uso de una fosa séptica que se ubicará a un costado del edificio de control, la cual se vaciará y se le proporcionará mantenimiento de forma periódica.

II.1.6.2 Cercado perimetral

Con el fin de delimitar y contar con un sistema de seguridad para el área del proyecto, se instalará un cercado perimetral, mediante una malla ciclónica de acero galvanizado, con una altura promedio de 2.0 m, el cercado englobará el área con el generador voltaico y la subastación de maniobras (Figura II.12).



Figura II.12 Ejemplo de cercado perimetral

II.1.6.3 Caminos internos

Los caminos internos deberán contar con las características necesarias para permitir el desplazamiento de vehículos y maquinaria en cada una de las etapas del proyecto, servirán como conexión entre cada uno de los componentes mencionados con anterioridad (integrados por inversores, módulos, trackers y strings) y también servirán para realizar el mantenimiento en general del proyecto durante la etapa operativa del parque fotovoltaico.Estos tendrán un ancho total de 7 m, los cuales tendrán 5 m de ancho de corona y 2 m para la colocación de cunetas sin revestimiento. (Figura II.13).



Figura II.13 Ejemplo de camino interno

II.1.6.4 Camino de acceso

Para ingresar al proyecto se hará sobre la infraestructura existente de la Subestación eléctrica de Yautepec en donde saldrá la Línea de Alta Tensión y llegará a el área destinada a la Planta Fotovoltaica. Aquí se localiza la carretera “Lib. Del Hospital” que lleva ese nombre por la Localidad “Ex Hacienda el Hospital” que se encuentra muy cerca de la Subestación Eléctrica existente. Ahora bien, para la zona donde se pretende desarrollar el Parque Fotovoltaico, se puede llegar también sobre una carretera existente que conecta la Localidad “Lomas del Real” con la Localidad “La Nopalera”.

II.1.6.5 Estaciones meteorológicas

Se llevará a cabo la instalación de estaciones meteorológicas, mismas que servirán para realizar el monitoreo de la radiación solar en proyecto y estarán configuradas para adquirir datos de radiación y meteorológicos.

La radiación solar se registra junto con otras medidas meteorológicas para obtener datos sobre el rendimiento del proyecto, pudiendo estimar y evaluar los efectos de los factores ambientales.

II.1.6.6 Sistema de seguridad

El sistema de seguridad de la planta se fundamenta en la seguridad perimetral, lo que permite proteger todo el recinto de cualquier intrusión.

Se utilizará un análisis de imagen combinada con cámaras térmicas, que permite la detección y seguimiento automático de cualquier intruso que entre en el área de detección.

El sistema tendrá seguimiento automático de elementos detectados, permite verificación de alarma remota, permite ignorar movimientos en áreas y direcciones predefinidas para rondas de vigilancia o funciones de mantenimiento, adaptación continúa de sensibilidad, detección de personas y vehículos, detección a larga distancia, baja velocidad y condiciones de camuflaje y soporta cámaras en color, B/N, IR y térmicas

El centro de control de seguridad recibe las imágenes y por medio de los analizadores de video creará las diferentes posibles señales de alarmas.



II.1.6.7 Obras temporales

El proyecto contará con obras temporales que permitirán brindar los servicios necesarios durante las etapas de preparación del sitio y construcción, éstas en su mayoría se irán reubicando de acuerdo al avance del proceso constructivo del proyecto, por lo que son contempladas en toda la superficie y al término de dicha etapa, serán desmanteladas y se llevará a cabo la limpieza del área.

Dentro de las obras temporales consideradas se prevé:

Instalación de campers con comedor, cocina y oficinas: Se dispondrán campers un área provisional para que se puedan preparar y consumir alimentos. También se contará con oficinas.

Zona de acopio de material: Esta zona contará con un área de recepción, entrega y un área de acopio de materiales. En esta área se reunirán todos los materiales voluminosos considerados para la fase de construcción del Proyecto, incluido el acopio de material removido procedente de la planta y líneas de transmisión.

Sanitarios portátiles: Se colocarán sanitarios portátiles, suministrados por una empresa especializada para esta actividad y debidamente registrada, en relación a la fuerza de trabajo que se presente a lo largo de las etapas de preparación y construcción, mismos

que se anclarán para evitar que sean derribados por el viento. La empresa contratada también llevará a cabo la limpieza periódica de los mismos, así como la extracción y gestión de residuos.

Almacenes temporales: Se tendrá un control estricto sobre los residuos generados durante las diferentes etapas de construcción del proyecto, los cuales se almacenarán en un espacio habilitado de conformidad con los lineamientos que al efecto establecen la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.

Si bien durante la vida útil del proyecto se prevé la generación de toda clase de residuos, antes de iniciar la operación de la Central se construirá el almacén definitivo que también deberá atender los lineamientos de la normatividad antes señalada y que reemplazará al habilitado durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto.

En el programa de residuos generado en el capítulo VI de esta MIA-R se lleva a cabo la descripción de los almacenes.

Aparte de los almacenes temporales de residuos se está considerando contar con un almacén de equipos, herramienta e insumos, en el que se ubicarán las piezas de repuesto del proyecto y los equipos eléctricos, de instrumentación y control.

Control de acceso a la obra: Se tendrá un control estricto sobre el ingreso de personal, vehículos y maquinaria que laboren en la etapa de preparación y construcción, en este componente se contará con vigilancia 24 horas.

Estacionamientos: Se considera un área destinada para el acomodo de los vehículos que ingresen durante la etapa de construcción y operación, teniendo asignando un lugar en específico para ello y evitando afectaciones potenciales a las áreas adyacentes.

II.3 Programa de Trabajo

El programa de trabajo comprenderá 30 meses para la ejecución de las etapas de preparación del sitio y construcción, 30 años para operación y mantenimiento y 12 meses para la etapa de cierre y abandono (Tabla II.7).

Tabla II.7 Programa general de trabajo

Obras y actividades	Meses																																				Años					Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	...	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Preparación del sitio (desmonte y despalme)																																																			
Obras y actividades provisionales																																																		
Cimentaciones y construcciones (obra civil)																																																		
Obras asociadas																																																		
Módulo fotovoltaico																																																		
Sistema de evacuación (LT)																																																		
Subestaciones eléctricas transformadoras																																																		
Instalaciones mecánicas																																																		
Pruebas generales																																																		
Prueba de funcionamiento																																																		
Comprobación de prestaciones																																																		
Puesta en marcha																																																		
Operación																																																		
Mantenimiento																																																		
Desmantelamiento																																																		
Manejo integral de residuos																																																		
Descompactación del suelo																																																		
Acciones para fomentar la revegetación natural																																																		
Comprobación de las actividades ejecutadas																																																		
Evaluación del éxito de la etapa de cierre y abandono																																																		

II.4 Representación gráfica regional

El proyecto (209.13 Ha) ocupa una pequeña porción del Sistema Ambiental Regional. Para una mejor visualización se agrega como anexo el plano de ubicación del proyecto en relación con su representatividad dentro del Sistema Ambiental Regional bajo el nombre Anexo 1.

II.5 Representación gráfica local

Los componentes más evidentes del proyecto, con posibilidad de ser localmente representados son el área del generador fotovoltaico y la línea de transmisión (Figura II.15). Para una mejor visualización, ver Anexo 1.

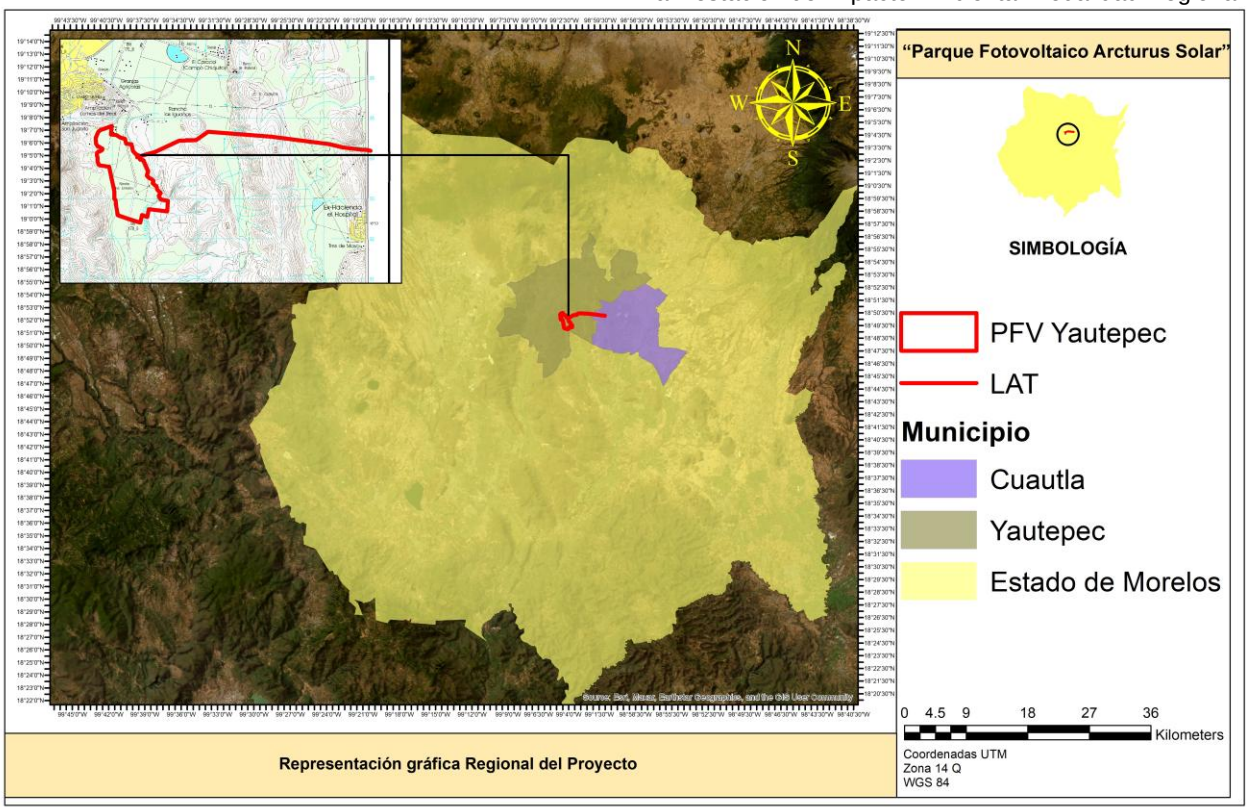


Figura II.14 Representación gráfica regional

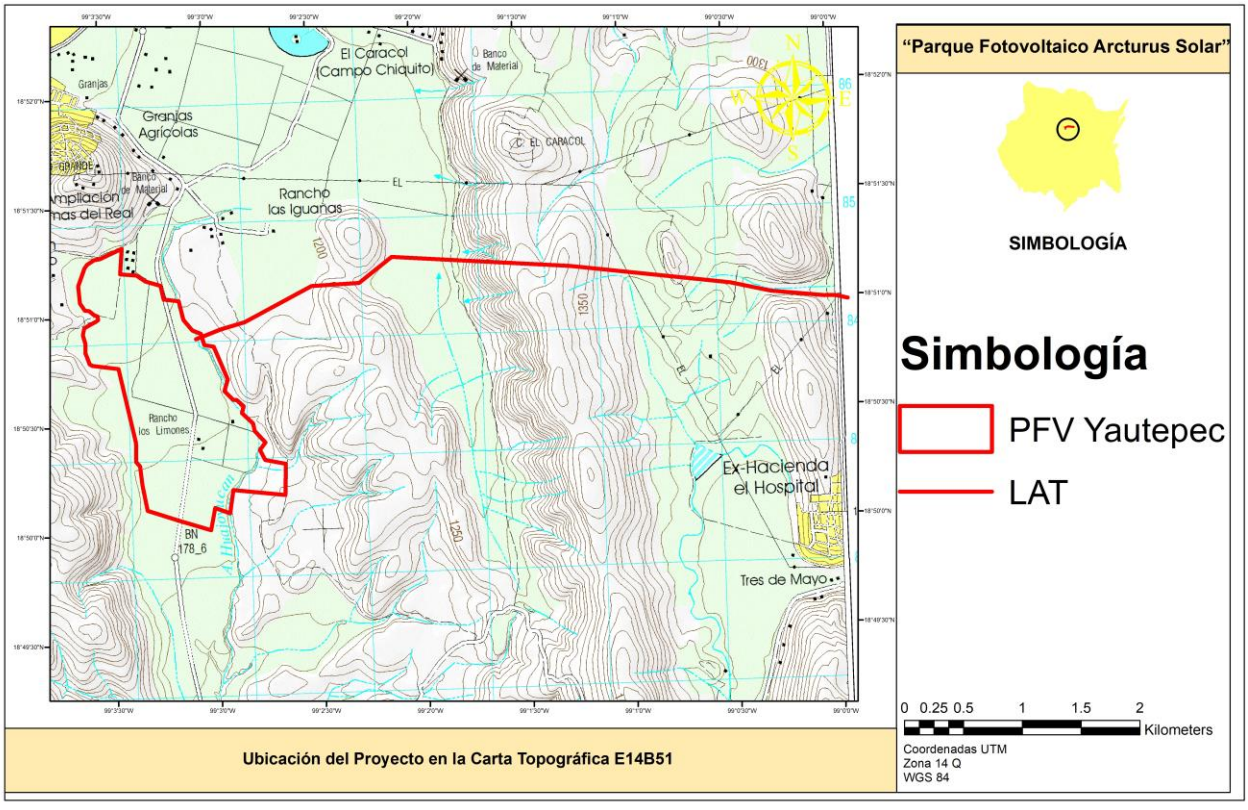


Figura II.15 Representación gráfica local

II.6 Preparación del sitio y construcción

Previamente en este capítulo se describieron los componentes del proyecto, tanto los primarios como los secundarios, de igual forma fueron consideras las obras de carácter temporal. Ahora se describe el proceso de preparación del sitio y construcción de los mismos, **al texto se han agregado imágenes de apoyo las cuales fueron recabadas de otros proyectos**, con el fin de dar un panorama más amplio del proceso constructivo.

Sondeos: Para conocer las propiedades físicas de los materiales y las características del suelo se realizarán sondeos en el AeP utilizando la metodología más adecuada propuesta por el especialista.

Trazo: Es el conjunto de trabajos necesarios para replantear en el campo los puntos característicos del proyecto. Este marcaje se señalizará con estacas o algún otro elemento distintivo, esto con el objetivo de no sobrepasar los límites del área del proyecto.

Desbroce, limpieza y tala (desmonte): Este trabajo se realizará con el fin de liberar de vegetación y deshechos dentro del AeP. Se tomarán las medidas necesarias para mitigar la afección a la fauna local de la zona. Se llevará a cabo la remoción de vegetación existente, se realizará por medios mecánicos y comprenderá la totalidad de la superficie destinada al proyecto, la vegetación será picada, triturada y posteriormente se dispondrá el material triturado en áreas cercanas donde se determine que podrá ayudar a enriquecer el suelo (Figura II.16).



Figura II.16 Retiro de vegetación y limpieza

Excavación de escarpe (despalme y nivelación del terreno): El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con

depósitos de material no utilizable. Se prevé la retirada de la capa vegetal incluyendo en esta partida el despalme de todo tipo de vegetación y la retirada de cualquier elemento existente en la plataforma de trabajo. Para tener una superficie sensiblemente plana de acuerdo a las recomendaciones del suministrador de paneles. Durante la ejecución de estas actividades se provocará su desecación y posterior nivelación. El material extraído será acopiado en áreas cercanas para su posterior uso dentro del AeP o su uso en áreas que lo requieran (Figura II.17).



Figura II.17 Movimiento de tierras

Adecuación de obras temporales: se llevará a cabo la adecuación de pareas para el material retirado, adecuación para áreas de estacionamiento, construcción de almacenes temporales, así como adecuación de áreas de comedor y cocina, oficinas y la construcción de acceso a la obra

Escarificado y compactación del terreno: Consistirá en la disgregación superficial del terreno, hasta conseguir su disgregación para su posterior compactación, para obtener una superficie homogénea de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra

Nivelación topográfica: Es el conjunto de trabajos necesarios para determinar en el campo las elevaciones de todos los puntos característicos replanteados y de los puntos singulares que caractericen cambios en la pendiente del terreno. Si bien el terreno donde se pretende establecer el proyecto es plano, se identificaron áreas con pequeños cambios topográficos, los cuales serán abordados en el capítulo IV de esta MIA-R.

Excavación: Para los caminos, inversores o subestaciones, las cepas o zanjas para acometida de cables que se efectúan para formar la sección de desplante de acuerdo con las dimensiones del proyecto y a su ingeniería de detalle.

Formación y compactación de terraplenes: Consiste en el suministro, colocación y compactación de material, procedente de la excavación o de bancos de materiales autorizados en la materia, la promovente no pretende la apertura de bancos.

Cimentación: La cimentación de los fustes de soporte de los módulos fotovoltaicos, el edificio de control, arquetas, bloques de potencia, cuadros eléctricos, báculos, sistema de seguridad, estaciones meteorológicas y las subestaciones de elevación, se realizará de acuerdo al requerimiento específico de cada componente, siendo necesario que la cimentación garantice su estabilidad y buen funcionamiento (Figura II.18).



Figura II.18 Ejemplo del proceso constructivo de las cimentaciones y ejemplo de una culminada

Para la cimentación de los fustes que soportarán los paneles fotovoltaicos, el proceso consistirá en instalar los elementos metálicos de soporte mediante hincado de fustes, que después el espacio excedente se rellena con concreto; para las estaciones meteorológicas se llevará a cabo una cimentación de losa de concreto (Figura II.19). En el caso de las subestaciones el diseño de la cimentación se realizará en apego a lo establecido en la especificación CFEDCCSET01 Construcción de Subestaciones de Transmisión, considerando adicionalmente las recomendaciones y resultados del estudio geotécnico del sitio donde se localizará la obra, las cimentaciones deben ser de concreto

armado y ser diseñadas con base en el reglamento de diseño de estructuras de concreto reforzado ACI-318.



Figura II.19 Ejemplo del Proceso de hincado, ensamblaje de estructuras y módulos fotovoltaicos

Construcción de la subestación de elevación y la ampliación de la subestación Yautepec. Una vez concluida la cimentación mencionada en el párrafo anterior, se procederá a la construcción de dichos componentes los cuales estarán construidos con estructura de concreto y revestidas de block hueco. También se llevarán a cabo actividades de obra civil como la construcción del edificio de control, construcción de sistema de drenaje (en caso de requerirse) o de lo contrario si fuera superficial se harán canales y cunetas de salidas de agua y construcción de pisos terminados. Para el manejo de las aguas residuales generadas en edificio de control, como se mencionó con anterioridad, se llevará a cabo la construcción de una fosa séptica. En cuanto a actividades de montaje electromecánico se llevarán a cabo actividades como montaje de estructura mayor y mejor, tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda, montaje de equipo primario, montaje de tableros PCYM, tableros de servicios propios y tableros

de comunicación en cuarto de control, en el mismo que se llevará a cabo montaje de bandejas, banco de baterías y cargadores (Figura II.20). También se llevará a cabo el tendido y conectado de dables de control y protección y fuerza, así como instalación del sistema de alumbrado exterior.



Figura II.20 Ejemplificación de proceso constructivo y de equipamiento de las subestaciones

Montaje de estructuras: Una vez concluida la instalación de fustes y de los trackers en su totalidad, se colocan los paneles solares, que se sujetaran mediante grapas a esas estructuras. También se llevará a cabo la instalación y conexión a cuadros eléctricos (Figura II.**21**).





Figura II.21 Ejemplificación de cuadros eléctricos

Habilitación de caminos internos: Separando las hileras de módulos fotovoltaicos, se prevé la construcción de caminos internos, dichos caminos tendrán un ancho total de 7 m, teniendo 5 metros de ancho de corona y 2 m para la colocación de cunetas sin revestimiento. Como parte de la conformación de los caminos, se agregará una capa compactada obtenida a base de zahorra[II], con una capa inferior compuesta de material seleccionado. El diseño podrá variar en función de las características del suelo.

Construcción de zanjas: Los conductores de media tensión se tenderán en zanjas junto con la fibra óptica y conductor de tierra. También se llevará a cabo el tendido y conexionado de cables de Baja Tensión AC y DC, cable de comunicaciones. Siempre que sea posible las zanjas discurrirán de forma paralela a los caminos internos. La mayor parte de los cables serán tendidos “directamente enterrados”. En algunos casos, como cruces de camino, los conductores se tenderán en tubo de PVC o PE, los cuales a su vez irán embebidos en un encofrado de concreto. Las dimensiones de las zanjas dependerán del número de circuitos que alberguen (Figura II.22).

II Zahorra: Material granular, de granulometría continua, utilizada como capa de firme. Puede ser artificial al estar constituida por partículas total o parcialmente trituradas, en la proporción mínima que se especifique en cada caso; o natural, cuando el material está formado básicamente por partículas no trituradas. http://www.carreteros.org/normativa/pg3/articulos/5/ii/a_510d.htm



Figura II.22 Ejemplificación de zanjas para alojar el cableado

Cercado perimetral: El área de establecimiento del proyecto se delimitará mediante una valla, construida a base de postes y malla metálica de acero galvanizado. La cerca tendrá accesos controlados para regular el ingreso de personas al área (Figura II.23).



Figura II.23 Ejemplificación de cercado perimetral

Derecho de vía de la línea de transmisión: Con base en la Especificación CFE L1000-10 y el tipo de estructura empleada para construir la línea de transmisión, se considera un derecho de vía de 20 m.

Sistema de tierras: La puesta a tierra consistirá en un cable de tierra de cobre desnudo a modo de electrodo, donde se irán interconectando los inversores se llevará a cabo a instalación de malla para el sistema de tierras.

Tendido y tensionado del cable de guarda: Consiste en colocar el cable y posteriormente tensionarlo para dejarlo a una altura determinada del suelo, así como la

colocación de los herrajes y adaptaciones necesarias en los extremos superiores de las estructuras.

Tendido y tensionado del cable conductor: Colocación definitiva de los herrajes de sujeción correspondientes y sus accesorios para sujetarlos a las cadenas de aisladores, la instalación de separadores y amortiguadores cuando se indiquen y la instalación de los empalmes de tramos de cable conductor y la instalación de puentes y remates en las estructuras que lo requieran.

Ahora bien, para llevar a cabo la ejecución de los procesos constructivos de cada uno de los componentes del proyecto se contempla llevar a cabo la contratación de mano de obra, misma que estará dividida entre trabajadores locales, profesionales del área eléctrica y civil, personal propio y contratistas.

La contratación se realizará de acuerdo con la dotación de personal disponible dentro del Estado de Morelos, dándoles prioridad a los eventuales trabajadores que residen en los municipios de Yautepec o Cuautla o localidades aledañas (Tabla II.8).

Tabla II.8 Estimación de personal a contratar

Características y tipo de personal		
Etapa de construcción y preparación del sitio	**Etapa de operación y mantenimiento**	**Etapa de desmantelamiento**
El máximo de personal que se contempla es aproximadamente de 500 personas, esto de manera temporal	15 personas empleadas para actividades de mantenimiento y monitoreo del Proyecto. Esta cifra podrá variar en función de los requerimientos de la etapa de operación y mantenimiento. Además de personal de vigilancia.	30 trabajadores, cifra que podrá variar de acuerdo a los requerimientos de esta etapa.

Respecto al equipo previsto a utilizar durante las etapas de preparación del sitio y construcción se tiene contemplado utilizar diversos tipos de maquinaria operando un aproximado de 10 horas por día cada uno (Tabla II.9).

Tabla II.9 Estimación de la maquinaria a utilizar para la ejecución del proyecto

Etapa del proyecto	Equipo	Horas por día
Preparación del sitio	2 motoniveladoras	10
	1 tractor raspador	10
	5 retroexcavadoras	10
	2 compactadoras	10
Construcción (instalación estructural)	6 hincadores de postes (montado en minicargador o similar)	10
	3 perforadoras	10
	3 grúas horquilla todoterreno	10

Etapa del proyecto	Equipo	Horas por día
	6 minicargadores / bobcat o similar	10
Construcción (instalación eléctrica)	3 zanjadoras	10
	6 minicargadores	10
	1 camión grúa	10
Construcción (subestaciones)	1 camión grúa telescópica	10
	2 excavadoras	10
	1 compactadora	10
Construcción (línea de transmisión)	1 camión grúa telescópica	10
	2 retroexcavadoras	10
	1 motoniveladora	10

II.7 Operación y mantenimiento

Durante la etapa operativa se captará la energía solar, transformándola en corriente eléctrica continua mediante el efecto fotoeléctrico debido a la incidencia de la radiación solar sobre los paneles fotovoltaicos.

La producción de electricidad dependerá de las condiciones meteorológicas existentes en cada momento, principalmente de la insolación. Dichas condiciones son medidas y analizadas con la ayuda de una torre meteorológica.

Una vez que se obtiene la energía eléctrica en corriente continua[III] por los módulos fotovoltaicos, será conducida a una plataforma de potencia, la cual albergará los inversores que serán los encargados de transformar la energía eléctrica de corriente continua en corriente alterna[IV]. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores, discurrirá a través de tubos anclados a la propia estructura como directamente enterrados por zanjas que se encuentran por toda la planta fotovoltaica.

Se entregará la totalidad de energía generada a la subestación de elevación, donde se adecuará la tensión mediante un transformador trifásico, posteriormente se transportará la energía a la ampliación de la subestación de maniobras, ya en operación, mediante una línea de transmisión de 115 Kv, con longitud aproximada de 40 m, finalmente la energía será entregada al Sistema Eléctrico Nacional.

Durante toda la etapa de operación, el funcionamiento de los equipos en general será supervisado por el edificio de control, el cual recibirá la información de los distintos sistemas de la instalación. (Figura II.24[18]).

III Corriente continua: Es el tipo de corriente que fluye constante en una dirección

IV Corriente alterna: Es el tipo de corriente eléctrica, en la que la dirección del flujo de electrones va y viene a intervalos regulares o en ciclos.

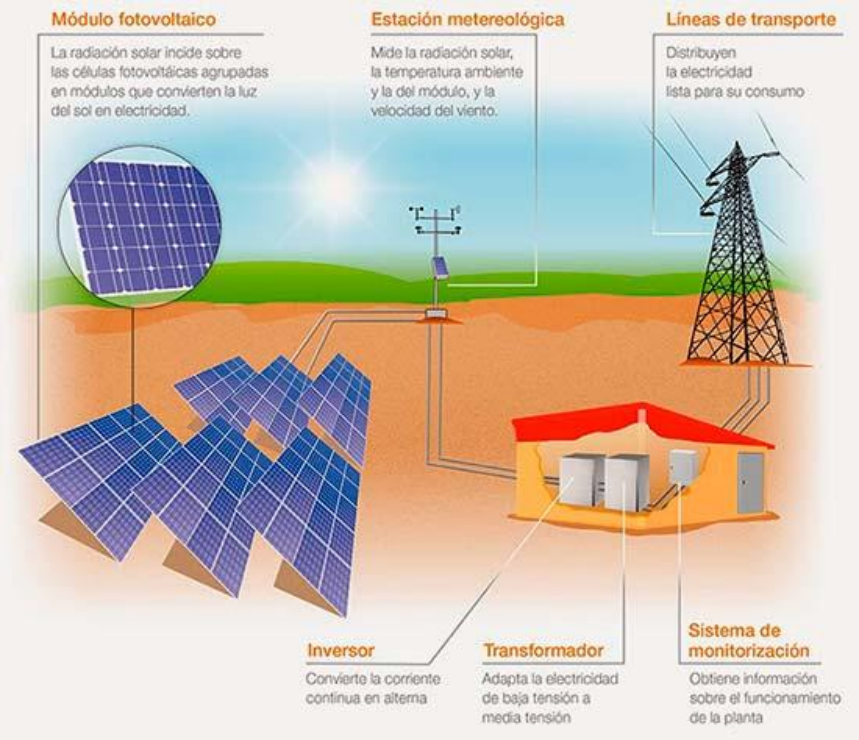


Figura II.24 Ejemplo de operación de un proyecto fotovoltaico

En lo que respecta al mantenimiento, se agrupara en diversos tipos: mantenimiento preventivo, predictivo, correctivo y actividades de mantenimiento extraordinario.

El Mantenimiento Preventivo de un parque fotovoltaico comprende aquellas actuaciones e inspecciones cuyo objetivo es evitar y detectar posibles fallos en los equipos que puedan traducirse en un posterior evento que implique actuaciones correctivas. El mantenimiento preventivo debe plantearse en intervalos regulares y conforme a los requisitos estipulados por los distintos suministradores de equipos, así como por la normativa aplicable.

El Plan de Mantenimiento de la planta será el documento base a utilizar por parte del Operador en las labores de O&M. El mantenimiento preventivo deberá llevarse a cabo de forma tal, que no afecte a las prestaciones de la planta fotovoltaica ni a su disponibilidad o cualquier limitación a la generación derivada de estas tareas. Concretamente, siempre que sea posible, se programará el mantenimiento que afecte a la producción fuera de la jornada de mayor recurso solar, para niveles de radiación bajos (al inicio o al final del día).

Dentro de los trabajos a realizar, se engloban a modo enunciativo las siguientes tareas:

- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos, para garantizar la operatividad de los generadores fotovoltaicos e inversores, de acuerdo con las especificaciones aplicables al parque

fotovoltaico, incluyendo inspección visual y comprobación de rendimiento de los equipos.

- Inspección y corrección de conexiones y anclajes.
- Cumplimentación de las fichas de revisiones periódicas, producciones, averías, incidencias externas y almacén de componentes.
- Revisión periódica de los datos monitorizados del día anterior en busca de anomalías. Mantenimiento y calibración de la Estación Meteorológica.
- Inspección de los componentes sometidos a desgaste y su reemplazo, en caso de ser necesario.
- Comprobación de estado del sistema de seguridad.
- Comprobación de estado de los elementos que componen el stock de repuestos.
- Comprobación de estado de todos los equipos que componen el sistema de monitorización, el sistema de comunicación y el sistema de seguridad y vigilancia de la planta.
- Atención de fallos o mensajes y pequeñas reclamaciones que no requieran un mantenimiento correctivo.
- Recogida de los residuos resultantes, incluida su adecuada gestión, así como el desbroce de parcelas en la medida en que sea necesario.
- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos de protección del parque fotovoltaico.
- Mantenimiento de las Power Stations y centro de control de la instalación.
- Mantenimiento preventivo y revisión periódica del sistema de avisos instantáneos.
- En general, el mantenimiento de todos los equipos y sistemas que componen el parque fotovoltaico.

Se establecerá la frecuencia de las tareas descritas, a modo de ejemplo se muestra la periodicidad y el nivel de actividad aplicable a las tareas descritas anteriormente y en función del elemento a mantener.

Actividades semestrales

- Inspección visual de la planta.
- Campo generador.
  - Inspección visual de los módulos fotovoltaicos
  - Limpieza de los módulos fotovoltaicos acorde a las recomendaciones de los fabricantes
- Revisión general de Inversores
  - Cambio o limpieza de filtros
  - Revisión de fuente de alimentación
- Revisión de estructuras y cimentaciones
  - Inspección visual de la estructura de la bancada de módulos
  - Anclajes y fijaciones de módulos a estructura
  - Revisión y engrase de los elementos mecánicos del seguidor

- Inspección general de las cajas de conexión de:
  - Series y paralelos
  - Entrada de inversores
  - Salida de inversores
  - Servicios auxiliares
- En todos los casos con el siguiente alcance:
  - Inspección de fusibles
  - Revisión y prueba de protecciones
  - Revisión de la puesta a tierra
- Equipos de baja tensión y cables DC:
  - Comprobación de estado de cables DC.
  - Inspección de protecciones
  - Comprobación componentes, interruptores y armarios BT
- Sistema de monitorización, estaciones meteorológicas, sistema de seguridad.
  - Inspección visual de las estaciones meteorológicas.
  - Inspección visual del sistema de monitorización (Scada) y sus elementos.
  - Inspección visual del sistema de vigilancia y seguridad
  - Inspección visual equipos de medida
  - Inspección visual del sistema de gestión de avisos.
- Transformadores, celdas, cableado AC:
  - Inspección visual de los transformadores
  - Inspección visual cableado AC.
  - Inspección visual UPS.
  - Inspección de armario de protecciones.
  - Inspección visual y comprobación de los interruptores.
- Eliminación manual de la vegetación que suponga un riesgo funcional o de seguridad
- Valla perimetral, centros, obra civil:
  - Inspección visual y limpieza de los centros
  - Inspección visual del vallado perimetral, puertas y cerraduras.
  - Inspección visual de estado de caminos, cunetas, drenajes, arquetas.

Actividades Anuales

- Mantenimiento Preventivo de las protecciones eléctricas.
- Mantenimiento Preventivo de los equipos electrónicos: inversores, de acuerdo con las recomendaciones y manuales de mantenimiento de los fabricantes.
- Mantenimiento Preventivo de instalaciones eléctricas: cuadros de protección y distribución (transformadores, celdas, protecciones, cuadros de medida, cuadros de protección cc/ca, etc.).
  - Comprobación de niveles de aceite (si procede)
  - Prueba de seguridad, protecciones y fusibles

  - Condiciones ambientales de equipos y alojamientos
- Mantenimiento Preventivo de Servicios Auxiliares (iluminación, ventilación/extracción, etc.).
- Mantenimiento Preventivo y pruebas de funcionamiento de los sistemas de supervisión/monitorización, comunicaciones, generación de avisos, vigilancia y seguridad.
- Mantenimiento Preventivo de las Instalaciones de Conexión.
- Calibración de piranómetros y demás elementos de las estaciones meteorológicas.
- Mantenimiento de la Subestación.
- Cualquier otro mantenimiento que requiera la legislación vigente.
- Control de malezas, control de vegetación, desbroces, control de plagas.

Dentro del mantenimiento preventivo se incluirá la limpieza de módulos, que incluirán

- Sistemas con o sin rozamiento
- Sistemas con o sin agua
- Sistemas manuales o mecánicos

Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo incluye todas las técnicas destinadas a pronosticar el fallo de un equipo, de tal forma que el componente afectado pueda reemplazarse o repararse de forma planificada antes de que falle. De esta manera, la disponibilidad y el tiempo de vida de los equipos se maximiza. Los métodos de mantenimiento predictivo más habituales son:

- Inspecciones termográficas:
- Módulos.
- Conexiones de baja tensión y media tensión.
- Seguidores.
- Inversores.
- Transformadores.
- Análisis de curvas I-V de los strings de módulos fotovoltaicos.
- Análisis de parámetros de producción.
- Temperatura.
- Orientaciones.
- Tensión.
- Corrientes.
- Etc.

Mantenimiento correctivo

En caso de que se produzca un fallo o avería en la planta, el equipo de mantenimiento realizará las acciones necesarias para corregir la avería y cambiar las piezas defectuosas, de tal modo que la planta vuelva a funcionar correctamente en el menor tiempo posible.

Dentro del alcance de los servicios de mantenimiento correctivo podrá incluirse:

- El análisis del fallo, mano de obra y material asociado a la acción correctiva y la elaboración de un presupuesto que incluya los materiales necesarios para la reparación o sustitución del equipo dañado.
- La retirada de los equipos o componentes defectuosos, así como su reacondicionamiento (exceptuando los módulos, los cuáles se reemplazarán por uno nuevo) y puesta en marcha.
- El transporte de los repuestos correspondientes desde el almacén de la planta y el montaje de los mismos.
- El acopio de repuestos idénticos a los utilizados en el almacén de la planta

A modo de ejemplo, las tareas correctivas más usuales son:

- Reemplazo de módulos.
- Reparación o reemplazo de las estructuras de bancadas de módulos.
- Sustitución de cableado DC.
- Reparación o sustitución de elementos de las cajas de control de string o conexiones DC.
- Reparación o sustitución de elementos de los inversores fotovoltaicos.
- Sustitución de cables AC.
- Reparación o sustitución de contadores o elementos de medida.
- Reparación de vallado perimetral.
- Pequeñas reparaciones de caminos o cunetas.
- Sustitución de sensores en las torres meteorológicas.

Destacar que la sustitución masiva derivada de un evento no cubierto por garantías o causa de fuerza mayor, no debe considerarse dentro del alcance del mantenimiento correctivo. Tales eventos serán ejecutados a través de actividades de mantenimiento extraordinario como servicios adicionales.

Actividades de mantenimiento extraordinario

Los trabajos o actividades no incluidos en el alcance especificado anteriormente se deberán considerar como actividades de mantenimiento extraordinarias, y deberán ser presupuestados por separado.

Algunos ejemplos de actividades de mantenimiento extraordinarias:

- Reformas o modificaciones que supongan un cambio sustancial en el parque, en comparación con el proyecto original.

- Sustitución o reparación de los equipos debido a robo o por averías por causas de fuerza mayor.
- Gestión de residuos generados en los trabajos incluidos en el alcance del servicio, a través de los organismos o empresas autorizados.
- Predicción de la producción.
- Flash test.
- Servicios de seguridad.
- Formación.
- Extensión de garantía de seguidores.
- LTSA de inversores.

II.8 Etapa de cierre y abandono

La vida útil del se estima en 30 años a partir del inicio de operación. Sin embargo, la vida útil del principal elemento generador es superior a 30 años, por lo que es posible continuar la operación por más tiempo. Por lo que, una vez superada la vida útil de los paneles, se pueden tener como alternativas:

- **Alternativa principal.** Sustituir los elementos principales del proyecto por unos nuevos y continuar con la explotación de la central durante otro periodo de tiempo similar, aprovechando las infraestructuras del proyecto inicial, siempre y cuando la situación económica lo permita.
- **Alternativa secundaria.** En caso de resultar inviable la continuidad de la explotación de la planta, se procederá al desmantelamiento de las instalaciones, dejando el sitio en óptimas condiciones.

En este sentido, se presenta una propuesta de ejecución de la etapa de cierre y abandono que incluye el desmantelamiento de toda la infraestructura después de la etapa de operación, proporcionando una directriz para regresar, en la medida de lo posible, a las condiciones iniciales en las que se encontraba el sitio, antes de la construcción del proyecto.

II.1.1 Objetivos

El objetivo general de este apartado es establecer las medidas que se adoptarán para llevar a cabo el desmantelamiento de la infraestructura, así como la demolición de las construcciones existentes al término de la vida útil del proyecto, dejando los predios libres de residuos de todo tipo para regresar, en medida de lo posible, a las condiciones iniciales en las que se encontraba el sitio.

Los objetivos particulares son: 1) Prever las acciones necesarias para el desmantelamiento de la infraestructura del proyecto y abandono del sitio, 2) Establecer las acciones que permitan atender los impactos potenciales del desmantelamiento del

mismo y 3) Establecer las medidas para la rehabilitación del área del proyecto, de manera que se favorezca la recuperación del sitio, y en medida de lo posible retornar a las condiciones ambientales iniciales en las que se encontraba antes del inicio de las actividades del proyecto.

II.1.2 Metas

Realizar las labores de desmantelamiento y abandono, favoreciendo la recuperación del sitio hasta las condiciones ambientales iniciales en las que se encontraba antes del inicio de las actividades del proyecto.

II.1.3 Metodología

Las acciones correspondientes a la etapa de cierre y abandono del sitio, serán ejecutadas por personal contratado de manera temporal y serán las siguientes:

Desmantelamiento. Se realizará el desmantelamiento de todos los elementos sobre la superficie, los elementos subterráneos y/o demolición de cimentaciones: módulos fotovoltaicos, inversores, cableados, línea de media tensión subterránea, líneas de transmisión, etc., para lo cual con anterioridad se llevará a cabo la delimitación y señalización de las áreas con el fin de evitar accidentes. Se producirá movimiento de tierras de manera similar que, durante la preparación y construcción, por lo que se deberán adoptar las mismas medidas para la protección ambiental de dicha etapa, así como para asegurar la seguridad del personal de obra, es decir, el uso de equipo de protección personal (EPP), mantenimiento de vehículos y maquinaria, establecer límites y reglamentos, capacitación al personal, entre otras.

Manejo integral residuos. Se adoptarán las mismas medidas adoptadas durante la construcción, las cuales se encuentran establecidas en el Programa de manejo integral de residuos (Capítulo VI de la MIA-R), en el mismo se encuentran los lineamientos para su manejo, almacenamiento y disposición final en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente. Se colocarán contenedores de residuos sólidos urbanos para su posterior disposición en rellenos sanitarios autorizados; colocación de sanitarios portátiles, cuyo servicio sea provisto por una empresa autorizada para el posterior manejo de los residuos sanitarios generados; disposición de residuos peligrosos mediante una empresa autorizada por la Secretaría; separación y reutilización, en medida de lo posible, de los residuos de manejo especial.

Los residuos que se generen durante esta etapa serán acopiados en áreas temporales, según el tipo de residuo y sus características. Es de importancia mencionar que los paneles solares, constituirán el mayor porcentaje de residuos a generar durante la etapa de cierre y abandono, sin embargo, podrán ser reciclados una vez desechados, ya que están compuestos principalmente por materiales fáciles de reciclar como el vidrio y

aluminio (84% aproximadamente), si bien también tienen otros elementos como silicio, cobre, plata, mismos que no pueden ser reciclados por contener contaminantes para el medio ambiente ya que estos han cumplido su ciclo de vida dentro del panel, serán extraídos y separados mediante procesos adecuados para asegurar su inocuidad. Sin embargo, una vez retirados los paneles, estos serán dispuestos a través de una empresa debidamente acreditada para su almacenamiento, manejo y disposición final.

Todos los residuos, incluidos los paneles solares, serán retirados por una empresa autorizada para su reciclaje o disposición final en algún sitio autorizado. Al igual que en otras etapas del proyecto, habrá áreas de almacenamiento temporal de los residuos de tres tipos:

- Residuos sólidos urbanos. Éstos se separarán de acuerdo a su naturaleza orgánica o inorgánica;
- Residuos de manejo especial. Éstos serán sujetos de reciclaje y se separarán en madera, residuos de construcción, contenedor plásticos y cartón; se contempla el reciclaje del material industrial como vigas, mesas, rejas, estructuras de la línea, cable conductor de la línea de transmisión y otros materiales sujetos a reciclaje; y
- Residuos peligrosos. Incluirán, entre otros, estopas y material impregnado de aceites o combustible, sustancias para limpieza, aceites y grasas entre otros.

II.1.4 Medida(s) específicas que se emplearan para prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales

Los impactos ambientales identificados para la etapa de cierre y abandono son coincidentes con la etapa de preparación del sitio y construcción, de manera que las medidas que se deberán adoptar para la protección ambiental son las mismas de dicha etapa (Tabla II.10). Cabe agregar, que en su momento deberá evaluarse la necesidad de ejecutar también el ahuyentamiento y/o reubicación de fauna silvestre.

Tabla II.10 Medidas específicas para la etapa de cierre y abandono

FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA PROPUESTA
Aire	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que se requiera, para minimizar la concentración de partículas suspendidas.
	Incremento temporal en los niveles de ruido	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
		Se dará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipos.
Agua	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.

FACTOR	IMPACTO AMBIENTAL	MEDIDA PROPUESTA
		El parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit anti derrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible.
		Se colocarán letrinas portátiles a razón de una unidad por cada 25 trabajadores, con la finalidad de evitar eyecciones al aire libre.
		Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
		Se dará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipos.
		Se aplicará el programa de manejo integral de residuos.
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
		El parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit anti derrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible.
		Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
		Se colocarán letrinas portátiles a razón de una unidad por cada 25 trabajadores, con la finalidad de evitar eyecciones al aire libre.
		En caso de que se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no sea posible su traslado a un taller especializado, los trabajos se realizaran protegiendo previamente el suelo con una lona y aserrín, materiales que evitaran el contacto de aceite con el suelo; los materiales usados serán canalizados al almacén de residuos peligrosos.
		Se dará mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipos.
		Se aplicará el programa de manejo integral de residuos.
		La fase final de la etapa de abandono se permitirá la revegetación natural
		Al finalizar la etapa de desmantelamiento se llevarán a cabo acciones que permitan descompactar la capa edáfica
Fauna	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Se colocará un sistema de señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.
		Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la construcción, uso de equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.

II.1.5 Indicadores

Se tomará en cuenta un indicador de realización (mide la aplicación y ejecución efectiva del de las medidas ejecutadas durante esta etapa) se utilizará el porcentaje de avance en el desmantelamiento de la infraestructura instalada y rehabilitación del sitio en términos de la superficie intervenida por estas acciones con respecto a la superficie ocupada por el proyecto, con base en la siguiente expresión:

$$Av_{\%} = \frac{S_d}{S_t} x100$$

Donde:

Av% = Porcentaje de avance en el desmantelamiento del proyecto.
Sd = Superficie desmantelada y rehabilitada.
St = Superficie total de ocupación del proyecto.

Adicionalmente, la evidencia documental tal como la evidencia fotográfica, manifiestos de disposición de residuos, facturas de verificación y mantenimiento, etcétera, fungirán como indicadores cualitativos de la realización de las actividades consideradas en este programa.

También se contempla la obtención de indicadores de eficacia. Se considerará como un indicador de éxito y eficacia de las medidas ejecutadas, el restablecimiento natural de la capa herbácea sobre el área que anteriormente haya alojado al proyecto en operación, lo que denotará que las actividades de estabilización del suelo y limpieza del sitio han resultado favorables y que el sitio puede comenzar a recuperarse de manera natural.

$$Rh_{\%} = \frac{S_{vh}}{S_t} x100$$

Donde:

Av% = Porcentaje de superficie cubierta naturalmente por vegetación herbácea.
Svh=Superficie efectiva con presencia de vegetación herbácea.
St =Superficie total de ocupación del proyecto.

II.1.6 Análisis, procesamiento de datos e interpretación de resultados

Se recabará evidencia fotográfica de todas las actividades realizadas, así como la evidencia documental, evaluando periódicamente el indicador de realización hasta que éste alcance el valor máximo del 100%.

Por otro lado, al cabo de seis meses como mínimo, posteriores a las actividades de abandono, se evaluará el éxito del programa, se espera que para entonces la capa herbácea se haya recuperado naturalmente en al menos el 60% de la superficie anteriormente ocupada por el proyecto, lo que indicará que sitio se está recuperando.

II.1.7 Punto de comprobación

Se llevará a cabo in situ, específicamente en el área de establecimiento del proyecto y principalmente sobre los componentes: suelo y paisaje

II.1.8 Medidas de urgente aplicación

La maquinaria y vehículos que no cumplan con el mantenimiento y en su caso, verificación respectivos, no podrán operar hasta que este se realice. En tanto que, en el caso de residuos, de ser necesario se colocarán contenedores adicionales si los presentes no cubren las necesidades, se corregirán fallas en los contenedores que pudieran estar permitiendo la salida de lixiviados y de existir contaminación del suelo no atendida oportunamente, se deberá contratar el servicio especializado para buscar las mejores soluciones de remediación.

II.9 Residuos

A lo largo de las diversas etapas del proyecto, se prevé la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, se enuncian los tipos de residuos que se prevé podrán generarse en cada una de ellas (Tabla II.11).

En las diferentes fases que involucra la implementación del proyecto, se prevé la generación de residuos; los cuales, de carecer de un manejo adecuado podrían ocasionar afectaciones e impactos al ambiente, alteraciones a la calidad de aire, agua, suelo, paisaje; así como afectaciones a la vegetación y a la fauna.

A fin de evitar o minimizar las potenciales afectaciones que la generación de residuos podría ocasionar, se prevé la aplicación de medidas que prevengan o minimicen los impactos, mediante el manejo integral de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y los residuos peligrosos.

A continuación, se detallan los residuos que podrían generarse durante el desarrollo del proyecto, así como la metodología propuesta de manejo (Tabla II.11)

Tabla II.11 Residuos generados por actividad a realizar en cada etapa del proyecto

ETAPA	ACTIVIDADES	RESIDUOS GENERADOS
Preparación del sitio	· Remoción de vegetación (desmonte y despalme). · Trazo y nivelación para el desplante del proyecto, corte y relleno de terreno. · Apertura de zanjas para canalización de cableado.	~ Residuos provenientes del desmonte y despalme. ~ Productos de excavación. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales.
Construcción	· Colocación de los fustes que soportarán los módulos fotovoltaicos o solares. · Habilitación de los viales principales e internos. · Cimentación y montaje de los cuadros eléctricos y los inversores centralizados. · Construcción de las zanjas y arquetas, las subestaciones eléctricas de elevación y maniobras. · Colocación del vallado perimetral y el sistema de alumbrado y seguridad del parque.	~ Residuos de cemento. ~ Restos de acero de refuerzo. ~ Alambre recocido. ~ Madera para cimbra. ~ Empaques de cartón. ~ Empaques de madera. ~ Cemento. ~ Recipientes de plástico. ~ Restos de cables eléctricos. ~ Envases de pintura.

ETAPA	ACTIVIDADES	RESIDUOS GENERADOS
	· Cimentación y montaje de las torres de auto soporte que conformarán la línea de transmisión y habilitación de su derecho de vía.	~ Estopas impregnadas de aceite. ~ Colillas de soldadura. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales. ~ Aceites usados. ~ Aceite quemado. ~ Aerosoles vacíos. ~ Envases con restos de solventes y pinturas. ~ Baterías usadas. ~ Paneles solares dañados. ~ Sólidos contaminados con hidrocarburos. ~ Tierra contaminada con hidrocarburos.
Operación y mantenimiento	· Mantenimiento de los centros de transformación. · Reemplazo de paneles solares dañados. · Limpieza de los paneles solares. · Desbroce de vegetación.	~ Paneles solares dañados. ~ Agua con tierra. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales.
Desmantelamiento	· Desmantelamiento de módulos: retiro de cableado subterráneo, desmontaje de subestaciones de elevación, línea de transmisión, desinstalación del transformador principal, de inversores, equipos de medición, equipo de control y comunicaciones entre otros. · Retiro de equipo y materiales en su totalidad como soportes y estructuras (bastidores). · Demolición de cimentaciones y edificaciones (área de operación, almacenes, oficinas administrativas etc.). · Limpieza y retiro del material de demolición. · Limpieza y retiro de residuos sólidos no peligrosos y de residuos peligrosos. · Acciones de rehabilitación, restauración y/o compensación de las superficies intervenidas como descompactación del terreno (suelo). · Evaluación de cambios probables en el área como resultado del abandono.	~ Chatarra. ~ Aceites usados. ~ Filtros de aceite. ~ Envases con restos de solventes. ~ Baterías usadas. ~ Producto de demolición. ~ Residuos orgánicos e inorgánicos. ~ Residuos sanitarios. Aguas residuales.

Tomando en cuenta la consideración de que cada proyecto es único y que, si bien se pueden considerar impactos tipo dependiendo de la naturaleza de los proyectos, en la realidad es que existen variables tan específicas como el sitio mismo y, éstas interfieren con los resultados previstos. En este sentido, si bien es posible determinar, en términos generales, los tipos de residuos que se obtendrán, las cantidades que se incluyen solo son de referencia y fueron las reportadas durante 10 meses (incluyendo la etapa crítica de construcción), en un proyecto de la misma naturaleza (Tabla II.12).

Tabla II.12 Generación de residuos durante 10 meses de preparación del sitio y construcción

TIPO DE RESIDUO	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
	(kg)										
Residuos sólidos urbanos	1,690	1,890	1,400	3,750	3,870	7,740	7,740	7,740	7,740	3,450	47,010
Residuos peligrosos	44.3	287.8	183	205	100	115	88.5	98	845	38.5	2,005

TIPO DE RESIDUO	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	TOTAL
						(kg)					
Cartón		803	796	4,855	2,048	36,400	7,387	45,823	46,162.50	0	144,275
Plástico		1,577	674	2,130	1,121	360	17,879	4,410	15,387.50	0	43,539
Pet		14.5	4.2	52	41.9	31.5	1.7	2.3	0	0	148
Madera		14,710	9,700	8,040	12,422	36,584	7,548	104,126	62,630	30	255,790
Acero		1,810	790	21.1	14.5	5.6	2.3	2	315	14,937	17,898
Total	1,734	21,092	13,547	19,053	19,617	81,236	40,647	162,201	133,080	18,456	510,664

Con la finalidad de determinar el volumen de residuos que podrá ser generado por el embalaje de los módulos, se consideró que cada uno equivale a 1 kg de tarima (madera), 0.6 kg de cartón y 0.2 kg de plástico; asimismo, se prevé la colocación de 227,395 módulos en el proyecto, por lo que se tendría una generación de 409,307.4 kg (451.184 toneladas), aproximadamente de estos residuos.

A fin de determinar el volumen de residuos sólidos urbanos (RSU), residuos peligrosos (RP) y PET que se podrían generar por el desarrollo del proyecto se requiere conocer una serie de variables, como el número total de trabajadores, información que en este momento no es posible determinar, ya que, durante el desarrollo del proyecto, los requerimientos son variables dependiendo de las necesidades particulares del sitio. En este sentido, se consideran valores promedio mensuales determinados a partir de los reportes generados en cuatro proyectos de la misma naturaleza.

Durante todas las etapas del proyecto se deberán ejecutar las actividades consideradas en el **Programa de manejo integral de residuos (Capítulo VI de la MIA-R), en el mismo se encuentran los alineamientos para su manejo, almacenamiento y disposición final** en las diferentes etapas del proyecto en completo apego a la normatividad ambiental aplicable y vigente.

II.10 Generación de gases efecto invernadero

II.1.9 Generará gases efecto invernadero, como es el caso de H20, C02, CH4, N20, CFC, O3, entre otros

A lo largo de las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán emisiones a la atmosfera, principalmente emisiones de ruido y gases de combustión, esto debido al uso de maquinaria, equipos y circulación de vehículos dentro del proyecto.

Se ha estimado que las principales contaminantes provenientes de gases de combustión a generar en el proyecto serán CO2, COV, NOx y SOx, provenientes del uso de vehículos, es por eso que se considera llevar a cabo mantenimiento preventivo con el fin de que cumplan con lo establecido den las normas NOM-045-SEMARNAT-2017, NOM-041-SEMARNAT-2015 y NOM-167-SEMARNAT-2017 donde se establecen los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, óxidos de nitrógeno, partículas, opacidad de humo provenientes del escape de motores diésel y monóxido de carbono.

Se llevará a cabo el mantenimiento a maquinaria y equipo a utilizar, esto con el fin de minimizar las emisiones de ruido y evitar que rebasen los límites máximos permisibles establecidos en la norma oficial NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-004-STPS-1999 y para evitar posibles contaminaciones al suelo, este mantenimiento se realizará en talleres externos al predio.

Se solicitará a las compañías subcontratistas que manejen vehículos y maquinaria de construcción, contar con un programa de mantenimiento preventivo y de verificación de éstos, cumpliendo con la normatividad pertinente a fin de reducir las emisiones.

II.1.10 Estimar la cantidad de energía que será disipada por el desarrollo del proyecto

Para producir energía eléctrica directamente de la luz, las celdas fotovoltaicas hacen uso del efecto fotoeléctrico. Este efecto se da en ciertos materiales que son capaces de usar fotones para liberar electrones. Estos electrones luego son captados para producir una corriente eléctrica (Cuce, E. Et al., 2011)[19] . Un panel consiste en un arreglo de celdas conectadas en serie, los que a su vez se conectan en paralelo, debido a que sus propiedades relacionadas con este efecto logran utilizar una gran porción del espectro de luz solar en comparación a otros materiales, el material más utilizado para la fabricación de celdas es el silicio mono cristalino.

Las tres diferentes tecnologías de celdas fotovoltaicas comúnmente utilizadas son: celdas de silicio monocristalino, estas celdas fueron las primeras en ser desarrolladas, su producción es costosa y lenta; tienen la ventaja de ser muy eficientes en comparación a otras tecnologías y tener una gran vida útil, pero suelen ser muy rígidas y frágiles, En condiciones de laboratorio se han logrado eficiencias de hasta un 24% aproximadamente, de un máximo teórico cercano al 30%, pero en condiciones reales este valor se acerca más a un 20% (McEvoy, A. 2013)[20].; el segundo tipo son celdas de silicio policristalino: Este tipo de celdas se desarrolló como una opción más económica de las celdas monocristalinas. Al igual que las celdas de silicio monocristalino, suelen ser bastante duraderas y frágiles. Logran eficiencias cercanas a un 20% en condiciones ideales, y de alrededor de un 15% en condiciones reales [McEvoy, Op. cit.); el tercer y último tipo son las celdas de películas delgadas, las cuales pueden ser de distintos materiales, los más

comunes son silicio amorfo, CdTe (Cadmio-Telurio) y CIGS (Cobre-Indio-Galio-Selenio). Suelen ser más flexibles y delgadas que las de silicio cristalino, además, gracias a la naturaleza del proceso de deposición de películas delgadas, pueden adoptar más variedad de formas (Jordan, P.G., 2014)[21]. Las celdas de silicio amorfo tienen eficiencias alrededor de un 10% y normalmente son usadas en calculadoras de bolsillo u otros aparatos electrónicos de bajo consumo. Por otro lado, las celdas de CdTe y CIGS, son una buena alternativa a las celdas de silicio cristalino, ya que logran mayores eficiencias (entre 15% a 20%).

La denominada ecuación del diodo, representa el modelo eléctrico teórico para una celda fotovoltaica:

$$I = I_L - I_O \left(\exp\frac{qV}{nkt} - 1\right)$$

Sus componentes:

- I = Corriente de salida [A]
- I_L = Corriente fotogenerada [A]
- I_O = Corriente inversa de saturación
- ‘q = Carga electrón [C]
- V = Voltaje diodo [V]
- ‘n = Factor de idealidad
- K = Constante de Boltzmann ([J/K)
- T = Temperatura de celda (K)

Se puede relacionar la potencia eléctrica (P = VI) con la temperatura de celda mediante la corriente de salida del panel, según lo propuesto por este modelo. Esto cuantifica numéricamente que a medida que la temperatura de la celda sea mayor, será menor la potencia eléctrica de salida (Figura II.25[22]).

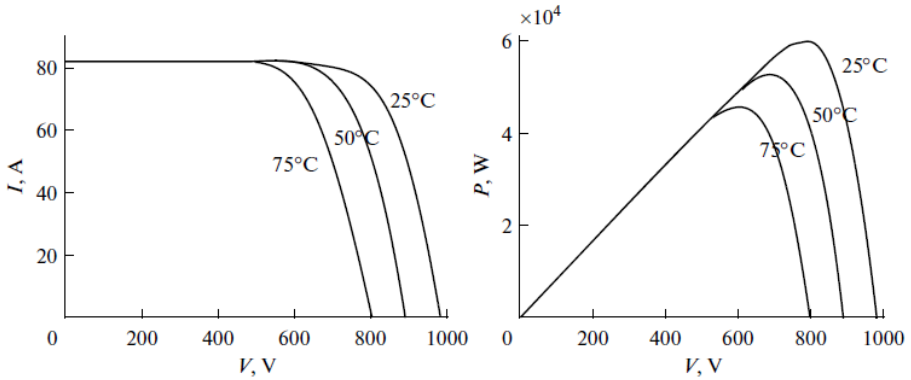


Figura II.25 Curvas I–V y P–V de un sistema fotovoltaico @G = 1000 W/m², T = 0, 25, 50, 75°C

Se evidencia mediante el modelo presentado, el efecto físico de la relación con el exceso de energía que contienen los electrones liberados de la capa semiconductora producto

de la incidencia de fotones provenientes de la luz, energía que utilizan para pasar de la banda de valencia a la banda de conducción en el semiconductor. Se concreta el fenómeno de disipación de energía, en forma de calor el exceso de energía que no es utilizada por los electrones para saltar de banda.

Dicho efecto, puede generar aumentos de temperatura en los paneles (Teo, H.G. Et al, 2011)[23]. Los aumentos de temperatura disminuyen la potencia total capaz de ser producida y por consiguiente baja la eficiencia (ver gráficas anteriores), y además influyen en la vida útil de las celdas [McEvoy, Op. Cit.). Según autores la potencia y eficiencia disminuyen a una tasa de 0.5%/°C y 0.05%/°C respectivamente (Kim, J.P., Et al, 2010)[24], por lo que, en el diseño de un parque fotovoltaico se hace muy importante el controlar las alzas de temperatura. Por otro lado, el concepto conocido como “current matching problem” (Royne, A. Et al., 2005)[25], hace referencia que cuando las celdas están conectadas en serie, la celda que entrega la corriente más baja es la que limita la corriente del arreglo lo que también disminuye la potencia de salida. Debido a que la eficiencia de las celdas disminuye con la temperatura, la celda a mayor temperatura será la que restrinja la eficiencia del arreglo.

Es importante describir cómo están construidos los paneles fotovoltaicos, por el efecto antes expuesto, al respecto se cita que poseen una composición relativamente estándar:

- Vidrio templado, cuya función es proteger a los materiales del interior de la celda y además de servir de filtro de radiación, dejando fuera por ejemplo a gran parte de la radiación UV. Es un vidrio templado con una baja reflectividad lo que permite absorber la luz a diferencia de otros vidrios utilizados en vivienda, consecuentemente ayuda a disminuir la disipación de calor.
- EVA o etileno vinilo acetato es un polímero termoplástico, que se usa en los módulos fotovoltaicos como encapsulante de las celdas generadoras. Éstas se conectan entre sí conformando el núcleo fotovoltaico del panel. Se depositan en un soporte cristalino y se encapsulan mediante EVA, para evitar la entrada de aire o humedad.
- Celda de Silicio, responsable directa de la conversión de energía lumínica en energía eléctrica gracias a sus propiedades de semiconductor.
- Tedlar o fluoruro de polivinilo (PVF), para la parte inferior del panel formada por láminas de Tedlar-Poliester-Tedlar o Tedlar-Poliéster-EVA. El fin de estas láminas es proteger a las células fotovoltaicas de los efectos degradantes de la radiación ultravioleta y, sirve como aislante eléctrico.

El conjunto es sellado, de modo que, por los laterales no pueda entrar ni humedad ni aire y, se le monta un marco de aluminio para protegerlo y facilitar su manejo.

Ahora bien, para analizar el comportamiento de la temperatura al interior de un sistema fotovoltaico hay que reconocer cuales son los mecanismos que tiene la energía para disiparse. Los tipos de transferencia de calor existentes en la naturaleza son tres: conducción, convección y radiación.

Conducción: la conducción es la transferencia de energía de las partículas más energéticas de una sustancia a las menos energéticas como resultado de la interacción entre las partículas. La conducción puede tomar lugar en sólidos, líquidos y gases. En gases y líquidos, la conducción se debe a la colisión y difusión de las moléculas durante su movimiento aleatorio. En sólidos, se debe a una combinación de la vibración de las moléculas en un reticulado y el transporte de energía por medio de electrones libres (Cengel, Y.A., Et al, 2015)[26].

Según Jean-Baptiste Joseph Fourier, en la ley nombrada como su apellido, describió el flujo de calor como proporcional al gradiente local de temperatura y a la conductividad térmica del material.

Convección: la convección corresponde a transferencia de calor dentro de un fluido (líquido o gaseoso). Es similar a la conducción, ya que involucra traspaso de energía debido a movimientos moleculares, pero también se le agrega una transferencia de calor debido al movimiento macroscópico del fluido.

El descubrimiento de la llamada ley de enfriamiento, atribuida a Newton, dice que el flujo de calor de un cuerpo al espacio es proporcional a la diferencia de temperatura entre el cuerpo y su entorno. En este sentido se describe la ecuación para el cálculo del flujo de calor por convección en estado estacionario

Número de Reynolds: el número de Reynolds es un parámetro adimensional que representa la razón entre las fuerzas inerciales y las viscosas. Su uso más común es identificar si un fluido está en régimen laminar o turbulento.

Número de Prandtl: el número de Prandtl provee una medida de la efectividad relativa entre el transporte de momentum y energía por difusión en las capas límite de velocidad y térmica, respectivamente.

Flujo turbulento: los modelos de fluidodinámica utilizan conservación de momentum y continuidad. Los modelos de transferencia de calor utilizan conservación de energía y dependen de la fluidodinámica.

Radiación: la radiación térmica es energía emitida por la materia a temperaturas diferentes de cero. La energía de este modo de transferencia es debida al transporte de ondas electromagnéticas; a diferencia de los métodos de transferencia de calor anteriores, no se requiere un medio para la transmisión de energía (de hecho, la radiación es más eficiente en el vacío). La ley de Stefan-Boltzmann, o también llamada radiación de cuerpo negro, relaciona la temperatura con la energía máxima que puede irradiar un cuerpo.

La radiación que absorbe un cuerpo, es una fracción de la radiación neta que recibe conocida como irradiación según la ecuación de la Ley de Stefan-Boltzmann. La constante, denominada absortividad, cumple que 0 ≤ a ≤ 1. Si a < 1 y la superficie es opaca, una porción de la irradiación es reflejada; una porción de la irradiación también se puede transmitir si la superficie es semitransparente (Figura II.26).

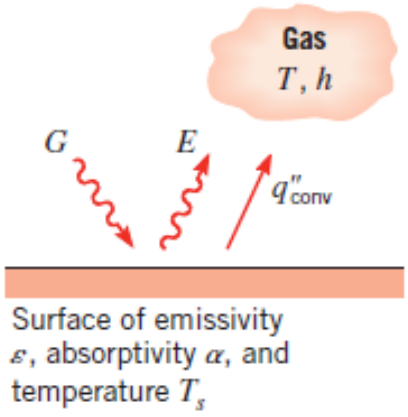


Figura II.26 Intercambio de radiación en una superficie

Factores de forma: muchas veces se tiene que un cuerpo no está completamente cubierto por otro, debido a esto se introduce un factor de ajuste a la radiación intercambiada, llamado factor de forma.

Los ahorros netos derivados de los principios anteriores, aplicados al diseño de los paneles solares logran una menor temperatura máxima, lo cual implica que se degrade más lento y esto hace, por una parte, que aumente su vida útil y, por la otra, que la energía disipada al ambiente disminuya en su intensidad.

Por lo que se puede determinar que:

En el proceso de conversión de energía, la temperatura de funcionamiento del panel fotovoltaico, desempeña un papel fundamental. Tanto en el rendimiento eléctrico como la potencia de salida del módulo, dependen linealmente de la temperatura de funcionamiento del panel. Los paneles solares absorben en promedio el 80% de la irradiación solar recibida. Sin embargo, una parte de esta irradiación se convierte en electricidad y la restante se convierte en calor[27]. La fracción que se convierte en calor aumenta la temperatura del módulo, formando concentraciones de portadores intrínsecos produciendo una mayor saturación de corriente, lo que provoca una reducción en la eficiencia y deterioro en el panel fotovoltaico, sin embargo, gracias a las características de los paneles a utilizar, el panel puede funcionar hasta con una temperatura máxima de +85°C, estarán diseñados para resistir las temperaturas que pueden alcanzarse en los días de máxima irradiación.

II.11 Relación de acciones, factores identificados para el proyecto

De manera complementaria a la descripción de las etapas de preparación del sitio y construcción, operación y abandono se presenta la relación de las 84 acciones identificadas para este proyecto (Tabla II.13).

Tabla II.13 Árbol de acciones identificadas para el proyecto

Etapas	Componente	Acciones	
Preparación del sitio	Preliminares	Adquisición de tierras	1
		Contratación de personal	2
	Trazo	Ingreso de personas	3
		Circulación de vehículos	4
		Levantamiento topográfico	5
		Marcaje de áreas	6
	Preparación del terreno	Ingreso de personas	7
		Circulación de vehículos	8
		Circulación de maquinaria	9
		Desmonte (retiro de vegetación)	10
		Despalme (retiro de la capa superficial del suelo)	11
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	12
Construcción	Generales durante la construcción	Ingreso de personas	13
		Circulación de vehículos	14
		Circulación de maquinaria	15
		Excavación	16
		Compactación	17
		Nivelación	18
		Cortes	19
		Rellenos	20
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	21
	Obras temporales (zonas de acopio, almacenes, campamentos y oficinas)	Adecuación de áreas para el acopio de material retirado	22
		Adecuación de áreas para estacionamiento	23
		Construcción de almacenes temporales	24
		Adecuación de áreas para comedor y cocina	25
		Adecuación de áreas para oficinas	26
		Construcción de control del acceso a obra	27
	Abastecimiento de materiales e insumos	Adquisición de insumos y materiales	28
		Traslado de insumos y materiales	29
		Ingreso de personas	30
		Ingreso de vehículos cargados de materiales e insumos	31
		Descarga de insumos y materiales	32
	Parque fotovoltaico	Realización de zanjas para acometida de cables	33
		Cimentaciones diversas (arquetas, cuadros eléctricos, inversores)	34
		Hincado de fustes	35
		Montaje del seguidor solar a un eje horizontal	36
		Montaje de los módulos fotovoltaicos	37
		Instalación y conexión a cuadros eléctricos	38
		Tendido de cables	39
		Tendido y conexión de red de tierras de la instalación	40
		Instalación de equipos eléctricos	41
		Vallado perimetral	42
		Habilitación de viales internos	43
		Instalación de equipo de seguridad	44

Etapas	Componente	Acciones	
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	45
	Subestación eléctrica	Conformación de plataforma	46
		Trazo de ejes principales para referencia	47
		Excavación para cimentación	48
		Realización de cimentaciones	49
		Construcción de edificio de control	50
		Construcción de fosa séptica	51
		Construcción de sistema de drenaje (canales y cunetas de salida de agua)	52
		Instalación de malla para sistema de tierras	53
		Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos	54
		Vallado perimetral	55
		Construcción de pisos terminados	56
		Montaje de estructura mayor y menor	57
		Montaje de equipo primario	58
		Montaje de tableros	59
		Montaje de bandejas en cuarto de control	60
		Montaje de banco de baterías y cargadores	61
		Instalación del sistema de alumbrado exterior	62
		Pruebas pre-operativas	63
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	64
	Línea de transmisión	Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza	65
		Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda	66
		Tendido, regulado y engrapado de cables	67
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	68
	Limpieza del AeP	Remoción obras provisionales	69
		Retiro de residuos	70
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional	71
		Supervisión del funcionamiento	72
		Inspección visual	73
		Lavado de paneles solares	74
		Comprobación de estado	75
		Poda selectiva de vegetación en las áreas de uso permanente	76
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	77
Abandono del sitio	Planta fotovoltaica, subestación eléctrica y línea de transmisión	Despido de personal (permanente)	78
		Contratación de personal (temporal)	79
		Desmantelamiento (retiro de equipos e infraestructura)	80
		Demolición de cimentaciones	81
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	82
		Descompactación del suelo	83
		Colocación de tierra vegetal	84

II.12 Bibliografía

1 **INEGI, 2018**. Síntesis metodológica del Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte, México. SCIAN 2018. INEGI, 1139.

2 **INEGI, 2018**. Inventario Nacional de Emisiones de Gases y Compuestos de Efecto Invernadero. Descarga directa de la liga http://www.gob.mx/inecc/acciones-y-programas/inventario-nacional-de-emisiones-de-gases-y-compuestos-de-efecto-invernadero

3 Diario Oficial de la Federación, 2018. Ley General de Cambio Climático. 13 del julio de 2018 (última reforma). 58 p

4 **SEDESOL. 2014**. Reglas de Operación del Programa para el Desarrollo de Zonas Prioritarias (PDZP), para el ejercicio fiscal 2014, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 28/12/2013. Disponible en: http://www.microrregiones.gob.mx/documentos/2014/RO_PDZP2014_DOF.pdf y < http://www.microrregiones.gob.mx/zap/datGenerales.aspx?entra=nacion&ent=13&mun=044>

5 **CGONAPO. 2010**. Índices de intensidad migratoria México-Estados Unidos.

6 **Observatorio económico México. 2020.** En cifras ¿Cómo vamos? Disponible en: <https://mexicocomovamos.mx/encifrascomovamos.pdf>. Base INEGI: <https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/default.aspx?pr=38&vr=5&in=2&tp=20&wr=1&cno=2>

7 **Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). Producto Interno Bruto Municipal 2005.** Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/models/inafed/Resource/220/1/images/siha_2_2_4.xlM>

8 **SE, 2015.** Energías renovables. Descarga directa de la liga https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/76391/DS_Energias_Renovables_ES.pdf

9 **IDEAM, 2017.** La radiación solar y su paso por la atmósfera. Descarga directa de la liga http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/la-radiacion-solar-y-su-paso-por-la-atmosfera

10 **Trina Solar 2019.** Diagrama de módulo fotovoltaico. Imagen tomada de: trinasolar.com/en-glb/product/VERTEX-DE20

11 **Trina Solar 2019.** Especificaciones técnicas del módulo fotovoltaico. Imagen tomada de: trinasolar.com/en-glb/product/VERTEX-DE20

12 **PVHARDWARE 2020**. Imagen recabada de la liga: https://pvhardware.com/monoline-solar-plants-single-axis-tracker/

13 INGETEAM 2019. Imagen tomada de https://www.enf.com.cn/Product/pdf/Inverter/5791d3d931a30.pdf

14 **INGETEAM 2019.** Especificaciones técnicas extraídas de: https://www.enf.com.cn/Product/pdf/Inverter/5791d3d931a30.pdf

15 INGETEAM 2020. Imagen tomada de https://www.ingeteam.com/en-us/sectors/photovoltaic-energy/p15_24_311_36/b-series-1500-vdc.aspx

16 **HGINGENIERIA.** Imagen extraída de la liga: https://www.hgingenieria.com.co/el-sistema-de-puesta-a-tierra-se-aplica-igual-a-todos-los-niveles-de-voltaje/

17 **TWENERGY**. Imagen extraída de la liga: https://twenergy.com/energia/energia-electrica/que-son-las-subestaciones-electricas/

18 **GREENTEACH.** Imagen tomada de: https://www.greenteach.es/la-energia-solar-todo-sobre-ella/

19 **E. Cuce, T. Bali, S. A. Sekucoglu, 2011**, “Effects of passive cooling on performance of silicon photovoltaic cells”, International Journal of Low-Carbon Technologies 2011, 0, 1–10.

20 **A. McEvoy, T. Markvart, L. Castañer, 2013**, “Solar Cells: Materials, Manufacture and Operation”, Editorial Elsevier.

[21] **Jordan, P.G. 2014**. Solar Energy Markets: An Analysis of the Global Solar Industry. Ed. Elsevier

[22] **Almaktara, M, H.A. Rahmana, M.Y. Hassana, y S. Rahmanb. 2013.** Climate based empirical model for PV Module Temeprature estimatión in tropical Environmetn. Applied Solar Energy, 2013. Vol. 49. Nº 4, pp. 192-201- En: Calderon, M:W. 2017. Diseño y modelamiento de disipadores de calor pasivos en paneles fotovoltaicos para reducción y redistribución de temperatura. Tesis para optar grado de M. en C.I. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Dpto. Ing. Méc. Universidad de Chile

[23] **Teo, H.G., P.S. Lee, M.N.A. Hawlader, 2011**. "An active cooling system for photovoltaic modules", Applied Energy 90 (2012) 309–315.

[24] **Kim, J.P., H. Lim, J. H. Song, Y. J. Chang, C. H. Jeon, 2010.** "Numerical analysis on the thermal characteristics of photovoltaic module with ambient temperature variation", Solar Energy Materials & Solar Cells 95 (2011) 404–407.

[25] **Royne, A., C. J. Dey, D. R. Mills, 2005**. "Cooling of photovoltaic cells under concentrated illumination: a critical review", Solar Energy Materials & Solar Cells 86 (2005) 451–483.j666

[26] **Cengel Y. A., A. J. Ghajar, 2015.** "Heat and Mass Transfer: fundamentals & applications," fifth edition, p. 17,18

[27] **Cepeda, J, Carmona A., 2017.** Aspectos que afectan la eficiencia en los paneles fotovoltaicos y sus potenciales soluciones. Universidad Santo Tomás Bogotá. Descarga directa de la liga: https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/4196/cepedajuan2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Capítulo III

VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[I]

[I] SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/698811/Guia_MIA-Regional-enero-2022.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES III-1

III.1 Introducción III-1

III.2 Marco constitucional III-2

III.3 Marco Jurídico Federal III-3

III.3.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) III-4

III.3.2 Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) III-8

III.3.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) III-13

III.3.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable III-16

III.3.5 Ley General de Vida Silvestre III-18

III.3.6 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre III-22

III.3.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) III-22

III.3.8 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLGPGIR) III-26

III.3.9 Ley General de Cambio Climático (LGCC) III-28

III.3.10 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones III-29

III.3.11 Ley de Planeación y Transición Energética III-30

III.3.12 Ley de Aguas Nacionales III-31

III.3.13 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales III-32

III.4 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y DESARROLLO URBANO III-33

III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio III-33

III.4.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos . III-36

III.4.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local y Territorial del Municipio de Ayala, Morelos III-38

III.4.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuautla III-39

III.5 PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES III-40

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025 - 2030 ..... III-40

III.5.2 Plan Municipal de Desarrollo Yautepec 2025 - 2027 ..... III-41

III.6 DECRETOS Y PROGRAMAS DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DE ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS III-42

III.6.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción federal, estatal o local III-42

III.6.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) III-42

III.6.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) III-43

III.6.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) III-43

III.6.5 Sitios RAMSAR III-43

III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS III-43

III.8 INSTRUMENTOS JURÍDICOS DE CARÁCTER INTERNACONAL III-46

III.8.1 Convención Marco de las Nacionales Unidas sobre el Cambio Climático III-46

III.8.2 Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático III-47

III.8.3 Agenda 2030 ..... III-47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla III.1 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos III-2

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) III-4

Tabla III.3 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)..... III-9

Tabla III.4 Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) III-14

Tabla III.5 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable III-16

Tabla III.6 Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre III-18

Tabla III.7 Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR) III-23

Tabla III.8 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR III-26

Tabla III.9 Vinculación del proyecto con la LGCC III-28

Tabla III.10 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones III-29

Tabla III.11 Vinculación del proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética III-30

Tabla III.12 Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales III-32

Tabla III.13 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales III-33

Tabla III.14 Características de la UAB 69 y de la región ecológica 18.19 ..... III-35

Tabla III.15 Características de la UAB 61 y de la región ecológica 18.9 ..... III-36

Tabla III.16 UGAs del POEREM con las que incide el proyecto III-37

Tabla III.17 UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Local y Territorial del Municipio de Ayala, Morelos con las que incide el proyecto III-39
Tabla III.18 UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuautla..... III-39
Tabla III.19 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto..... III-44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura III.1 Localización del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos III-38

III VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III.1 INTRODUCCIÓN

La presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional tiene la obligación sustantiva de demostrar que el proyecto propuesto guarda congruencia efectiva con el marco normativo vigente en los ámbitos federal, estatal y municipal, así como con los instrumentos de política ambiental y territorial que rigen el espacio geográfico en el que se pretende desarrollar. Dicha obligación no constituye un ejercicio meramente formal ni declarativo, sino una condición necesaria para que la autoridad evaluadora cuente con los elementos suficientes para valorar la compatibilidad del proyecto con los objetivos de protección ambiental, desarrollo sustentable y ordenamiento territorial que el Estado mexicano ha establecido en su sistema normativo.

Esta obligación encuentra su fundamento expreso en el artículo 13, fracción III, del Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA), el cual establece que la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional deberá contener la vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental y, en su caso, con la regulación del uso del suelo. La finalidad de este requerimiento es que la autoridad evaluadora, en este caso la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), cuente con los elementos suficientes para valorar si el proyecto es compatible con los objetivos de protección ambiental, desarrollo sustentable y ordenamiento territorial que el Estado mexicano ha establecido en su sistema normativo.

En este sentido, el presente capítulo tiene por objeto demostrar que el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”, a desarrollarse en los Municipios de Yautepec y Cuautla, en el Estado de Morelos, sobre una superficie de 209.13 hectáreas, es congruente con el conjunto de disposiciones legales, reglamentarias, normativas y de planeación que le son aplicables. Dicha congruencia se analiza en los ámbitos siguientes: el marco constitucional; la legislación federal ambiental, forestal, hídrica y energética; los planes y programas de desarrollo en sus tres niveles de gobierno; los ordenamientos ecológicos del territorio, tanto federal como estatal; las áreas naturales protegidas y regiones prioritarias de conservación; las Normas Oficiales Mexicanas aplicables; y los compromisos internacionales asumidos por el Estado mexicano en materia de cambio climático y desarrollo sustentable.

Es importante señalar que la vinculación aquí presentada no se limita a la mera enunciación de los ordenamientos aplicables, sino que analiza, para cada uno de ellos, el grado de congruencia del proyecto con sus objetivos, principios y disposiciones específicas, identificando tanto los preceptos que el proyecto satisface como los condicionamientos que, en su caso, deberán atenderse mediante medidas de prevención, mitigación o compensación, o bien a través de los trámites complementarios correspondientes. En este último rubro destaca que la porción del Área del Proyecto con cobertura vegetal de carácter forestal requerirá, previo al inicio de obras, la obtención de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSF) ante la SEMARNAT, mediante la presentación del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que establece la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

“Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” tiene como propósito la generación de energía eléctrica a partir de la radiación solar, mediante la instalación módulos fotovoltaicos. Al

tratarse de un proyecto de energía limpia y renovable, su desarrollo es congruente con los objetivos de protección ambiental, transición energética y desarrollo sustentable que el marco normativo aplicable establece, como se demuestra a lo largo del presente capítulo.

III.2 MARCO CONSTITUCIONAL

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) establece las fases fundamentales sobra las que se sustenta el marco jurídico aplicable al presente proyecto. Los preceptos constitucionales que guardan vinculación directa con el "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" son los siguientes (Tabla III.1):

Tabla III.1 Vinculación del proyecto con la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
Artículo 4	*(…)* *Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley.*	El proyecto busca generar energía limpia, reduciendo emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, se solicita la autorización de impacto ambiental para implementar medidas de prevención y mitigación que aseguren la conservación de los recursos naturales.
Artículo 25	*Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación…* *(…)* *Bajo criterios de equidad social, productividad y sustentabilidad se apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado de la economía, sujetándolos a las modalidades que dicte el interés público y al uso, en beneficio general, de los recursos productivos, cuidando su conservación y el medio ambiente*	El proyecto se alinea con la política energética nacional de transición hacia energías renovables, promoviendo el desarrollo sustentable, la competitividad y la reducción de impactos ambientales.
Artículo 27	*La propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.* *Las expropiaciones sólo podrán hacerse por causa de utilidad pública y mediante indemnización. (…)* *La Nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, en beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. (…)*	El proyecto se desarrollará en predios cuya cobertura vegetal y uso de suelo, conforme a la cartografía del INEGI, comprende extensas áreas agrícolas y vegetación secundaria de selva baja caducifolia. El régimen de propiedad del predio es. En caso de que los trabajos de campo confirmen la presencia de cuerpos de agua o escurrimientos superficiales dentro del Área del Proyecto, estos serán considerados aguas nacionales conforme a la Ley de Aguas Nacionales, por lo que su protección se sujetará a la regulación de la CONAGUA y se adoptarán las medidas de conservación correspondientes. La sujeción del

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
		proyecto al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental y al trámite de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales constituyen modalidades de interés público a las que el promovente se somete en cumplimiento de este mandato constitucional.
Artículo 115	*Los estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, democrático, laico y popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa, el municipio libre… (…) V Los Municipios, en los términos de las leyes federales y Estatales relativas, estarán facultados para: a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal; b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales; c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren Proyecto s de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios; d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales; e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana; f) Otorgar licencias y permisos para construcciones; g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia; h) Intervenir en la formulación y aplicación de programas de transporte público de pasajeros cuando aquellos afecten su ámbito territorial; e i) Celebrar convenios para la administración y custodia de las zonas federales. En lo conducente y de conformidad a los fines señalados en el párrafo tercero del artículo 27 de esta Constitución, expedirán los reglamentos y disposiciones administrativas que fueren necesarios. Los bienes inmuebles de la Federación ubicados en los Municipios estarán exclusivamente bajo la jurisdicción de los poderes federales, sin perjuicio de los convenios que puedan celebrar en términos del inciso i) de esta fracción.*	El proyecto cumplirá con los planes de desarrollo urbano y municipal aplicables en los municipios de Yautepec y Cuautla, en el Estado de Morelos, gestionando ante las autoridades municipales competentes las licencias, permisos de construcción y autorizaciones de uso de suelo que correspondan conforme a la normativa local vigente.

III.3 MARCO JURÍDICO FEDERAL

El presente apartado analiza la congruencia del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” con las disposiciones de la legislación federal aplicable. Para cada ordenamiento se identifican los artículos directamente vinculados al proyecto y se establece el grado de congruencia o las obligaciones que de ellos se derivan.

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

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) constituye el ordenamiento jurídico federal que establece los principios rectores de la política ambiental en México y regula la preservación, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988 y con última reforma publicada el 19 de enero de 2026, esta Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable, garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano, y establecer las bases para la preservación del equilibrio ecológico y la protección al ambiente en el territorio nacional.

En relación con el presente proyecto, la LGEEPA resulta el ordenamiento de referencia primario por dos razones concurrentes. La primera es que regula el procedimiento de Evaluación del Impacto Ambiental, estableciendo en su artículo 28 las obras y actividades sujetas a autorización previa de la SEMARNAT, entre las que se encuentran expresamente la industria eléctrica y los cambios de uso de suelo en terrenos forestales, supuestos en los que se inscribe el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”. La segunda es que define los principios de política ambiental que orientan la actuación del promovente durante todas las etapas del proyecto, incluyendo el principio de prevención, el de quien contamina paga y el de aprovechamiento sustentable de los ecosistemas.

Con fundamento en estas disposiciones, la presente MIA-Regional ha sido elaborada con el propósito de informar a la SEMARNAT los posibles impactos ambientales derivados de la instalación y operación del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” en los municipios de Yautepec y Cuautla, en el Estado de Morelos, así como las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para garantizar que el proyecto se desarrolle en apego a los principios de sustentabilidad, conservación y protección ambiental que la LGEEPA establece. Los artículos específicos que guardan vinculación directa con el proyecto se analizan en la siguiente tabla.

Tabla III.2 Vinculación del Proyecto con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA)

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
Artículo 3	*(…)* *XXI.- Manifestación de Impacto Ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo; (...)*	La presente MIA-R se integra conforme a esta definición legal, describiendo los impactos ambientales potenciales del proyecto fotovoltaico y las medidas de prevención, mitigación y compensación necesarias para evitar o reducir los efectos negativos sobre el ambiente.
Artículo 15	*Para la formulación y conducción de la política ambiental y la expedición de normas oficiales mexicanas y demás instrumentos previstos en esta Ley, en materia de preservación y restauración de equilibrio ecológico y protección al ambiente, el Ejecutivo Federal observará los siguientes principios: (...)* *II.- Los ecosistemas y sus elementos deben ser*	El proyecto reconoce que la instalación del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” implica la ocupación y modificación de áreas con cobertura forestal, lo que constituye un aprovechamiento indirecto de los ecosistemas. En cumplimiento de la fracción II, se gestionará la autorización de cambio de uso de

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
	aprovechados de manera que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad; (...) *IV.- Quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al ambiente, está obligado a prevenir, minimizar o reparar los daños que cause, así como asumir los costos que dicha afectación implique. Asimismo, debe incentivarse a quien proteja el ambiente, promueva o realice acciones de mitigación y adaptación a los efectos del cambio climático y aproveche de manera sustentable los recursos naturales; (...)*	suelo forestal y se aplicarán medidas de compensación y restauración que aseguren la conservación de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos del área. En observancia de la fracción IV, el proyecto adopta el principio de prevención al someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental en modalidad regional, implementando medidas como el rescate y reubicación de flora y fauna, control de escurrimientos y manejo adecuado de residuos, garantizando que los impactos potenciales se eviten o reduzcan antes de que se manifiesten.
Artículo 19	*En la formulación del ordenamiento ecológico se deberán considerar los siguientes criterios: I.- La naturaleza y características de los ecosistemas existentes en el territorio nacional y en las zonas sobre las que la nación ejerce soberanía y jurisdicción; II.- La vocación de cada zona o región, en función de sus recursos naturales, la distribución de la población y las actividades económicas predominantes; III.- Los desequilibrios existentes en los ecosistemas por efecto de los asentamientos humanos, de las actividades económicas o de otras actividades humanas o fenómenos naturales; IV.- El equilibrio que debe existir entre los asentamientos humanos y sus condiciones ambientales; V.- El impacto ambiental de nuevos asentamientos humanos, vías de comunicación y demás obras o actividades; VI.- Las modalidades que de conformidad con la presente Ley, establezcan los decretos por los que se constituyan las áreas naturales protegidas, así como las demás disposiciones previstas en el programa de manejo respectivo, en su caso; y VII.- Las cuencas hidrográficas e hidrológicas y acuíferos existentes regulados por los ordenamientos respectivos.*	El Área del Proyecto intersecta varios programas de ordenamiento ecológico, los cuales se describen más adelante y se vinculan con el presente Proyecto.
Artículo 19 BIS	*El ordenamiento ecológico del territorio nacional y de las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, se llevará a cabo a través de los programas de ordenamiento ecológico: I.- General del Territorio; II.- Regionales; III.- Locales; y IV.- Marinos.*	El proyecto reconoce la obligatoriedad de considerar los programas de ordenamiento ecológico en sus diferentes niveles. Se revisó la congruencia con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel Federal, y con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos. Así como lo que indican los Programas de Ordenamiento Ecológico de los Municipios de Ayala y Cuautla.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
Artículo 22 BIS	*(…)* *IV. Quedarán sujetos a la evaluación del impacto ambiental los cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.*	Como se mencionó el proyecto, no afectará vegetación forestal en el área propuesta para la Planta Fotovoltaica y solo afectará vegetación en donde se construirá la Línea de Alta Tensión que tendrá un derecho de vía de 20 metros de ancho y en donde se afectará vegetación forestal de vegetación secundaria de selva baja, por tal motivo, se deberá realizar el Estudio Técnico Justificativo correspondiente.
Artículo 28	*La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría. (...)* *II. Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y eléctrica; (…)* *VII. Quedarán sujetos a la evaluación del impacto ambiental los cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas.*	El proyecto consiste en la instalación y operación de una planta fotovoltaica para generación de energía eléctrica, por lo que se encuentra expresamente sujeto a evaluación de impacto ambiental conforme a esta fracción, siendo la presente MIA-Regional el instrumento mediante el cual se atiende dicha obligación ante la SEMARNAT. La porción del Área del Proyecto con cobertura vegetal de carácter forestal implica un cambio de uso de suelo que queda expresamente sujeto a evaluación de impacto ambiental conforme a esta fracción, siendo la presente MIA-Regional el instrumento mediante el cual se atiende dicha obligación.
Artículo 30	*Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en él o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente. […]*	La presente MIA-R ha sido elaborada en cumplimiento de este precepto, conteniendo la descripción del proyecto, la caracterización del sistema ambiental regional, la identificación y evaluación de impactos, y las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, conforme a la estructura establecida en el REIA
Artículo 35	*Una vez presentada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en esta Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días. Para la autorización de las obras y actividades a que se refiere el artículo 28, la Secretaría se sujetará a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como los*	El promovente se sujeta al procedimiento de evaluación establecido en este artículo y se compromete a acatar las condicionantes que la SEMARNAT determine en su resolución, incluyendo la implementación de medidas adicionales de prevención, mitigación y compensación que sean necesarias para asegurar la viabilidad

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
	programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico del territorio, las declaratorias de áreas naturales protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables. Asimismo, para la autorización a que se refiere este artículo, la Secretaría deberá evaluar los posibles efectos de dichas obras o actividades en el o los ecosistemas de que se trate, considerando el conjunto de elementos que los conforman y no únicamente los recursos que, en su caso, serían sujetos de aprovechamiento o afectación. Una vez evaluada la manifestación de impacto ambiental, la Secretaría emitirá, debidamente fundada y motivada, la resolución correspondiente en la que podrá: *I.- Autorizar la realización de la obra o actividad de que se trate, en los términos solicitados;* *II.- Autorizar de manera condicionada la obra o actividad de que se trate, a la modificación del proyecto o al establecimiento de medidas adicionales de prevención y mitigación, a fin de que se eviten, atenúen o compensen los impactos ambientales adversos susceptibles de ser producidos en la construcción, operación normal y en caso de accidente. Cuando se trate de autorizaciones condicionadas, la Secretaría señalará los requerimientos que deban observarse en la realización de la obra o actividad prevista, o* *III.- Negar la autorización solicitada, cuando: a) Se contravenga lo establecido en esta Ley, sus reglamentos, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones aplicables; b) La obra o actividad de que se trate pueda propiciar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o cuando se afecte a una de dichas especies, o c) Exista falsedad en la información proporcionada por los promoventes, respecto de los impactos ambientales de la obra o actividad de que se trate. La Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en la autorización, en aquellos casos expresamente señalados en el reglamento de la presente Ley, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas. La resolución de la Secretaría sólo se referirá a los aspectos ambientales de las obras y actividades de que se trate.*	ambiental del proyecto. Asimismo, se demuestra que el proyecto no se ubica dentro de Áreas Naturales Protegidas federales o estatales. Asimismo, el promovente se compromete a acatar las condicionantes que la SEMARNAT determine en la resolución de autorización, incluyendo la implementación de medidas adicionales de prevención, mitigación y compensación que sean necesarias para asegurar la viabilidad ambiental del proyecto.
Artículo 136	*Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:* *I. La contaminación del suelo;* *II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;*	El proyecto contempla la gestión adecuada de los residuos que se generen durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento de la planta fotovoltaica, mediante un Programa de Manejo de Residuos que incluirá su

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación del proyecto
	III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y *IV. Riesgos y problemas de salud.*	clasificación, almacenamiento temporal en sitios adecuados y disposición final a través de empresas autorizadas, evitando su infiltración al suelo y garantizando el cumplimiento de este precepto.

III.3.2 Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación del Impacto Ambiental fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, siendo su última reforma la publicada en el DOF el 31 de octubre de 2014. Este ordenamiento constituye el instrumento reglamentario que desarrolla y da operación al procedimiento de evaluación de impacto ambiental establecido en la LGEEPA, dotándolo de precisión técnica y jurídica en cuanto a las obras y actividades sujetas a autorización, las modalidades bajo las que debe presentarse la Manifestación de Impacto Ambiental, los contenidos mínimos que ésta debe incluir, los plazos del procedimiento administrativo y las obligaciones que asume el promovente frente a la autoridad evaluadora durante todas las etapas del proceso.

El REIA es el ordenamiento que regula de manera directa e inmediata la elaboración y presentación del presente documento, dado que establece en su artículo 5° las obras y actividades que requieren autorización en materia de impacto ambiental, entre las que se encuentran expresamente las industrias del sector eléctrico y los cambios de uso de suelo en terrenos forestales. Asimismo, define en su artículo 9° las modalidades de la Manifestación de Impacto Ambiental (particular y regional) y en su artículo 11 los supuestos que determinan la procedencia de la modalidad regional, que es la aplicable al presente proyecto en virtud de que el Área del Proyecto intersecta dos Unidades de Gestión Ambiental con políticas diferenciadas dentro del Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Tlaxcala, e involucra tanto obras de infraestructura eléctrica como cambio de uso de suelo forestal en la porción correspondiente a la UGA 14 (Ff4-14).

En este contexto el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” se sujeta plenamente a las disposiciones del REIA, habiéndose elaborado la presente MIA-Regional con estricto apego a los contenidos mínimos que este ordenamiento establece. A continuación, se identifican y analizan los artículos específicos que resultan vinculantes para el proyecto, señalando en cada caso la forma en que el promovente da cumplimiento a las obligaciones y condicionantes que dichos preceptos imponen.

Tabla III.3 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA)

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 3°, fracciones I Ter, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX, X, XIII y XIV	*Para los efectos del presente Reglamento se considerarán las definiciones contenidas en la ley y la siguientes: (...)* *I Ter. Cambio de Uso de suelo: Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación;* *II. Especies de difícil regeneración: Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción;* *III. Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso; (...)* *VI. Desequilibrio ecológico grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas;* *VII. Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;* *IX. Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales,* *X. Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación; (...)*	El "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" se vincula con las fracciones de este artículo al reconocer y aplicar los conceptos fundamentales que orientan el análisis y manejo de los impactos ambientales en todas las etapas del proyecto. En materia de cambio de uso de suelo (fracción I Ter), el proyecto contempla la remoción parcial de vegetación forestal en el Área del Proyecto, asumiendo la obligación de tramitar el CUSF ante la SEMARNAT mediante la elaboración del Estudio Técnico Justificativo correspondiente. Respecto a las especies de difícil regeneración (fracción II), la MIA-Regional propone medidas específicas de rescate, reubicación y conservación de flora y fauna, con énfasis en las especies bajo alguna categoría de protección conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y sus actualizaciones de listado vigentes al momento de la evaluación. En cuanto al daño ambiental (fracción III), al daño a los ecosistemas (fracción IV) y al daño grave al ecosistema (fracción V), la evaluación identifica y valora de manera detallada los posibles efectos sobre los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos del sistema ambiental, demostrando que las afectaciones serán localizadas, temporales y no alcanzarán el umbral de daño grave ni de desequilibrio ecológico irreversible. Conforme a las fracciones VI, VII, VIII, IX y X, el estudio identifica y evalúa los impactos acumulativos, sinérgicos, significativos y residuales del proyecto, estableciendo que éstos serán controlados mediante los Programas de Manejo Ambiental propuestos, los cuales incluyen las medidas de prevención (fracción XIII) para evitar efectos previsibles de deterioro, y las medidas de mitigación (fracción XIV) para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales durante y después de cada etapa del proyecto.
Artículo 4, fracciones I y VI	*Corresponde a la Secretaría:* *I. Evaluar el impacto ambiental y emitir las resoluciones correspondientes para la realización de proyectos de obras o actividades a que se refiere el presente reglamento; (…)*	El "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" se somete al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la SEMARNAT en virtud de su competencia Federal, por tratarse de una obra de generación eléctrica con interconexión al Sistema Eléctrico Nacional. Conforme a la fracción I, corresponde a la SEMARNAT evaluar el

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
	VI. Vigilar el cumplimiento de las disposiciones de este reglamento, así como la observancia de las resoluciones previstas en el mismo, e imponer las sanciones y demás medidas de control y de seguridad necesarias, con arreglo a las disposiciones legales y reglamentarias aplicables, (...)	proyecto y emitir la resolución de impacto ambiental con las condicionantes que garanticen la protección del ambiente durante todas las etapas del proyecto. Conforme a la fracción VI, el promovente asume el compromiso de cumplir en todo momento con las disposiciones del presente Reglamento y con las condicionantes establecidas en la resolución de impacto ambiental que emita la autoridad, quedando sujeto a las facultades de vigilancia, inspección y sanción de la SEMARNAT durante la preparación del sitio, construcción, operación y abandono del proyecto.
Artículo 5, inciso K), fracciones I, II, III y IV	*Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:* *K) Industria Eléctrica:* *I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;* *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 3MW; (…)*	El “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” queda comprendida en los tres supuestos de este inciso en razón de sus componentes principales. Conforme a la fracción I, el proyecto contempla la construcción de una central de generación eléctrica mediante conversión fotovoltaica con una capacidad mayor a 3 MW, supuesto que la SEMARNAT evalúa consistentemente bajo esta fracción por analogía con las plantas de generación eléctrica expresamente listadas, todas con capacidad superior al umbral de 0.5 MW previsto como excepción. Conforme a la fracción II, el proyecto incluye la instalación de una Subestación Elevadora y una Subestación de Maniobras dentro del Área del Proyecto para la transformación y adecuación de la energía generada previo a su entrega a la red de CFE. Conforme a la fracción III, el proyecto contempla la construcción de Líneas de Alta Tensión dentro del Área del Proyecto para la interconexión con el sistema de transmisión existente de CFE en la zona.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 5 inciso O, fracción I y II	*I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables;* *II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, (…)*	El "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" se desarrollará en un Área del Proyecto que intersecta el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) a nivel Federal; el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos. Así como lo que indican los Programas de Ordenamiento Ecológico de los Municipios de Ayala y Cuautla. En cumplimiento de las obligaciones derivadas de este inciso, el promovente elaborará y presentará ante la SEMARNAT el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente para obtener la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSF), trámite que deberá gestionarse previo al inicio de cualquier actividad que implique remoción de vegetación forestal.
Artículo 9	*Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.* *La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.* *La Secretaría proporcionará a los promoventes guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo con el tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo. La Secretaría publicará dichas guías en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.*	El promovente del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en modalidad Regional ante la SEMARNAT, con la información técnica y ambiental requerida para su evaluación integral. El documento incluye la caracterización del sistema ambiental regional, la identificación y evaluación de los impactos ambientales, así como los Programas de Manejo Ambiental propuestos para todas las etapas del proyecto.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 10	*Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades:* *I. Regional, o* *II. Particular*	La modalidad Regional es la procedente para el presente proyecto dado que el Área del Proyecto involucra tanto instalaciones de generación eléctrica como cambio de uso de suelo forestal, implicando la evaluación de diferentes tipos de cobertura vegetal y condicionantes dentro del sistema ambiental regional definido.
Artículo 13	*La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:* *I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;* *II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;* *III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables;* *IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;* *V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;* *VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;* *VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y* *VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.*	La presente MIA-Regional del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” ha sido estructurada y elaborada en estricto apego a los contenidos mínimos establecidos en este artículo. De igual manera, el presente Capítulo III da cumplimiento expreso a este requerimiento reglamentario, analizando la congruencia del proyecto con el conjunto de ordenamientos jurídicos y de planeación aplicables en los ámbitos constitucional, federal, estatal y municipal.
Artículo 14	*Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además, el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos proyectos.*	El “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” involucra simultáneamente obras de la industria eléctrica sujetas a evaluación de impacto ambiental conforme al artículo 5°, inciso K), y cambio de uso de suelo en terrenos forestales conforme al artículo 5°, inciso O), ambos del presente Reglamento. En ejercicio de la facultad prevista en este artículo, el promovente presenta una única MIA-Regional que integra la información técnica y ambiental requerida para ambas autorizaciones ante la SEMARNAT, lo que permite a la autoridad evaluar de manera integral y conjunta los impactos del proyecto y las medidas de manejo ambiental propuestas.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 44	*Al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental la Secretaría deberá considerar:* *I. Los posibles efectos de las obras o actividades a desarrollarse en el o los ecosistemas de que se trate, tomando en cuenta el conjunto de elementos que los conforman, y no únicamente los recursos que fuesen objeto de aprovechamiento o afectación;* *II. La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos, y* *III. En su caso, la Secretaría podrá considerar las medidas preventivas, de mitigación y las demás que sean propuestas de manera voluntaria por el solicitante, para evitar o reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.*	La presente MIA-Regional del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" ha sido elaborada atendiendo los criterios de evaluación establecidos en este artículo. Conforme a la fracción I, el estudio evalúa los posibles efectos del proyecto sobre el conjunto de los ecosistemas presentes en el sistema ambiental regional, considerando tanto los componentes bióticos (flora, fauna, vegetación forestal) como los abióticos (suelo, agua, aire), sin limitarse únicamente a los recursos directamente afectados. Conforme a la fracción II, la MIA-Regional demuestra que la utilización de los recursos naturales del Área del Proyecto se realizará respetando la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas involucrados, mediante la implementación de los Programas de Manejo Ambiental propuestos. Conforme a la fracción III, el promovente propone de manera voluntaria un conjunto de medidas preventivas y de mitigación adicionales a las mínimas requeridas, con el propósito de reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente durante todas las etapas del proyecto.

III.3.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018, siendo su última reforma la publicada en el DOF el 1 de abril de 2024. Este ordenamiento regula la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país, así como sus recursos y servicios ambientales asociados, estableciendo la concurrencia entre los tres órdenes de gobierno en la materia.

La LGDFS es relevante para el presente proyecto en razón de que el Área del Proyecto, intersecta algunas áreas con cobertura vegetal de carácter forestal cuya remoción parcial resulta indispensable para la instalación de la infraestructura del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar". Dicha afectación configura el supuesto de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSF), que constituye el trámite de mayor complejidad técnica y jurídica asociado al proyecto, al requerir la elaboración de un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) y su presentación ante la SEMARNAT para obtener la autorización correspondiente previo al inicio de cualquier obra.

En este contexto, la presente MIA-Regional aborda de manera integral tanto los impactos ambientales asociados a las obras de generación eléctrica como los derivados del cambio de uso de suelo forestal, reconociendo que ambos procesos se desarrollan en el mismo predio y deben ser evaluados de manera conjunta por la autoridad ambiental federal. A continuación, se identifican los artículos de este ordenamiento que resultan directamente vinculantes para el proyecto.

Tabla III.4 Vinculación del proyecto con la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 7°, fracciones VI y LXX	*VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal: La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales.* *LXXI Terreno forestal: Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales.*	El "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" se desarrollará en un Área del Proyecto que, conforme a la cartografía del INEGI, presenta cobertura vegetal de carácter forestal que incluye áreas agrícolas y de vegetación secundaria de selva baja caducifolia, clasificaciones que corresponden al concepto de terreno forestal establecido en la fracción LXXI de este artículo. La remoción parcial de dicha vegetación para el establecimiento de la infraestructura del proyecto configura el supuesto de cambio de uso de suelo en terreno forestal definido en la fracción VI, por lo que el promovente queda sujeto a la obtención de la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSF) ante la SEMARNAT, previo al inicio de cualquier actividad que implique remoción de vegetación forestal.
Artículo 68	*Corresponderá a la Secretaría emitir los siguientes actos y autorizaciones: (…)* *I. Autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción (…)* *VIII. Inscripción de prestadores de servicios forestales en el Registro Federal Nacional, y (...)*	Conforme a la fracción I, la SEMARNAT es la autoridad competente para emitir la autorización de CUSF que requiere el proyecto, la cual tiene carácter de excepción y solo procederá una vez acreditados los requisitos establecidos en el artículo 93 de esta Ley y su Reglamento. Conforme a la fracción VIII, el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que sustentará la solicitud de CUSF será elaborado por un prestador de servicios forestales debidamente inscrito en el Registro Forestal Nacional, garantizando la validez técnica y legal del trámite ante la SEMARNAT.
Artículo 93	*La Secretaría solo podrá autorizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal.* *En las autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, la Secretaría deberá dar respuesta debidamente fundada y motivada a las opiniones técnicas emitidas por los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate.*	El "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" elaborará y presentará ante la SEMARNAT el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) correspondiente, el cual demostrará que la biodiversidad de los ecosistemas forestales afectados en el Área del Proyecto se mantiene, y que la erosión de suelos, la capacidad de almacenamiento de carbono, el deterioro de la calidad del agua y la disminución en su captación serán mitigados mediante las medidas propuestas. El ETJ será sometido a la opinión técnica del Consejo Estatal Forestal de Morelos, conforme lo establece este artículo. La autorización integrará un programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna afectadas. Respecto al último párrafo, en caso de confirmarse que los predios del proyecto corresponden a territorios indígenas se atenderán los requisitos de consulta previa establecidos en este precepto.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
	Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la flora y fauna afectadas y su adaptación al nuevo hábitat conforme se establezca en el Reglamento. Dichas autorizaciones deberán sujetarse a lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamientos ecológicos correspondientes, las Normas Oficiales Mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables. *Tratándose de terrenos ubicados en territorios indígenas, la autorización de cambio de uso de suelo además deberá acompañarse de medidas de consulta previa, libre, informada, culturalmente adecuada y de buena fe, en los términos de la legislación aplicable. Para ello, la Secretaría se coordinará con el Instituto Nacional de los Pueblos Indígenas.*	
Artículo 96	*Los titulares de autorizaciones de cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán presentar los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del mismo, en los términos que establezca el Reglamento de la presente Ley.*	Una vez obtenida la autorización de CUSF, el promovente del "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" dará cumplimiento a la obligación de presentar ante la SEMARNAT los informes periódicos sobre la ejecución y desarrollo del cambio de uso de suelo, reportando el avance de las obras, la implementación de las medidas de mitigación y los resultados del programa de compensación ambiental, en los términos y plazos que establezca el Reglamento de la LGDFS.
Artículo 97	*No se podrá otorgar autorización de cambio de uso de suelo en un terreno incendiado sin que hayan pasado 20 años y que se acredite a la Secretaría que la vegetación forestal afectada se ha regenerado, mediante los mecanismos que, para tal efecto, se establezcan en el Reglamento de esta Ley.*	No hay predios incendiados en el área del proyecto
Artículo 98	*Los interesados en el cambio de uso de suelo en terrenos forestales deberán comprobar que realizaron el depósito ante el Fondo Forestal Mexicano, por concepto de compensación ambiental, para que se lleven a cabo acciones de restauración de los ecosistemas que se afecten, preferentemente dentro de la cuenca hidrográfica en donde se ubique la autorización del Proyecto, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.*	El promovente realizará el depósito de compensación ambiental ante el Fondo Forestal Mexicano, conforme a la superficie autorizada en el CUSF. Además, implementará un Programa de Compensación Ambiental que incluya reforestación y restauración ecológica dentro de la cuenca del proyecto, contribuyendo a la recuperación de los ecosistemas y al equilibrio ecológico regional.

III.3.4 Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 9 de diciembre de 2020, siendo su última reforma la publicada en el DOF el 20 de noviembre de 2025. Este ordenamiento desarrolla e indica las disposiciones de la LGDFS en el ámbito de competencia federal, estableciendo los procedimientos, requisitos, plazos y contenidos técnicos aplicables a los trámites forestales, con especial relevancia para la autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSF).

El Reglamento constituye el instrumento normativo de mayor aplicación práctica para el presente proyecto en materia forestal, dado que define con precisión los contenidos mínimos del Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que el promovente deberá elaborar y presentar ante la SEMARNAT, así como el procedimiento administrativo para la obtención de la autorización de CUSF y las obligaciones derivadas de la misma. Su correcta observancia determina la viabilidad del trámite forestal asociado a el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”.

Tabla III.5 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Articulo 141	*Los estudios técnicos justificativos a que se refiere el artículo 93 de la Ley, deberán contener, por lo menos, lo siguiente:* *I. Descripción del o los usos que se pretendan dar al terreno;* *II. Ubicación y superficie total del o los polígonos donde se pretenda realizar el Cambio de uso del suelo en los Terrenos forestales, precisando su localización geográfica en los planos del predio correspondiente, los cuales estarán georreferenciados y expresados en coordenadas UTM;* *III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la Cuenca hidrográfica, subcuenca y microcuenca, donde se encuentre ubicada la superficie solicitada incluyendo clima, tipos de suelo, topografía, hidrografía, geología y la composición y estructura florística por tipos de vegetación y composición de grupos faunísticos;* *IV. Descripción de las condiciones del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales, que incluya clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;* *V. Un análisis comparativo de la composición florística y faunística del área sujeta a Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales con relación a los tipos de vegetación del ecosistema dentro de la cuenca, subcuenca o microcuenca hidrográfica, que permita determinar el grado de afectación por el Cambio de uso de suelo en Terrenos forestales;* *VI. Un análisis comparativo de las tasas de erosión de los suelos, así como la calidad, captación e infiltración del agua, en el área solicitada respecto a las que se tendrán después de la remoción de la*	El Artículo 141 establece el contenido mínimo que deberá integrar el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que acompañe la solicitud de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales, el cual incluye la descripción de los usos previstos, las condiciones físicas, biológicas y ambientales del sitio, así como el análisis comparativo de la vegetación, los suelos, el volumen de materia vegetal a remover y las medidas de rescate, mitigación y compensación aplicables. En este sentido, aunque el proyecto Parque Fotovoltaico se encuentra actualmente en la fase de elaboración de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA-R), el promovente considera desde esta etapa los lineamientos del Artículo 141, de manera que la información ambiental, la caracterización del área, la identificación de impactos y las medidas de manejo propuestas en la MIA sean congruentes con los criterios técnicos y forestales que posteriormente se integrarán al ETJ. Con ello, el proyecto asegura la coherencia técnica y jurídica entre los instrumentos de evaluación ambiental, garantizando que la gestión futura del CUSF se realice conforme a los principios de sustentabilidad,

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
	Vegetación forestal; *VII. Estimación del volumen en metros cúbicos, por especie y por predio, ¡de las Materias primas forestales derivadas del Cambio de uso de suelo;* *VIII. Plazo propuesto y la programación de las acciones para la ejecución del Cambio de uso de suelo;* *IX. Propuesta de programa de rescate y reubicación de especies de flora y fauna que pudieran resultar afectadas y su adaptación al nuevo hábitat, en caso de autorizarse el Cambio de uso de suelo;* *X. Medidas de prevención y mitigación por la afectación sobre los Recursos forestales, el agua, la flora y fauna silvestres aplicables durante las distintas etapas del desarrollo del Cambio de uso de suelo;* *XI. Servicios ambientales que se verán afectados por el Cambio de uso de suelo propuesto;* *XII. Análisis que demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados por el Cambio del uso de suelo se mantenga;* *XIII. Datos de inscripción en el Registro del Prestador de Servicios forestales que haya elaborado el estudio, y del que estará a cargo de la ejecución del Cambio de uso de suelo;* *XIV. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones jurídicas aplicables, y* *XV. Los demás requisitos que establezcan otras disposiciones jurídicas.* *La propuesta de programa a que se refiere la fracción IX del presente artículo deberá incluir el nombre de las especies a rescatar, la densidad de plantación, el Plano georreferenciado del sitio donde serán reubicadas dentro del ecosistema afectado, preferentemente en áreas vecinas o cercanas a donde se realizarán los trabajos de Cambio de uso de suelo, así como las acciones que aseguren al menos un ochenta por ciento de supervivencia de las referidas especies, los periodos de ejecución de dichas acciones y de su mantenimiento.* *Para efectos de lo previsto en la fracción XIV del presente artículo, los interesados identificarán los criterios de los programas de ordenamiento ecológico que emitan las autoridades competentes de los tres órdenes de gobierno, atendiendo al uso que se pretende dar al Terreno forestal*	conservación de la biodiversidad y restauración de ecosistemas establecidos en la legislación forestal vigente.

III.3.5 Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, siendo su última reforma la publicada en el DOF el 16 de julio de 2025. Este ordenamiento regula la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio nacional, estableciendo las bases para la protección de las especies y poblaciones en riesgo, así como los criterios que deben observarse en el desarrollo de obras y actividades que puedan afectar los ecosistemas y su biodiversidad.

La LGVS es relevante para el "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar", en razón de que el Área del Proyecto, ubicada en los municipios de Yautepec y Cuautla, Morelos, presenta cobertura vegetal forestal que constituye hábitat para diversas especies de flora y fauna silvestre, algunas de las cuales podrían encontrarse bajo alguna categoría de riesgo conforme a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las actividades de preparación del sitio y remoción de vegetación implican una afectación potencial sobre estas especies y su hábitat, por lo que el proyecto debe observar los criterios de conservación y las obligaciones de mitigación establecidos en esta Ley.

En este contexto, la presente MIA-Regional incorpora un análisis de la fauna y flora silvestre presente en el sistema ambiental regional, identificando las especies bajo categoría de protección y proponiendo las medidas de rescate, reubicación y compensación que garanticen la menor afectación posible sobre la vida silvestre del área. A continuación, se identifican los artículos vinculantes.

Tabla III.6 Vinculación del proyecto con la Ley General de Vida Silvestre

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 4	*Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación. Los propietarios o legítimos poseedores de los predios en donde se distribuye la vida silvestre tendrán derechos de aprovechamiento sustentable sobre sus ejemplares, partes y derivados en los términos prescritos en la presente Ley y demás disposiciones aplicables. Los derechos sobre los recursos genéticos estarán sujetos a los tratados internacionales y a las disposiciones sobre la materia.*	El promovente del proyecto cumplirá con este principio mediante la prevención de impactos a la fauna silvestre durante las fases de preparación, construcción y operación. Se propondrán medidas de rescate, reubicación y monitoreo de fauna, evitando la destrucción de madrigueras o perturbación de hábitats naturales, en cumplimiento del deber de conservación establecido por esta disposición.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 27	*El manejo de ejemplares y poblaciones exóticos sólo se podrá llevar a cabo en condiciones de confinamiento que garanticen la seguridad de la sociedad civil y trato digno y respetuoso hacia los ejemplares, de acuerdo con un plan de manejo que deberá ser previamente aprobado por la Secretaría y el que deberá contener lo dispuesto por el artículo 78 Bis, para evitar los efectos negativos que los ejemplares y poblaciones exóticos pudieran tener para la conservación de los ejemplares y poblaciones nativos de la vida silvestre y su hábitat.* *Las personas que posean algún o algunos ejemplares referidos en el párrafo anterior, como mascota o animal de compañía, deberán de contar con autorización expresa de la Secretaría.* *Aquellos ejemplares de especies que por su naturaleza, ante un inadecuado manejo o evento que ponga en riesgo a la población civil, deberán ser reubicados por la Secretaría.*	El proyecto "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" se vincula con lo dispuesto en los artículos 27, 27 Bis y 27 Bis 1 de la Ley General de Vida Silvestre, al establecer medidas preventivas y de control destinadas a evitar la introducción, proliferación o dispersión de especies exóticas e invasoras en el área del proyecto. Durante las etapas de preparación y construcción, el promovente aplicará protocolos de bioseguridad y limpieza de maquinaria, equipo y materiales, con el fin de impedir la entrada de semillas, esporas o ejemplares no nativos que pudieran afectar la biodiversidad local o competir con especies silvestres nativas. Asimismo, se asegurará que el manejo temporal de fauna rescatada se realice en condiciones de confinamiento seguras y éticamente adecuadas, conforme a planes de manejo aprobados por la autoridad competente, garantizando que ninguna especie sea liberada fuera de su rango natural de distribución. El proyecto no contempla la introducción deliberada ni el aprovechamiento de especies exóticas, y adoptará las medidas necesarias para evitar la presencia accidental de organismos invasores durante la vida útil del parque fotovoltaico. Estas acciones cumplen con el objetivo de la LGVS de prevenir impactos negativos sobre los ecosistemas y la salud pública, asegurando la conservación de las especies nativas y el equilibrio ecológico del sitio.
Artículo 27 Bis	*No se permitirá la liberación o introducción a los hábitats y ecosistemas naturales de especies exóticas invasoras.* *La Secretaría determinará dentro de normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales las listas de especies exóticas invasoras. Las listas respectivas serán revisadas y actualizadas cada 3 años o antes si se presenta información suficiente para la inclusión de alguna especie o población. Las listas y sus actualizaciones indicarán el género, la especie y, en su caso, la subespecie y serán publicadas en el Diario Oficial de la Federación y en la Gaceta Ecológica.* *Asimismo, expedirá las normas oficiales mexicanas y/o acuerdos secretariales relativos a la prevención de la entrada de especies exóticas invasoras, así como el manejo, control y erradicación de aquéllas que ya se encuentren establecidas en el país o en los casos de introducción fortuita, accidental o ilegal.*	
Artículo 27 Bis 1	*No se autorizará la importación de especies exóticas invasoras o especies silvestres que sean portadoras de dichas especies invasoras que representen una amenaza para la biodiversidad, la economía o salud pública.*	

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 76.	*La conservación de las especies migratorias se llevará a cabo mediante la protección y mantenimiento de sus hábitats, el muestreo y seguimiento de sus poblaciones, así como el fortalecimiento y desarrollo de la cooperación internacional; de acuerdo con las disposiciones de esta Ley, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y de las que de ellas se deriven, sin perjuicio de lo establecido en los tratados y otros acuerdos internacionales en los que México sea parte contratante.*	La identificación de los posibles impactos del proyecto "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" demuestra que el área destinada a la instalación del Proyecto no representa una afectación directa sobre las poblaciones de aves o murciélagos que habitan o transitan en la región. Sin embargo, se reconoce que la línea de transmisión eléctrica podría implicar un impacto potencial sobre la avifauna presente, particularmente durante sus desplazamientos locales o migratorios. En atención a ello, se proponen medidas de prevención y mitigación orientadas a reducir el riesgo de colisiones y perturbaciones sobre las especies de vertebrados voladores, garantizando la conservación funcional de los hábitats y cumpliendo con el principio de protección de especies migratorias que establece la Ley General de Vida Silvestre.
Artículo 80	*La Secretaría podrá autorizar la liberación de ejemplares de la vida silvestre al hábitat natural con fines de repoblación o de reintroducción, en el marco de proyectos que prevean:* *a) Una evaluación previa de los ejemplares y del hábitat que muestre que sus características son viables para el proyecto.* *b) Un plan de manejo que incluya acciones de seguimiento con los indicadores para valorar los efectos de la repoblación o reintroducción sobre los ejemplares liberados, otras especies asociadas y el hábitat, así como medidas para disminuir los factores que puedan afectar su sobrevivencia, en caso de ejemplares de especies en riesgo o de bajo potencial reproductivo.* *c) En su caso, un control sanitario de los ejemplares a liberar.*	El proyecto dará cumplimiento a este artículo mediante la evaluación previa de ejemplares y hábitats receptores, asegurando condiciones viables para su liberación. Las acciones de rescate y reubicación incluirán control sanitario y seguimiento post-liberación, garantizando la supervivencia y adaptación de la fauna trasladada.
Artículo 81	*Cuando no sea posible realizar acciones de repoblación ni de reintroducción, la Secretaría podrá autorizar la liberación de ejemplares de la vida silvestre al hábitat natural en el marco de proyectos de traslocación que incluyan los mismos componentes señalados en los dos artículos anteriores. Los ejemplares que se liberen deberán, en lo posible, pertenecer a la subespecie más cercana, genética y fisonómicamente, a la subespecie desaparecida.*	El proyecto implementará la translocación y reubicación de fauna silvestre conforme a los lineamientos de la SEMARNAT, asegurando que las liberaciones se realicen en sitios ecológicamente compatibles y bajo supervisión técnica especializada.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 106.	*Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad a lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.*	El promovente reconoce su responsabilidad ambiental y aplicará medidas de compensación y restauración ecológica ante cualquier afectación accidental a la fauna o a su hábitat, conforme a los procedimientos establecidos por la autoridad competente.
Artículo 122	*Son infracciones a los establecido en esta Ley:* *I. Realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat, en contravención de lo establecido en la presente Ley.* *II. Realizar actividades de aprovechamiento extractivo o no extractivo de la vida silvestre sin la autorización correspondiente o en contravención a los términos en que ésta hubiera sido otorgada y a las disposiciones aplicables. (...)* *V. Llevar a cabo acciones en contravención a las disposiciones que regulan la sanidad de la vida silvestre.* *XI. Liberar ejemplares de la vida silvestre a su hábitat natural sin contar con la autorización respectiva y sin observar las condiciones establecidas para ese efecto por esta Ley y las demás disposiciones que de ella se deriven.* *XXII. Exportar o importar ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre, o transitar dentro del territorio nacional los ejemplares, partes o derivados procedentes del y destinados al extranjero en contravención a esta Ley, a las disposiciones que de ella deriven y a las medidas de regulación o restricción impuestas por la autoridad competente o, en su caso, de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre.*	El proyecto se vincula directamente con las disposiciones del Artículo 122 de la Ley General de Vida Silvestre, al asumir el compromiso de prevenir y evitar cualquier daño o perturbación a la fauna silvestre y a su hábitat durante la ejecución de las obras. En cumplimiento de estas disposiciones, el promovente propondrá la implementación de programas de rescate, reubicación y monitoreo de fauna silvestre, garantizando que todas las actividades de manejo, traslado y liberación de ejemplares se realicen bajo autorización y supervisión de la SEMARNAT, siguiendo criterios técnicos de bienestar animal y control sanitario. Asimismo, se llevarán a cabo medidas preventivas y de compensación ambiental que aseguren el cumplimiento de las condicionantes establecidas en la autorización de impacto ambiental, evitando con ello la comisión de actos que puedan considerarse infracciones conforme a esta ley. De esta manera, el proyecto se alinea con los principios de protección, prevención y restauración ecológica, fortaleciendo el manejo responsable de la vida silvestre y contribuyendo a la conservación de los ecosistemas dentro del área de influencia del parque fotovoltaico.

El cumplimiento de las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre garantiza que el proyecto se ejecute bajo un esquema de prevención y conservación integral de la fauna silvestre, reduciendo al mínimo los impactos sobre los ecosistemas locales. Las acciones de rescate, reubicación, control sanitario, monitoreo y compensación ambiental permitirán preservar la funcionalidad ecológica del entorno y fomentar el uso responsable y sustentable de los recursos naturales.

De esta forma, el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” se alinea con los principios de la legislación ambiental mexicana, contribuyendo a la protección de la vida silvestre, la

restauración de su hábitat y la consolidación de un modelo de desarrollo energético sustentable y respetuoso con la biodiversidad.

III.3.6 Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre

El Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, siendo su última reforma publicada la del 9 de mayo de 2014. Este ordenamiento desarrolla las disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y establece los procedimientos, criterios técnicos y requisitos administrativos aplicables para la conservación, manejo, traslado, reubicación y, en su caso, liberación de ejemplares de vida silvestre y de los hábitats en que éstos se desarrollan.

En relación con el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”, este Reglamento resulta aplicable debido a que las actividades de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento pueden generar afectaciones temporales sobre ejemplares de fauna silvestre y su hábitat, por lo que, en caso de ser necesario, las acciones de rescate, manejo, reubicación y liberación de ejemplares deberán realizarse conforme a los criterios técnicos y procedimientos establecidos por la normatividad vigente y, en su caso, bajo la autorización y supervisión de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En este sentido, la presente MIA-Regional reconoce que la gestión de la fauna silvestre no se limita a evitar afectaciones directas a los ejemplares, sino que también implica asegurar que cualquier medida de manejo se sustente en criterios de viabilidad ecológica, protección del hábitat y cumplimiento regulatorio. Por ello, a continuación, se presenta la vinculación del proyecto con los artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre que resultan aplicables al desarrollo del proyecto.

III.3.7 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

La Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, siendo su última reforma la publicada en el DOF el 19 de enero de 2026. Este ordenamiento regula la prevención de la generación, valorización y gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos en el territorio nacional, estableciendo los principios de responsabilidad compartida, valorización y manejo integral como ejes de la política nacional en la materia.

La LGPGIR es relevante para el “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” en razón de que su construcción y operación generará distintos tipos de residuos en cada etapa del proyecto. Durante la preparación del sitio y construcción se producirán residuos de manejo especial derivados de las actividades de desmonte, excavación y edificación de infraestructura. Durante la operación se generarán residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial provenientes del mantenimiento de equipos e instalaciones, y potencialmente residuos peligrosos asociados al manejo de aceites dieléctricos, lubricantes y otros insumos de la subestación elevadora. Al término de la vida útil del proyecto, los paneles fotovoltaicos, baterías y componentes electrónicos constituirán residuos de manejo especial que deberán ser gestionados conforme a este ordenamiento.

En este contexto, la presente MIA-Regional propone la realización de un Programa de Manejo de Residuos que establezca las medidas de prevención, clasificación,

almacenamiento temporal, recolección y disposición final adecuada para cada tipo de residuo generado durante todas las etapas del proyecto, en cumplimiento de las disposiciones de la LGPGIR y sus normas oficiales mexicanas aplicables.

Tabla III.7 Vinculación del proyecto con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (LGPGIR)

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 16	*La clasificación de un residuo como peligroso, minero o metalúrgico, se debe establecer en las normas oficiales mexicanas que especifiquen la forma de determinar sus características, que incluyan los listados de los mismos y fijen los límites de concentración de las sustancias contenidas en ellos, con base en los conocimientos científicos y las evidencias acerca de su peligrosidad y riesgo.*	La clasificación de los residuos generados por el "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar", particularmente aquellos derivados de la preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura eléctrica, se realizará conforme a las Normas Oficiales Mexicanas aplicables que establecen las características, listados y procedimientos de identificación de residuos peligrosos. Durante las distintas etapas del proyecto podrán generarse residuos con potencial de peligrosidad, tales como aceites lubricantes usados, materiales impregnados con hidrocarburos, filtros, baterías y envases contaminados, cuya clasificación permitirá determinar si corresponden a residuos peligrosos, de manejo especial o no peligrosos, a fin de garantizar su segregación, almacenamiento temporal seguro y entrega a gestores autorizados. De esta forma, el proyecto asegura que la gestión de los residuos se base en criterios técnicos y científicos, en apego a lo dispuesto por este artículo, la LGPGIR, su Reglamento y las disposiciones normativas aplicables
Artículo 18	*Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.*	Los residuos sólidos urbanos generados durante las distintas etapas del proyecto, principalmente los provenientes de las actividades del personal, serán separados en orgánicos e inorgánicos para facilitar su manejo y disposición conforme a la normatividad aplicable y a los mecanismos que determine la autoridad municipal competente. Esta separación permitirá reducir riesgos sanitarios, facilitar el aprovechamiento de materiales valorizables y asegurar una disposición final adecuada.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 19	*Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes: (…)* *III. Residuos generados por las actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas, ganaderas, incluyendo los residuos de los insumos utilizados en esas actividades (...)* *VII. Residuos de la Construcción, mantenimiento y demolición en general. (...)*	Durante la preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y, en su caso, abandono del proyecto, se generarán residuos de manejo especial, tales como escombros, sobrantes de materiales, plásticos, maderas, metales, cables, embalajes y residuos derivados del mantenimiento de instalaciones y equipos. Estos residuos serán gestionados mediante un Programa de Manejo de Residuos, que contemplará su clasificación, acopio temporal, reutilización o reciclaje cuando sea viable, y su disposición final a través de los prestadores de servicios o sitios autorizados que correspondan.
Artículo 31	*Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:* *I. Aceites lubricantes usados;* *II. Disolventes orgánicos usados;* *III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;* *IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;* *V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; (...)* *La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.*	En las distintas etapas del proyecto podrán generarse residuos peligrosos sujetos a plan de manejo, tales como aceites lubricantes usados, baterías y, en su caso, otros residuos enlistados en la normatividad aplicable. En estos supuestos, se adoptará las medidas de manejo que correspondan conforme a la legislación vigente, incluyendo su almacenamiento temporal en condiciones seguras y su entrega a empresas autorizadas para su transporte, tratamiento, reciclaje o disposición final. Con ello, el proyecto se ajusta a las disposiciones que regulan los residuos peligrosos sujetos a planes de manejo.
Artículo 40	*Los residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos deben ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*	El proyecto garantizará que los residuos peligrosos que, en su caso, se generen durante sus distintas etapas sean manejados conforme a la LGPGIR, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas aplicables y demás disposiciones jurídicas vigentes. Para ello, se establecerán procedimientos de identificación, segregación, almacenamiento temporal, control y entrega a prestadores de servicios autorizados, a fin de prevenir riesgos al ambiente y a la salud.
Artículo 41	*Los generadores de residuos peligrosos, mineros y metalúrgicos, así como los gestores de este tipo de residuos, deben manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.*	El promovente y, en su caso, las empresas contratistas responsables de actividades de construcción, operación y mantenimiento, asegurarán que los residuos peligrosos se manejen de manera segura y ambientalmente adecuada, aplicando medidas preventivas para evitar derrames, fugas, emisiones o contaminación del suelo y agua. Asimismo, en caso de contingencia, se ejecutarán las acciones de control,

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
		limpieza y remediación que correspondan conforme a la normatividad aplicable.
Artículo 42	*Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.* *La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.* *Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes; en caso contrario, serán responsables de los daños que ocasione su manejo.*	Durante las etapas de construcción, operación y mantenimiento del proyecto, los residuos peligrosos que, en su caso, se generen serán manejados por empresas o gestores autorizados por la SEMARNAT, quienes deberán contar con las autorizaciones vigentes para su transporte, tratamiento y disposición final. Se verificará dichas autorizaciones y mantendrá el control documental correspondiente, a fin de asegurar la trazabilidad del manejo y el cumplimiento de la normatividad aplicable. Con ello, la gestión de residuos peligrosos se realizará de forma segura, legal y ambientalmente responsable.
Artículo 45	*Los generadores de residuos peligrosos deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.* *En cualquier caso, los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.*	El proyecto realizará la identificación, clasificación, etiquetado y manejo de los residuos peligrosos que, en su caso, se generen, conforme a la LGPGIR, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas aplicables. Asimismo, al término de las actividades o en la etapa de abandono, las instalaciones y áreas de almacenamiento temporal deberán quedar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pudiera representar un riesgo para la salud o el ambiente.

Disposición jurídica	Lineamiento	Vinculación de proyecto
Artículo 54	*Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.*	Los residuos peligrosos generados por el proyecto serán almacenados de manera segregada, evitando su mezcla con residuos no peligrosos o con residuos incompatibles que pudieran generar reacciones químicas, contaminación o riesgos al ambiente y a la salud. Para ello, el área de almacenamiento temporal contará con contenedores diferenciados, señalización, piso impermeable y medidas de seguridad acordes con la normatividad aplicable. De este modo, el proyecto garantiza un manejo seguro y controlado de los residuos peligrosos.

La aplicación de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos en el proyecto “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” garantiza que la gestión de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos se realice de manera controlada, segura y conforme a la legislación ambiental vigente.

El cumplimiento de esta Ley permite establecer mecanismos de prevención, separación, almacenamiento, transporte y disposición final que reducen los riesgos de contaminación al suelo, aire y agua, promoviendo prácticas de manejo responsable y sustentable de los residuos. Con ello, el proyecto asegura su congruencia con los principios de prevención, minimización y valorización establecidos por la LGPGIR, fortaleciendo su compromiso con la protección ambiental y la salud pública durante todas las etapas de su desarrollo.

III.3.8 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de Residuos (RLGPGIR)

Publicado en el DOF el treinta de noviembre de dos mil seis; registra su reforma más reciente el treinta y uno de octubre de dos mil catorce.

Tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

Tabla III.8 Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR

Precepto legal	Vinculación
Artículo 35. *Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:* *I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;*	Se identificará los residuos peligrosos de acuerdo con lo establecido en este artículo y en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

Precepto legal	Vinculación
II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: *III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.*	
Artículo 39. *Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa. Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.*	Los residuos peligrosos generados por el proyecto serán almacenados de manera segregada, evitando su mezcla con residuos no peligrosos o con residuos incompatibles que pudieran generar reacciones químicas, contaminación o riesgos al ambiente y a la salud. Para ello, el área de almacenamiento temporal contará con contenedores diferenciados, señalización, piso impermeable y medidas de seguridad acordes con la normatividad aplicable. De este modo, el proyecto garantiza un manejo seguro y controlado de los residuos peligrosos.
Artículo 40. *La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.*	En caso de contaminación de suelos con residuos peligrosos, se dará manejo de dicho suelo como residuo peligroso.
Capítulo IV, Criterios de Operación en el Manejo Integral de Residuos Peligrosos **Artículos 82, 83 y 84**, de la Sección I, Almacenamiento y centros de acopio de residuos peligrosos.	Durante el desarrollo del proyecto, se tendrá destinada un área de almacenamiento temporal de los residuos dentro del predio conforme a las características y especificaciones establecidas por la legislación de la materia.
Artículos 85 y 86 de la Sección II, Recolección y Transporte de Residuos Peligrosos.	Para las actividades de recolección y transporte externo de los residuos, ésta se llevará a cabo a través de una empresa prestadora de servicios de la que se cerciorará que cuente con la autorización correspondiente para prestar los mismos.
Artículos 87 y 88 de la Sección III, Reutilización, reciclaje y co-procesamiento.	Dichas disposiciones resultan aplicables para su observancia y cumplimiento por la empresa prestadora de servicios que en su momento se contrate para el presente proyecto.
Artículo 90. De la Sección IV, Tratamiento de residuos peligrosos.	El tratamiento de residuos peligrosos se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones reglamentarias y normativas aplicables, así como los criterios que de esta ley emanen, a través de la empresa prestadora de servicios debidamente acreditada.
Artículos 91,92, 93, 94, 95, 96, 97, 98 y 99 de la Sección V, Disposición final de residuos peligrosos.	La empresa que preste sus servicios durante las etapas de desarrollo del proyecto deberá darle una disposición final a los residuos que se generen, en cumplimiento de las disposiciones jurídicas citadas.

III.3.9 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

Publicado en el DOF el seis de junio de dos mil doce, registra su reforma más reciente el quince de noviembre de dos mil veintitrés.

La presente ley es de orden público, interés general y observancia en todo el territorio nacional y las zonas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción y establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático. Es reglamentaria de las disposiciones de la CPEUM en materia de protección al ambiente, desarrollo sustentable, preservación y restauración del equilibrio ecológico.

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

Tabla III.9 Vinculación del proyecto con la LGCC

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

III.3.10 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia de Registro Nacional de Emisiones

Publicado en el DOF el veintiocho de octubre de dos mil catorce.

Desarrolla las disposiciones legales en materia del Registro Nacional de Emisiones (RENE), incluyendo los establecimientos sujetos a reporte y los umbrales para el reporte.

Tabla III.10 Vinculación del proyecto con el reglamento de la Ley General de Cambio Climático en materia del registro nacional de emisiones

Precepto legal	Vinculación
Artículo 2. *Para los efectos del presente reglamento, se considerarán las definiciones contenidas en el artículo 3 de la Ley, así como las siguientes:* *…* *VI. Establecimiento Sujeto a Reporte: El conjunto de fuentes fijas y móviles con las cuales se desarrolla una actividad productiva, comercial o de servicios, cuya operación genere emisiones directas o indirectas de gases o compuestos de efecto invernadero. Las expresiones "fuentes que deberán reportar" y "fuentes sujetas a reporte" a que se refieren los artículos 87 y 88 de la Ley, se entenderán como "establecimientos sujetos a reporte".*	Tal como se menciona en el capítulo II de la presente MIA-R, el proyecto, únicamente se generarán emisiones a la atmósfera durante las etapas de preparación del sitio y construcción, así como en la etapa de abandono y cierre. Durante la etapa de operación del proyecto y dada la naturaleza del mismo, no se generarán emisiones ya que utilizará como fuente de energía la solar para generar electricidad.
Artículo 3. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo de la Ley se identifica como sectores y subsectores en los que se agrupan los establecimientos sujetos a reporte, los siguientes:* *I. Sector Energía:* *Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad... […]* **Artículo 4.** *Las actividades que se considerarán como Establecimientos Sujetos a Reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, son las siguientes:* *Sector Energía:* *Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad:*	El proyecto consiste en un parque fotovoltaico, que pertenece al sector energía y al subsector generación, por lo que de acuerdo con los artículos 3 y 4 del presente reglamento, es un establecimiento sujeto a reporte. Al ser un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de energía solar, no se contempla la generación de emisiones contaminantes a la atmósfera.
Artículo 5. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los Gases o Compuestos de Efecto Invernadero sujetos a reporte en los términos del presente Reglamento, son:* I. *Bióxido de carbono;* II. *Metano;* III. *Óxido nitroso;* *IV. Carbono negro u hollín;*	De acuerdo con el capítulo II del presente estudio, las únicas emisiones que se generarán a la atmósfera son aquellas derivadas de la combustión generada en los vehículos y maquinaria, y material particulado del movimiento de tierras durante la etapa de preparación del sitio, construcción y abandono. Durante la operación del proyecto no se contempla la emisión de gases de efecto invernadero, de acuerdo con el listado del presente artículo.

Precepto legal	Vinculación
V. *Clorofluorocarbonos;* VI. *Hidroclorofluorocarbonos;* VII. *Hidrofluorocarbonos;* VIII. *Perfluorocarbonos;* IX. *Hexafluoruro de azufre;* X. *Trifluoruro de nitrógeno;* XI. *Éteres halogenados;* XII. *Halocarbonos;* XIII. *Mezclas de los anteriores, y* XIV. *Los Gases y Compuestos de Efecto Invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales y que la Secretaría dé a conocer como sujetos a reporte mediante Acuerdo que publique en el Diario Oficial de la Federación.*	El proyecto consiste en la generación de energía eléctrica a partir de energía solar, por lo que no se contempla la generación de este tipo de emisiones durante la operación.
Artículo 6. *Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los Establecimientos Sujetos a Reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus emisiones directas o indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente.* *La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las emisiones de cada una de las fuentes fijas y móviles identificados en dichos establecimientos sujetos a reporte.*	El proyecto consiste en la construcción de un parque fotovoltaico, por lo que sus emisiones serán principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción. En caso de que durante estas etapas la suma de emisiones directas o indirectas sea igual o superior a 25,000 toneladas de CO_2 equivalente anual, se presentará la información correspondiente.

III.3.11 Ley de Planeación y Transición Energética

Publicada en el DOF el veinticuatro de diciembre de dos mil quince. Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de marzo de 2025

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

Tabla III.11 Vinculación del proyecto con la Ley de Planeación y Transición Energética

Precepto legal	Vinculación
Artículo 3. *Para efectos de esta Ley se considerarán las siguientes definiciones:*	El proyecto se basa en el aprovechamiento de una energía renovable (la energía fotovoltaica emitida por

Precepto legal	Vinculación
(…) *XVI. Energías Renovables: Aquellas cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por el ser humano, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que al ser generadas no liberan emisiones contaminantes. Se consideran fuentes de Energías Renovables las que se enumeran a continuación: (…)* *b) La radiación solar, en todas sus formas;*	el sol), la cual podrá ser transformada en energía aprovechable.
Artículo 1.- La presente Ley es reglamentaria de los artículos 25, párrafo tercero; 27, párrafos sexto y séptimo; 28, párrafo cuarto, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, es de orden público e interés social y de observancia general en los Estados Unidos Mexicanos. Tiene por objeto establecer y regular la planeación vinculante en el Sector Energético y el fortalecimiento de la Transición Energética, así como el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, el cumplimiento de las obligaciones en materia de Energías Limpias y la reducción de Emisiones Contaminantes, manteniendo la competitividad de los sectores productivos, con el fin de coadyuvar con la soberanía, justicia y autosuficiencia energética.	El Parque Fotovoltaico pertenece al sector energético; el cual es generador de energía a partir de fuentes limpias como es la solar, tiene el compromiso del cumplimiento de las metas de energías limpias en los términos establecidos en la ley que compete. En materia ambiental, el proyecto destaca por la reducción drástica de emisiones que generan otro tipo de instalaciones generadoras de electricidad.

III.3.12 Ley de Aguas Nacionales

Publicada en el DOF el primero de diciembre de mil novecientos noventa y dos; registra su reforma más reciente el jueves 11 de diciembre de 2025.

La presente Ley es reglamentaria del artículo 4o., párrafo octavo, de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia del derecho humano al acceso, disposición y saneamiento del agua para consumo personal y doméstico; establece las bases, apoyos y modalidades para su acceso, uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos; su interdependencia con otros derechos humanos; distribuye competencias y establece los casos de concurrencia entre la Federación, entidades federativas y municipios. Las disposiciones de esta Ley son de observancia general en todo el territorio nacional, de orden público e interés social.

Tabla III.12 Vinculación del proyecto con la Ley de Aguas Nacionales

Precepto legal	Vinculación
Artículo 20. – *(…)* La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por dependencias y organismos descentralizados de la administración pública federal, estatal o municipal, o la Ciudad de México y sus organismos descentralizados se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de “la Comisión” por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley y su reglamento. Cuando se trate de la prestación de los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico, incluidos los procesos que estos servicios conllevan, la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se realizará mediante asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, a los municipios, a los estados o a la Ciudad de México, en correspondencia con la Fracción VIII del Artículo 3 de la presente Ley. La asignación de agua a que se refiere el párrafo anterior se regirá por las mismas disposiciones que se aplican a las concesiones y el asignatario se considerará concesionario para efectos de la presente Ley. Las concesiones y asignaciones crearán derechos y obligaciones a favor de las personas beneficiarias en los términos de la presente Ley. El Gobierno Federal podrá coordinarse con los gobiernos de los estados y de la Ciudad de México, a través de convenios de colaboración administrativa y fiscal para la ejecución por parte de estos últimos, de determinados actos administrativos y fiscales relacionados con el presente Título, en los términos de lo que establece esta Ley, la Ley de Planeación, la Ley de Coordinación Fiscal y otras disposiciones aplicables, para contribuir a la descentralización de la administración del agua.	Considerando que la zona de aplicación del proyecto carece de servicios de suministro de agua necesarios para la obra civil, servicios sanitarios y de higiene, se contratará a empresa diversa a fin de contar con el abastecimiento del hídrico necesario para tales fines. Las aguas residuales serán manejadas en obediencia a las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-2021 y NOM-006-CNA-1997 que en lo sucesivo se vinculan. El agua utilizada o a utilizarse, en ningún momento será sujeta a tratamiento. Dicho abastecimiento de agua se realizará por medio de terceros, supervisando que los prestadores del servicio de abastecimiento sean titulares de las concesiones, autorizaciones y permisos vigentes, debidamente expedidos a su favor por la Comisión Nacional del Agua o autoridades competentes

III.3.13 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Publicado en el DOF el doce de enero de mil novecientos noventa y cuatro; registra su reforma más reciente el veinticinco de agosto de dos mil catorce.

El presente ordenamiento, reglamenta la Ley de Aguas Naturales, vinculándolo con el proyecto que nos ocupa con base en el artículo siguiente:

Tabla III.13 Vinculación del proyecto con el Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

Precepto legal	Vinculación
Artículo 135. – Las personas físicas o morales que efectúen descargas de aguas residuales los cuerpos receptores a que se refiere la "Ley", deberán: I. Contar con el permiso de descarga de aguas residuales que les expida "La Comisión", o en su caso, presentar el aviso respectivo a que se refiere la "Ley" y este Reglamento; II. Tratar las aguas residuales previamente a su vertido a los cuerpos receptores, cuando esto sea necesario para cumplir con las obligaciones establecidas en el permiso de descarga correspondiente; III. Cubrir, cuando proceda, el derecho federal por el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público de la Nación como cuerpos receptores de las descargas de aguas residuales; IV. Instalar y mantener en buen estado, los dispositivos de aforo y los accesos para muestreo que permitan verificar los volúmenes de descarga y las concentraciones de los parámetros previstos en los permisos de descarga;	Debido a la utilización de agua para obra civil, servicios sanitarios y acciones de higiene, se generarán aguas residuales que serán manejadas adecuadamente y dirigidas a su disposición final de acuerdo con el reglamento en cita, de conformidad con el artículo que se vincula.

III.4 PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO Y DESARROLLO URBANO

III.4.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

Este instrumento entró en vigor el 8 de septiembre de 2012, de acuerdo con la disposición establecida en el transitorio único del Decreto publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre del mismo año.

El Decreto correspondiente se fundamenta en cuatro artículos, el segundo de los cuales establece:

ARTICULO SEGUNDO. - En términos del Artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio será de observancia obligatoria en todo el territorio nacional y vinculará las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática (el subrayado es nuestro).

Se destaca en esta disposición que la observancia obligatoria vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales, esto es, a través de esta vinculación se concreta el carácter inductivo de este instrumento hacia los particulares. Además, en su artículo tercero, el Decreto dispone:

ARTICULO TERCERO. - De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas

operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Esta disposición confirma el carácter de cumplimiento obligatorio del POEGT por parte de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal, hecho que se confirma con el alcance que se define en el quinto párrafo del capítulo introductorio del POEGT, mismo que se expresa en los siguientes términos:

*El ROE establece que el objeto del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la 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 subrayado es nuestro).

Con base en lo antes expuesto, resulta obvio el carácter inductivo del POEGT y a ello se añade la limitación que surge de la escala de trabajo a la que se desarrollaron las herramientas sobre las que se constituyó este instrumento.

Regionalización ecológica: la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo; la interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades, de esta manera se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 espacios geográficos denominados Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), representados a escala 1:2’000,000 y que fueron la base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico y, así mismo, para construir la propuesta del POEGT. A su vez a cada una de las UAB se le asignaron lineamientos, políticas y estrategias ecológicas específicas con el objetivo de orientar en la toma de decisiones sobre la ubicación de las actividades productivas y los asentamientos humanos en el territorio, así como fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales.

Se destaca que, independientemente del carácter inductivo del POEGT, en este apartado de la MIA-R se hace un análisis de la forma en que el proyecto se alinea a las disposiciones y a las estrategias sectoriales definidas por el instrumento, esto es, cómo el proyecto ofrece coincidencias con los lineamientos inductivos del POEGT. Además es conveniente precisar que la definición que presenta la guía[II], en relación al espacio geográfico en el cual pretende

[II] Sistema ambiental (regional): espacio finito definido con base en las interacciones entre los medios abióticos, bióticos y socioeconómico **de la región** donde se pretende establecer el proyecto, caracterizado por poseer atributos ambientales propios de la región ecológica dentro de la cual se ubica, 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.

establecerse el proyecto, esto es el sistema ambiental regional (SAR), incorpora en dicha definición precisamente el carácter regional del enfoque que debe darse al documento.

En este sentido, el presente Proyecto se localiza en la Región Ecológica **18.19 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 69 denominada "Sierras y Valles Guerrerenses"** y en la Región Ecológica **18.9 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 61 denominada "Sierras del Sur de Puebla"**.

En la tesitura de los alcances del POEGT se destaca que, solo las estrategias relativas a la protección de los recursos naturales y a la restauración, integradas al grupo I (dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio) son consideradas en el presente ejercicio pues en ellas se registran coincidencias que pudieran evidenciar la congruencia del proyecto con el POEGT, ello justificado por el hecho de que el proyecto además de que tampoco incidirá sobre el sistema social o de infraestructura urbana en los términos y alcances que define el propio POEGT, ya que su trayecto se establecerá exclusivamente sobre terrenos rurales. Por lo que se refiere a las estrategias orientadas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional, resulta obvio que están dirigidas a la actuación de diferentes órdenes de gobierno y no a los particulares.

Tabla III.14 Características de la UAB 69 y de la región ecológica 18.19

UAB 69. Sierras y Valles Guerrenses					
Estado actual del medio ambiente 2008:			69. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 16.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.		
Escenario al 2033:			Inestable a critico		
Política ambiental:			Restauración y Aprovechamiento Sustentable		
Prioridad de atención:			Media		
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
69	Forestal - Minería	Agricultura - Ganadería	Desarrollo Social	Pueblos Indígenas - SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

Tabla III.15 Características de la UAB 61 y de la región ecológica 18.9

UAB 61. Sierras del sur de Puebla					
Estado actual del medio ambiente 2008:	61. Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal y Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 34.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.				
Escenario al 2033:	Muy critico				
Política ambiental:	Restauración y Aprovechamiento Sustentable				
Prioridad de atención:	Alta				
UAB	**Rectores del desarrollo**	**Coadyuvantes del desarrollo**	**Asociados del desarrollo**	**Otros sectores de interés**	**Estrategias sectoriales**
61	Desarrollo Social	Forestal	Agricultura - Ganadería - Minería	SCT	4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Por lo antes expuesto y desde el enfoque inductivo del POEGT se concluye que, el presente proyecto es viable, procedente y congruente con las políticas ambientales, de igual forma con las estrategias de la UAB 69 u UAB 61, tal como ha quedado justificado en el presente apartado.

III.4.2 Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos

Morelos cuenta con un Programa de Ordenamiento Ecológico Regional que a continuación se describen sus principales lineamientos y la vinculación que tienen con el proyecto que nos ocupa.

Para el estado de Morelos se definieron 23 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas, las políticas ambientales, modalidades de usos de suelo predominante, compatible y condicionado, así como los criterios de regulación ecológica y las metas ambientales a corto mediano y largo plazo.

A continuación, se describe la política, lineamientos y usos de las UGA.

Tabla III.16 UGAs del POEREM con las que incide el proyecto

UGA	Política	Usos predominantes	Usos compatibles	Criterios
165	Aprovechamiento	Agricultura de temporal	Agricultura, Ganadería, Acuacultura, Turismo, Asentamientos humanos, Infraestructura.	Ac02, Ac03, Ac04, Ac05, Co01,At01, At02, At03, At04, Fo04, Ga02, Ga03, In05, In06, In07, Mn03, Mn04, Tu05, Tu06, Mn03, Mn04, Mn05, Mn06, Mn07, Ah03, Ah06, Ah07, Ah08, Ah09, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ah15, Ah016, Ah17, Ah18, Ah19, If01, If02, If06, If07
175	Preservación	Selva baja caducifolia perturbada	Forestal maderable, Forestal no maderable, Turismo, Infraestructura	Ac02, Ac03, Ac04, Ac05, Co01, At01, At02, At03, At05, Fn01, Fn02, Fo01, Fo02, Fo03, Fo04, Fo05, Fo06, In06, In07, Mn03, Mn04, Tu02, Tu05, Tu06, Mn01, Mn02, Mn03, Mn04, Mn05, Mn06, Mn07, Ah02, Ah06, Ah07, Ah08, Ah09, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ah15, Ah016, Ah17, Ah18, Ah19, If01, If02, If03, If04, If05, If06, If07.
181	Protección - Restauración	Vegetación secundaria	Forestal maderable, Forestal no maderable, Turismo, Infraestructura	Ac02, Ac03, Ac04, Ac05, Co01, At01, At02, At03, At04, At06, Fn01, Fn02, Fn03, Fo01, Fo02, Fo03, Fo04, Fo05, Fo06, In06, In07, Mn03, Mn04, Tu02, Tu03, Tu05, Tu06, Mn01, Mn02, Mn03, Mn04, Mn05, Mn06, Mn07, Ah02, Ah06, Ah07, Ah08, Ah09, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ah15, Ah016, Ah17, Ah18, Ah19, If01, If02, If03, If04, If05, If06, If07.
188	Aprovechamiento - Restauración	Pastizal inducido	Agricultura, Ganadería, Acuacultura, Forestal maderable, Forestal no maderable, Turismo, Infraestructura.	Ac02, Ac03, Ac04, Ac05, Co01, At01, At02, At03, At04, At06, Fn01, Fn02, Fn03, Fo04, Fo06, Fo07, Ga02, Ga03, In05, In06, In07, Mn03, Mn04, Tu02, Tu03, Tu05, Tu06, Mn01, Mn02, Mn03, Mn04, Mn05, Mn06, Mn07, Ah02, Ah03, Ah06, Ah07, Ah08, Ah09, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ah15, Ah016, Ah17, Ah18, Ah19, If01, If02, If03, If05, If06, If07.
90	Aprovechamiento	Agricultura de riego	Agricultura, Acuacultura, Turismo, Infraestructura.	Ac02, Ac03, Ac04, Ac05, Ac01 In05, In06, In07, Mn03, Mn04, Tu05, Tu06, Mn03, Mn04, Mn05, Mn06, Mn07,Ah03, Ah06, Ah07, Ah08, Ah09, Ah10, Ah11, Ah12, Ah13, Ah14, Ah15, Ah016, Ah17, Ah18, Ah19, If01, If02, If06, If07.

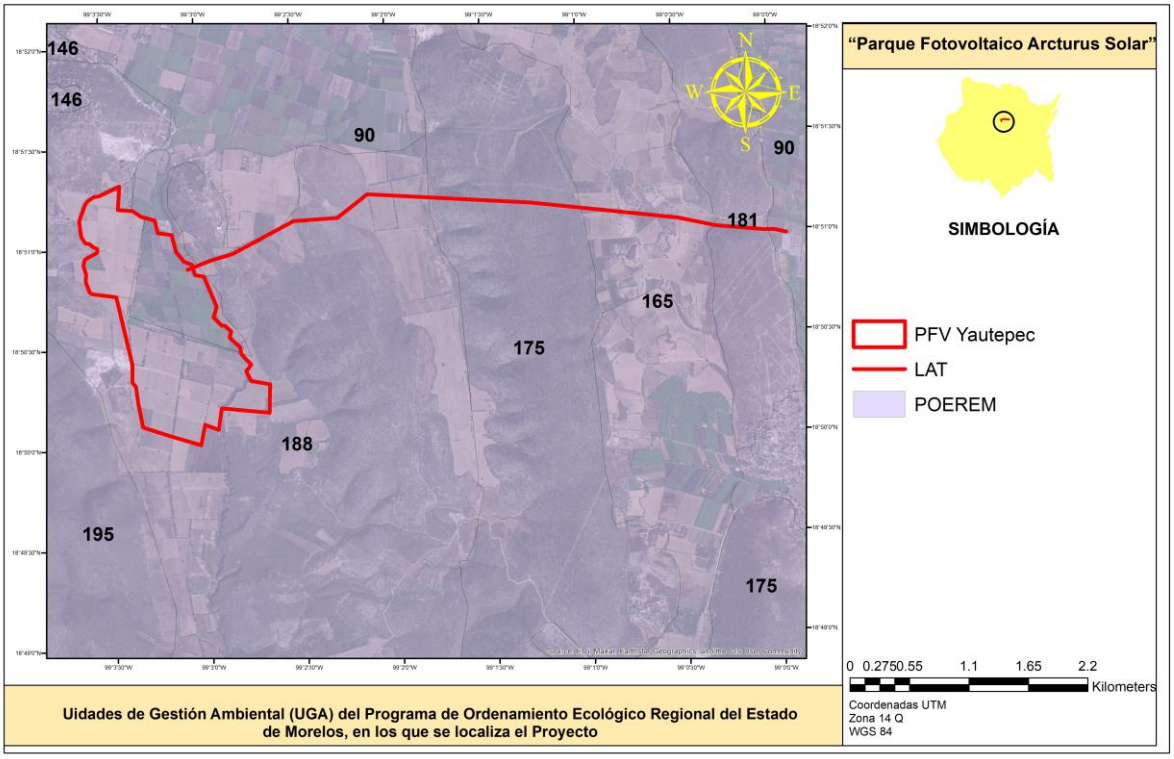


Figura III.1 Localización del proyecto con relación al Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos

Tomando en cuenta lo mencionado en los párrafos anteriores, se puede indicar que dicho proyecto no se contrapone con ningún lineamiento establecido en el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos. Aunado a ello, el Proyecto contará con las medidas de prevención, compensación y/o mitigación adecuadas y necesarias para minimizar las posibles afectaciones al medio ambiente generadas por la realización de dicho proyecto, entre las cuales se encuentran el Programa de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna y el Programa de Reforestación.

III.4.3 Programa de Ordenamiento Ecológico Local y Territorial del Municipio de Ayala, Morelos

Para el municipio de Ayala se definieron 6 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas, las políticas ambientales, modalidades de usos de suelo predominante, compatible y condicionado, así como los criterios de regulación ecológica y las metas ambientales a corto mediano y largo plazo.

A continuación, se describe la política, lineamientos y usos de las UGA.

Tabla III.17 UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Local y Territorial del Municipio de Ayala, Morelos con las que incide el proyecto

UGA	Política	Uso Predominante	Usos Compatibles	Usos Condicionados	Usos Incompatibles
1	Aprovechamiento	AGRICULTURA DE TEMPORAL	AGRICULTURA DE RIEGO	GANADERÍA (QUE NO INTERFIERA CON LAS ACTIVIDADES AGRÍCOLAS	ASENTAMIENTOS HUMANOS, COMERCIO, INFRAESTRUCTURA, INDUSTRIA, TURISMO, FOTOVOLTAICA

III.4.4 Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuautla

Para el municipio de Cuautla se definieron 3 Unidades de Gestión Ambiental (UGA), las cuales tienen asignadas, las políticas ambientales, modalidades de usos de suelo predominante, compatible y condicionado, así como los criterios de regulación ecológica y las metas ambientales a corto mediano y largo plazo.

A continuación, se describe la política, lineamientos y usos de las UGA.

Tabla III.18 UGA del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuautla

UGA	Política	Uso predominante	Uso compatible	Usos condicionados	Criterios
2	Aprovechamiento	Agricultura (temporal)	Agricultura	Agricultura	Gn 9,10,12, Ag 1,2,3,4,5,6,7,8
4	Protección	Forestal	Forestal, Turismo	Forestal, Turismo	Gn 10,12, Fo 3,4,6,7,8, Tu 1,2,3
8	Aprovechamiento	Agricultura (riego)	Agricultura	Agricultura, Cultural	Gn 5,6,9,11,12,13 Ag 1,2,3,4,5, 6,7,8 Cu 1,2,3

III.5 PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2025 - 2030

Publicado en el DOF el 15 de abril de 2025

A partir de un diagnóstico del estado actual del país, establece los siguientes grandes Ejes para el desarrollo:

Generales:

1. Gobernanza con justicia y participación ciudadana.
2. Desarrollo con bienestar y humanismo.
3. Economía moral y trabajo.
4. Desarrollo sustentable.

Transversales:

5. Igualdad sustantiva y derechos de las mujeres.
6. Innovación pública para el desarrollo tecnológico nacional.
7. Derechos de los pueblos y comunidades indígenas y afromexicana.

Cada Eje presenta sus objetivos y sus respectivas estrategias.

Para el caso del presente Proyecto, se vincula directamente con el Eje General número 4 “Desarrollo Sustentable”, el cual menciona lo siguiente:

Actualmente, el 89% de la energía del país proviene de combustibles fósiles y el 62% de la electricidad se genera con gas natural, en su mayoría importado de los Estados Unidos de América, sin un sistema de almacenamiento que neutralice riesgos de escasez. Además, solo el 11% de la energía proviene de fuentes renovables. Ante ello, es necesario fortalecer y expandir la red eléctrica para atender la creciente demanda, reducir la congestión y conectar nuevas fuentes de generación renovable.

Objetivo 4.2: Impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.

- Estrategia 4.2.1: Fomentar la transición gradual de combustibles fósiles a energías renovables para fortalecer la sustentabilidad económica y ambiental.

- Estrategia 4.2.2: Impulsar proyectos de generación de energías limpias en coordinación con ejidos y comunidades, alineados con los compromisos internacionales de México, para mitigar el cambio climático.
- Estrategia 4.2.3: Fomentar el aprovechamiento eficiente y sustentable de los recursos energéticos para fortalecer la seguridad energética y reducir el impacto ambiental.
- Estrategia 4.2.4: Promover la integración de energías limpias y renovables en todas las etapas de las cadenas de valor para garantizar un suministro energético sustentable y competitivo.
- Estrategia 4.2.5: Fomentar el uso sustentable y estratégico de minerales críticos como el litio para fortalecer la industria energética y garantizar su aprovechamiento económico y social.
- Estrategia 4.2.6: Impulsar la electrificación y el uso de energías limpias en el transporte público y de carga para mejorar su eficiencia y sustentabilidad.

De acuerdo a lo anterior, el presente proyecto es vinculante al Eje número 4 (desarrollo sustentable), específicamente a su Objetivo 4.2 el cual busca impulsar proyectos estratégicos de energías limpias, modernizar la infraestructura eléctrica y fomentar la innovación tecnológica para reducir la dependencia de combustibles fósiles y mitigar el impacto ambiental.

Además, el presente Proyecto es vinculante con las estrategias 4.2.1; 4.2.2; 4.2.3 y 4.2.4 ya que la naturaleza del proyecto radica en el aprovechamiento sustentable de la energía solar, transformándola en energía eléctrica mediante el uso de la tecnología, consistente en la implementación de celdas fotovoltaicas, lo anterior, por medio de la construcción del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”.

III.5.2 Plan Municipal de Desarrollo Yautepec 2025 - 2027

Dicho Plan Municipal de Desarrollo comprende 4 Ejes con sus respectivas estrategias y líneas de acción, se presentan los Eje de este Plan de Desarrollo.

Eje 1. Seguridad Publica, Estabilidad y Paz social
Eje 2. Transparencia, Rendición de cuentas y Participación Ciudadana
Eje 3. Crecimiento económico, desarrollo ordenado y aprovechamiento sostenible
Eje 4. Administración municipal promotora de Bienestar Social

La naturaleza del proyecto radica en el aprovechamiento sustentable de la energía solar, transformándola en energía eléctrica mediante el uso de la tecnología, consistente en la implementación de celdas fotovoltaicas. Aprovechamiento catalogado renovable.

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

III.6.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP) de jurisdicción federal, estatal o local

El instrumento de política ambiental dirigido a la conservación de la biodiversidad son las Áreas Naturales Protegidas. Éstas son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que producen beneficios ecológicos cada vez más reconocidos y valorados. Se crean mediante un decreto presidencial o a través de la certificación de un área cuyos propietarios deciden dedicar a la conservación. Las actividades que pueden llevarse a cabo en ellas se establecen de acuerdo con la LGEEPA, su Reglamento, los programas de ordenamiento ecológico y los respectivos programas de manejo.

El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna ANP de carácter federal, estatal o local, la más próxima se encuentra a 4.3 km al OESTE, y se trata del ANP Estatal “Sierra de Montenegro” y el ANP Federal más cercana se localiza a 5.7 km del Proyecto y se trata del ANP “El Tepozteco”.

III.6.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Conservar la diversidad biológica no ha sido tarea fácil; por un lado, es necesario saber cuántas y cuáles son aquellas especies que se encuentran en una condición determinada, y por otro cuál es el estado de sus hábitats. Determinar cuáles son las especies amenazadas y sus causas requiere un análisis a detalle, de igual forma, el estudio referente a la condición de sus poblaciones. Sin embargo, se considera a nivel mundial como prioritarias a todas aquellas especies cuyo rango de distribución es menor de 50 mil km, de tal manera que estos centros se reconocen como áreas de endemismo. Cabe señalar que no se debe omitir la conservación del hábitat que ocupan, para lo cual se han desarrollado diferentes programas de carácter nacional e internacional. El programa de AICA, ha desarrollado criterios que facilitan la determinación de sitios que permitan conservar a las aves a partir de cuatro principios fundamentales; 1) la presencia de especies amenazadas a nivel global; 2) la presencia de especies de rango restringido (menos de 50,000 km^2; 3) especies restringidas a biomas únicos y; 4) especies que se congregan durante la reproducción o migración.

En México el programa de Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves surge como una idea conjunta de CIPAMEX y BirdLife International en 1996, justo el momento en el que se coordinan actividades de la Comisión para la Cooperación Ambiental del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (CCA) con el propósito de crear una red regional de sitios que destaquen por su importancia en el mantenimiento a largo plazo de las poblaciones de aves que ocurren de manera natural en ellos.

El área del proyecto no se encuentra dentro de ninguna AICA, siendo la más cercana la AICA “Cañon de Lobos” ubicada a 6.3 km al oeste del proyecto.

III.6.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

La acelerada pérdida y modificación de los sistemas naturales que ha presentado México durante las últimas décadas requiere con urgencia, que se fortalezcan los esfuerzos de conservación de regiones con alta biodiversidad.

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

El área del proyecto no se ubica dentro de ninguna de las RTP, la más cercana se encuentra a 5.8 km al norte, y se trata de RTP “Ajusco-Chichinautzin”

III.6.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

Estas áreas tienen por objetivo establecer un marco de referencia, que puede ser considerado por diversos sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación, uso y manejo sostenido; ya que su delimitación se efectúa por un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos de la nación, considerando las características de biodiversidad, patrones sociales y económicos.

El proyecto se encuentra inmerso dentro de alguna RHP “Río Amacuzac - Lagunas de Zempoala”.

III.6.5 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. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

En este sentido el presente proyecto no se encuentra dentro de algún sitio RAMSAR, y el más cercano se localiza aproximadamente a 9 kilómetros en la parte noroeste del Proyecto y es denominado Sitio RAMSAR “Laguna de Hueyapan (El Texcal)”.

III.7 NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Tomando en consideración el carácter obligatorio de las presentes normas y en obediencia a su objeto dirigido a la regulación y especificación técnica para dar cumplimiento a las obligaciones derivadas de los reglamentos o leyes, es que se vinculan al proyecto todas aquellas relativas a la normatividad ambiental y que son las concernientes al agua, suelo, residuos, aire, ruido, flora y fauna. Exponiéndolo de la siguiente manera:

Tabla III.19 Normas Oficiales Mexicanas y su vinculación con el proyecto

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Agua	
NOM-001-SEMARNAT-2021 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	Se acatarán los parámetros con la finalidad de tener una correcta disposición de las aguas residuales durante las diversas etapas del proyecto. En relación con los residuos de los sanitarios, se contratará a empresa externa que garantice el manejo adecuado de los residuos. Es de su conocimiento que hay sistema de drenaje cercano al proyecto, de las Localidades “de Yautepec o Cuautla”.
NOM-006-CNA-1997 Fosas sépticas prefabricadas- especificaciones y métodos de prueba.	Se atenderán las especificaciones técnicas de esta norma en los procesos de establecimiento de fosas sépticas prefabricadas en relación con las aguas residuales sanitarias a generarse dentro de la operación del presente proyecto.
Observando el área donde se pretende realizar el proyecto, se destaca la presencia de drenaje y alcantarillado municipal de las Localidades “Yautepec y Cuautla”. En este sentido se comenta que se realizará la contratación de pipas para el suministro de agua; aunado a lo anterior, se hace mención que en ningún momento serán utilizadas aguas tratadas ni se realizará tratamiento de aguas. Por las razones expuestas en el presente párrafo, son inoperantes las normas NOM-004-CON-1996, NOM-002-SEMARNAT-1996 y la NOM-003-SEMARNAT-1997, que se mencionan por su importancia, sin embargo, irrelevantes con el proyecto que nos ocupa.	
Suelo	
NOM-138-SEMARNAT-SSA1-2012 Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.	En la totalidad del proyecto se implementarán esquemas de prevención a la contaminación del suelo y para el supuesto de una posible contaminación al suelo, se atenderá a lo señalado en la norma que se vincula, así como lo consagrado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento.
Residuos	
NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.	Ambas normas se vinculan de manera conjunta y se acatarán en referencia a los residuos que habrán de generarse durante la realización del proyecto que nos ocupa. Primeramente, se implementará un programa de clasificación de residuos atendiendo a los procedimientos de identificación con base en los listados consagrados en la NOM-052-SEMARNAT-2005. El proyecto contempla un programa de manejo integral de residuos el cual prevé para los residuos peligrosos, el envasado, almacenamiento temporal, recolección, transporte, tratamiento y/o disposición final de los residuos.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Aire	
NOM-041-SEMARNAT-2015 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Dentro del proyecto se contempla la utilización vehículos automotores con uso de gasolina. En apego a la norma en cita, se deberá de contar con las verificaciones vehiculares vigentes.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental. Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	En caso de ser utilizados vehículos que operan con diésel como combustible, de igual forma serán sometidos a los procedimientos relativos y se operarán en todo momento sin excepción de acuerdo con los límites máximos de emisiones contaminantes permisibles.
NOM-167-SEMARNAT-2017 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de contaminantes para los vehículos automotores que circulan en las entidades federativas Ciudad de México, Hidalgo, Estado de México, Morelos, Puebla y Tlaxcala; los métodos de prueba para la evaluación de dichos límites y las especificaciones de tecnologías de información y hologramas.	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente.
Ruido	
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición.	Si bien, se requerirá el uso de vehículos, maquinaria y equipos que son considerados en la norma que se vincula, en todo momento y preponderantemente en las etapas de mayor utilización de estos se encontrarán durante el tiempo que sean requeridos, en los mejores aspectos de mantenimiento para su operación, obedeciendo en todo momento los límites de emisión de ruido establecidos.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Esta norma se acata, comprometiendo al proyecto a los límites máximos permisibles de emisión de ruidos, aun cuando por su naturaleza no se contempla la generación de ruidos en fuentes fijas.
Flora y fauna	
NOM-059-SEMARNAT-2010, última modificación publicada en el DOF el catorce de noviembre de dos mil diecinueve. Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo.	Parte fundamental de los diversos estudios del presente proyecto son los levantamientos de caracterización biótica del sitio y el Sistema Ambiental Regional. De estos levantamientos, se obtuvieron los listados tanto de la fauna como de la flora presentes en el AeP y el SAR. Sin embargo, el proyecto contempla diversas medidas de mitigación entre las que se encuentran los programas de rescate y reubicación de flora y fauna, dándose especial énfasis a especies enlistadas en la NOM-059, en caso de encontrarse.

Norma Oficial Mexicana	Vinculación
Protección y seguridad	
NOM-004-STPS-1999 Sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	En todo momento se implementarán los sistemas de protección, así como los mecanismos de seguridad, en obediencia a esta Norma Oficial Mexicana en cuanto hace a la maquinaria y equipo necesarios dentro de la etapa de construcción del proyecto.

III.8 INSTRUMENTOS JURÍDICOS DE CARÁCTER INTERNACONAL

La suscripción de tratados internacionales por el titular del poder ejecutivo de nuestra Nación y ratificados por el poder Legislativo, genera la obligatoriedad de estos con un carácter constitucional dirigiendo al orden jurídico vigente a acatar y adoptar las medidas en ellos establecidas.

En materia ambiental y en atención a la naturaleza del proyecto que nos ocupa, se mencionan los principales instrumentos de carácter internacional que se vinculan con el presente proyecto, sirviendo como base y fundamento de su viabilidad.

III.8.1 Convención Marco de las Nacionales Unidas sobre el Cambio Climático

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

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

III.8.2 Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

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

Este protocolo se crea con la finalidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero causantes del calentamiento del planeta, siendo un instrumento para ejecutar las acciones acordadas en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

En ella se especifican como los principales causantes del efecto invernadero las emisiones de vapor de agua, dióxido de carbono, metano, óxido de nitrógeno y ozono.

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

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

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

III.8.3 Agenda 2030

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

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

"La energía sostenible es una oportunidad – que transforma vidas, economías y el planeta".

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

Capítulo IV

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

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

[1] SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 1

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto 4

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 13

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR 14

IV.3.1 Medio abiótico 15

IV.3.1.1 Clima 15

IV.3.1.2 Fenómenos meteorológicos 16

IV.3.1.3 Geomorfología 16

IV.3.1.4 Suelo 18

IV.3.1.5 Hidrología 19

IV.3.1.6 Aire 19

IV.3.1.7 Conclusiones 20

IV.3.2 Medio biótico 20

IV.3.2.1 Vegetación 20

IV.3.2.2 Fauna 23

IV.3.3 Medio socioeconómico 46

IV.3.4 Paisaje 46

IV.4 Diagnóstico ambiental 48

IV.5 Bibliografía 52

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla IV.1 Normales climatológicas de la estación meteorológica 17005 Cuautla 15

Tabla IV.2 Riesgo en el sistema ambiental regional por fenómenos meteorológicos 16

Tabla IV.3 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR 17

Tabla IV.4 Unidades edafológicas dentro del sistema ambiental regional 18

Tabla IV.5 Características principales de los tipos de vegetación presentes en el SAR 20

Tabla IV.6: Anfibios potencialmente presentes en el SAR 37

Tabla IV.7: Reptiles potencialmente presentes en el SAR 38

Tabla IV.8: Aves potencialmente presentes en el SAR con categoría de riesgo 39

Tabla IV.9: Mamíferos potencialmente presentes en el SAR 44

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura IV.1 Proceso seguido para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 8
Figura IV.2 Algunas bases consideradas para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) 9
Figura IV.3 Ubicación del Sistema Ambiental Regional (SAR) en carta topográfica 10
Figura IV.4 Delimitación del AiP del proyecto 12
Figura IV.5 Metodología para la caracterización de la composición florística....21
Figura IV.6 Forma de los sitios de muestreo para la caracterización vegetal....23
Figura IV.7 Trabajo de campo durante el muestreo de vegetación 23
Figura IV.8 Metodología para la caracterización de la fauna 28
Figura IV.9 Estructura de las categorías....32

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

La estructura del presenta apartado se fundamenta en la necesidad de representar a la autoridad un análisis detallado de las características del sistema ambiental regional (SAR) donde se pretende desarrollar el proyecto “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”. El principal objetivo que se abordara en este capítulo es el realizar una correcta delimitación del SAR y del área de influencia del proyecto (AiP) y sintetizar las condiciones actuales de nuestra unidad de análisis (SAR), y con esto poder realizar un análisis y diagnóstico ambiental del entorno donde se pretende desarrollar el proyecto, describiendo las principales tendencias de desarrollo y deterioro de la región que pudieran asociarse al mismo.

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

Es necesario mencionar que ni la LGEEPA ni su reglamento en materia de impacto ambiental ofrece una definición de lo que puede entender como sistema ambiental regional, sin embargo, en la guía para elaborar la MIA-regional[1] se plantean lineamientos para definir el espacio geográfico del SAR, con base en la congruencia y detalles con las que se identifiquen y caracterizan cada uno de los ecosistemas que influyen en el área de estudio, con un soporte científico, que permita el análisis para la integración ambiental de cada uno de sus factores (abióticos y bióticos).

La importancia de representar el sistema ambiental regional, para efectos del estudio de impacto ambiental, reside en el reconocimiento del estado cero o sin proyecto del espacio geográfico en donde se pretende establecer el proyecto, para después valorar cuáles serán los impactos adversos, así como los beneficios que resulten de su ejecución, cuyas alternativas, diseño y medidas de mitigación que se propongan serán de acuerdo a los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Derivado de lo anterior, el área se circunscribe como una unidad geográfica, inventariable y cartografiable de un ecosistema, así como un espacio finito, definiéndolo como base en las interacciones entre lo biótico, abiótico y socioeconómico del espacio geográfico en donde se pretende desarrollar el proyecto, habitualmente formado por un conjunto de ecosistemas y dentro del cual se empleará un análisis de los problemas, restricciones y potencialidades ambientales de aprovechamiento.

La propuesta de sistema ambiental regional para este proyecto está definida bajo un enfoque ecosistémico, debido a que se localiza en una organización vital dentro de un espacio determinado, en el que se debe observar la interacción entre los distintos factores bióticos (flora y fauna), abióticos y socioeconómicos del área geográfica estudiada, por ello, el concepto que se asume en esta MIA-R se ajusta a la definición de "sistema": ***conjunto de elementos que interactúan de manera dinámica hacía un objetivo único***.

En este sistema la sinergia de las externalidades incide sobre él, lo cual resulta en un efecto mayor del que registra de manera individual, derivando en la organización de un sistema, donde mantiene una autonomía dentro de sus procesos de regulación y ajustes, que hacen posible el conservar su integridad estructural a lo largo de un periodo prolongado. Estas biostasias representan la capacidad del sistema para reaccionar ante acontecimientos externos restituyendo su equilibrio estructural.

Desde una perspectiva holística la cobertura geográfica o un espacio determinado del territorio no solo se caracteriza por su uniformidad, también se encuentra organizada por una infinidad de sistemas naturales de muy distintas magnitudes, desarrollados ininterrumpidamente para presentarse bajo la forma de arreglos complejos, compuestos por unidades dispuestas por una estructura jerárquica, donde se articulan funcionalmente unas con otras en un arquitectura ecológica que conforma a un ecosistema.

La conceptualización geográfica del término podrá homologarse como "unidad natural" traduciéndola en una visión más tradicional, donde concentra la estructura del espacio, en la organización de patrones y arreglos de distribución de sus principales componentes, en su localización, extensión y distribución, los cuales dependen de las relaciones entre los factores bióticos y abióticos de ese espacio organizado, teniendo siempre a conocer sus causas y las leyes que lo rigen.

La división secuencial de la observación del territorio en proporciones de menor extensión, pero con un análisis más detallado y subordinadas entre sí, constituye uno de los pasos importantes en el desarrollo de una línea base para alcanzar el diagnostico que describa sus atributos, sus propiedades y los procesos que se presentan. En este sentido, desde el objetivo y alcances de esta MIA-R, esa porción, relativamente pequeña del territorio conforma lo que el marco jurídico denomina "sistema ambiental regional" y los diversos espacios considerados durante su desarrollo son:

- **Región ecológica**: la unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.
- **Sistema Ambiental Regional (SAR)**: es el espacio geográfico, dentro del cual pretende insertarse el proyecto, cuyos elementos constitutivos son ambientalmente representativo de la región ecológica correspondiente y cuya delimitación deriva de la extensión que alcanza la uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales más carismáticos, la cual pude ser cartografiable e inventariable.

- **Área de influencia del proyecto (AiP)**: el concepto de este espacio geográfico se asume en este documento como lo indica la guía para elaborar la MIA-R, que lo define como: “el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que altera algunos elementos naturales.
- **Área de establecimiento del proyecto (AeP)**: es el espacio físico que se ocupa para desarrollar el proyecto. Sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo.

Se reconoce la existencia de designaciones en las que se establecen la presencia de ecosistema que carecen de límites definidos y, por lo tanto, que conforman sistemas continuos sin fronteras, en donde los ecosistemas no tienen escala ni soporte espacial definido, así como tampoco disponen de una especificidad en y con el tiempo, al referirse a la escala de actividades y transformaciones humanas del medio natural. Para el caso de la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia, el cual permite un análisis de la estructura y funcionamiento del ecosistema al contar, precisamente, con límites territoriales.

Lo anterior involucra el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo orientado a la necesidad de concretar la delimitación del sistema ambiental regional, que se puede alcanzar con la identificación, el reconocimiento y la caracterización de unidades espaciales de homogeneidad relativa, como herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con la validez del proyecto, para evaluar el impacto ambiental de un espacio del territorio. Por lo tanto, mediante esta noción des sistema ambiental regional es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencias que caracteriza la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas, así como efectuar previsiones respecto a los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto.

La conceptualización del SAR se asume en esta MIA-R para disponer de una herramienta operativa, debido a la imposibilidad de establecer límites artificiales en los procesos ecológicos que definen un ecosistema. Po ello, se busca alcanzar una expresión territorial objetiva, inventariable y cartografiable, la cual pueda ajustarse al concepto de sistema ambiental regional donde se desarrollará el proyecto, incorporando los atributos (sinergia, biostasias[II] y resiliencia[III]) que le caracterizan desde la óptica ecológica.

Para justificar la aplicación del concepto de sistema ambiental regional como se señala en párrafos anteriores, se hace referencia a los elementos por los cuales se puedan delimitar, describir y comprender la estructura y funcionalidad del SAR, para esto se asume el modelo de caracterización regional de las zonas hidrológicas prioritarias y de

[II] Biostasia: es una situación de equilibrio entre el suelo, el clima, y la vegetación, que dificulta los procesos de transporte de material edafológicos. Asociación Francesa para Estudios del Sol (AFES).

[III] Resiliencia: es la capacidad de resistencia o elasticidad del ecosistema ante influencia externa.

los programas de ordenamientos ecológicos general del territorio (POEGT, 2012[2]), que presentan una regionalización con justificación legal.

La definición y descripción de las características del subsistema biótico del espacio geográfico en el cual se ubica el SAR ponen en evidencia que amplias áreas del mismo están perturbadas y que el 79.28% del suelo ha sido sustituido de una cubierta vegetal de selva baja caducifolia a zonas de cultivos. Al interior del SAR, esta situación de perturbación que, además caracteriza a la unidad ambiental biofísica que describe el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT, 2012), la vegetación natural queda representada por algunas especies que pertenecen a ecosistemas de selva baja en un estado secundario.

IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto

En el ejercicio de la delimitación del SAR, resulto importante, en primera instancia identificar el objetivo que se persigue al trabajar para definir, delimitar y caracterizar este espacio geográfico. En principio, dicho objetivo se enfocó en acotar el espacio físico ambientalmente representativo de la región ecológica en la cual incide y se pretende desarrollar el proyecto, todo esto con la finalidad y posibilidad de elaborar el presente apartado que, basado en estudios, integra la manifestación de impacto ambiental (MIA).

En este análisis es importante considerar que de acuerdo al marco jurídico vigente y aplicable en materia ambiental, la MIA tiene dos modalidades, una de esas dos clases de MIA es la que se denomina en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), como MIA modalidad regional (MIA-R), la cual es aplicable cuando los proyectos a evaluar interactúan con las distintas unidades ambientales regionales y se prevean impactos acumulativos y residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. Por lo antes expuesto, la integración de la MIA-R se caracteriza, a diferencia de la MIA modalidad particular, al enfoque de su análisis al proyecto y al sistema ambiental regional en el cual pretende integrarse; como, por ejemplo, cuando la REIA establece los contenidos de la MIA-R, en cuatro de los ocho capítulos que la integran, el reglamento se refiere al desarrollo de cada uno de los apartados en el marco del sistema ambiental regional.

Sobre la base de lo antes expuesto, el ejercicio que se analiza en este documento considero como elementos básicos y de definición necesaria a acotar, la derivada del análisis de los conceptos que disponen al denominado Sistema Ambiental Regional; así, cada una de las tres palabras que la integran se asume son el siguiente significado:

SISTEMA: se concibe como el conjunto de cosas o elementos que relacionados entre sí ordenadamente contribuyen a alcanzar un objetivo determinado;

AMBIENTAL: este adjetivo alude a lo perteneciente o relativo al ambiente, y, en este sentido, el concepto ambiente se refiere al sistema constituido por los elementos físicos, biológicos, económicos, sociales, culturales y estéticos, que interactúan entre sí, con un

individuo determinado o con la comunidad de la que forma parte, incidiendo en la forma, el carácter, el comportamiento y la supervivencia de ambos; y,

REGIONAL: este adjetivo califica al ambiente acotándolo como perteneciente o relativo a una región.

El análisis de los tres términos y su alcance en la definición del SAR requiere complementariamente aclarar que, la alusión al contexto regional se cumple en la forma como adoptamos su acepción de acuerdo a la dispuesto por la propia LGEEPA en la fracción XXXI de su artículo 3°, el definir a la región ecológica como: "***La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes***".

Con base en lo anterior, el sistema ambiental regional puede definirse como: ***el espacio geográfico, dentro del cual pretende insertarse el proyecto, cuyos elementos constitutivos son ambientalmente representativos de la región ecológica correspondiente y cuya delimitación deriva de la extensión que alcanza la uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales más bondadosas, que pueda ser cartografiable e inventariable***.

La definición de un SAR, puede homologarse a una unidad de gestión ambiental (UGA) o de una unidad ambiental biofísica (UAB) de los planes o programas de ordenamiento ecológico de cobertura regional o del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, respectivamente.

Los conceptos de uniformidad y continuidad de los factores ambientales regionales se pueden representar gráficamente en un espacio determinado, e incluyen a los factores determinantes de esas características y de los componentes y subcomponentes del proyecto que van incidir sobre de ellos; en la práctica esa cobertura se vincula a un espacio cuya delimitación no resulte evidente ya que al modificar un punto de un ecosistema, de una unidad ambiental o de un factor del ambiente, resulta en la modificación de un espacio de mayores dimensiones que directamente han alterado, el cual, derivado de la relatividad del valor de los impactos, se transforma en referencia obligada para dicha valoración.

Por lo expuesto, lo que aquí se denomina sistema ambiental regional (SAR), se refiere a un área geográfica en relación a la cual se van a identificar los impactos ambientales y, de acuerdo a lo dispuesto por la fracción V del artículo 13 del REIA, esa identificación, descripción y evaluación debe enfocarse a aquellos impactos de naturaleza residual y/o acumulativa, del SAR, no solo del proyecto; paralelamente y en el entendido de que la relatividad del concepto de valor para numerosos impactos de varios proyectos: previsibles, en desarrollo u operando (origen de la acumulación o la residualidad), se concretara al final del proceso en la afectación de un espacio físicamente mayor que el que ocupan el proyecto en evaluación y el conjunto de proyectos que interactúan en el espacio físico y que determinan el surgimiento de efectos acumulativos y/o residuales.

Resulto importante considerar en la delimitación del SAR el rubro de la capacidad de carga del o los ecosistemas que lo conforman, acotándola aquellos efectos que, el proyecto objeto de la evaluación y el conjunto de otros proyectos que se ubican en el SAR, podrían reflejarse sobre la tolerancia al uso de los componentes de dichos ecosistemas, sin comprometer su capacidad de recuperación (resiliencia) en el corto

plazo; en tal sentido, en este alcance se consideraron los impactos acumulativos (IAc's) y residuales (IR's) del SAR más destacados (capítulo V de esta MIA).

Respecto a lo anterior, conviene puntualizar que el proyecto y otros proyectos que se identificaron en sus inmediaciones, incidirán en los factores y subfactores del ambiente y que es conjunto de afectaciones cobre cada factor del ambiente tiene un comportamiento diferente ante el efecto de un componente determinado del proyecto y que no existe reglas claras generales que estandaricen esta situación para cada caso, por lo que es el criterio del consultor el que ha de intervenir para abordarlos en las estrategias de prevención, mitigación y/o compensación y para delimitarlos, de tal manera que, por un lado el estudio de los factores ambientales que se desarrollan más adelante en este capítulo, reportará de la manera más cercana a la realidad la situación preoperacional previa a la inserción del proyecto y, por otra parte, permita valorar con la menor subjetividad posible, el alcance físico cada uno de los impactos previsibles.

Lo anteriormente expuesto explica que, la extensión del SAR sea considerablemente mayor a lo del área de influencia del proyecto "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar", con la adición de que ese espacio considera además las áreas de afectación de otros proyectos que podrían interactuar con el proyecto objeto de esta evaluación, de lo cual podría derivar los efectos acumulativos y residuales.

Para emplear el alcance conceptual antes descrito, de manera inicial se determinó el estado actual del medio ambiente (indicadores de calidad ambiental) reportado por el POEGT (2012), para la región ecológica en la cual el SAR se delimitará, que corresponde a la Región Ecológica 18.19 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 69 denominada "Sierras y Valles Guerrerenses" y en la Región Ecológica 18.9 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 61 denominada "Sierras del Sur de Pueblalas cuales tienen los siguientes indicadores:

UAB 69. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 16.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

UAB 61. Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Media. El uso de suelo es Forestal y

Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 34.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera

Estos elementos fueron considerados para asegurar que, al delimitar el espacio geográfico del SAR, las mismas estuvieran suficientemente representadas. De igual manera otro criterio considerado fue el área de la unidad de gestión ambiental (UGA) del Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM), que corresponde a las UGAs 165, 175, 181, 188 y 90. Posteriormente fue preciso ahondar en el estudio de la estructura y funcionalidad del entorno del espacio que ocupara el proyecto, por medio del análisis de parámetros físicos como lo es: clima (temperatura, precipitación y humedad), topografía, geología, edafología e hidrología. Así como la composición abiótica del espacio geográfico, como lo son el tipo de vegetación y la fauna asociada a la misma (Gómez Orea, 1999)[3], en un ejercicio cartográfico se extrapolan las capas respectivas de cada factor y se va diseñando un mosaico de unidades homogéneas, con la ayuda de un programa de sistemas de información geográfica (SIG), cuyos principales elementos constitutivos integren la información cartográfica disponible y de los reportes generados en campo, con lo cual se logró concretar el área uniforme basada la presencia de los indicadores de la calidad ambiental que define a la UAB, UGA y a los parámetros específicos (clima, topografía, geología, edafología, hidrología y usos de suelo).

El procedimiento se desarrolla en dos fases: la primera de análisis y la segunda de síntesis. En la inicial, se recopila la información cartográfica del espacio geográfico donde se ubique el proyecto (información vectorial y raster), de los factores bióticos y abióticos más relevantes para el estudio ambiental, definiendo las unidades ambientales para obtener una zonificación de unidades naturales significativas que nos permitan englobar las características bióticas y abióticas más singulares del espacio geográfico, y delimitar un espacio en el cual estas dos fuentes interactúen uniforme y continuamente (Figura IV.1).

El análisis, organización e integración de la información se procesó mediante un software GIS (ArcGIS), que permitió interpolar distintas capas temáticas de los parámetros ambientales más característicos del espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto (clima, topografía, geología, edafología e hidrología), los usos de suelos y las áreas de importancia ecológica (Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, Programas de Ordenamiento Ecológico Territorial, Áreas naturales protegidas, etc.).

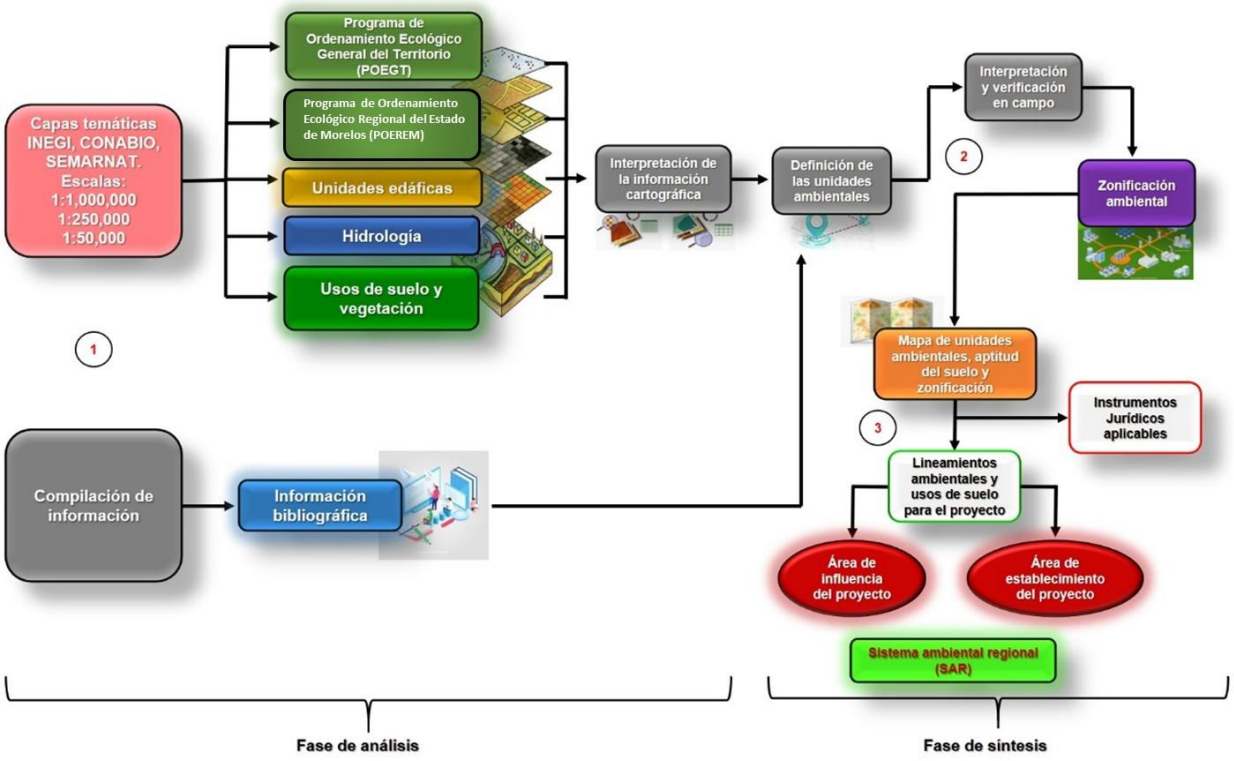


Figura IV.1 Proceso seguido para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Las principales fuentes de información son: SEMARNAT(POEGT), CONABIO[4] e INEGI[5] y el programa temático de Google Earth, además de los datos recabados en los trabajos realizados en el área geográfica del proyecto; lo anterior permitió identificar y seleccionar los principales factores ambientales de utilidad para determinar el espacio del sistema ambiental regional.

Bajo las condiciones referidas en los párrafos anteriores, se pudieron establecer las bases para delimitar el espacio del sistema ambiental regional, para determinar un área uniforme y continuo en los componentes bióticos y abióticos más destacables, abordando el análisis en base a los siguientes parámetros (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**Figura IV.1).

a) Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT, 2012): se consideró como base el área de unidad ambiental biofísica (UAB) N°69 y UAB 61.
b) Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Estado de Morelos (POEREM), que corresponde a las UGAs 165, 175, 181, 188 y 90
c) Programa de Ordenamiento Ecológico Local y Territorial del Municipio de Ayala, Morelos, UGA 1
d) Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Municipio de Cuautla, UGAs 2, 4 Y 8

e) Conjunto de datos vectoriales de edafología, continuo nacional, Serie II (INEGI, 2007): se consideraron los límites entre unidades edafológicas, además de sus horizontes y características de texturas.

f) Conjunto de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación, continuo nacional, Serie VII (INEGI, 2018): se consideraron los límites entre usos de suelo de carácter antrópico y forestal.

g) Programa Nacional de Microcuencas (SAGARPA, 2002):

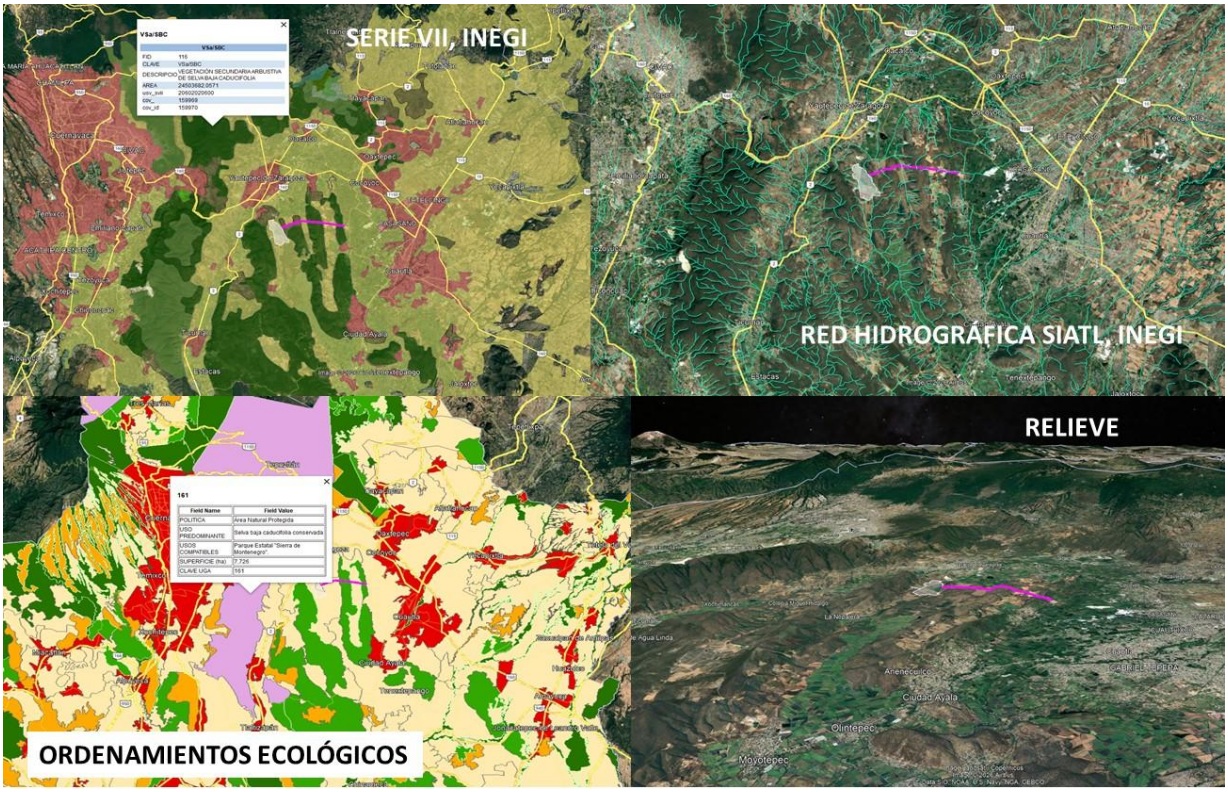


Figura IV.2 Algunas bases consideradas para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

De esta manera se logró determinar las interrelaciones de dichos factores de manera horizontal y vertical, para poder avanzar en la delimitación de un espacio geográfico único que englobara las características sustantivas de todas las capas, así como también definir y establecer los elementos naturales presentes en el espacio geográfico del SAR y en el área de influencia del proyecto.

Bajo las condiciones referidas en los párrafos que anteceden a este, se pudieron establecer las bases para delimitar el espacio del sistema ambiental regional, que se caracteriza por tener uniformidad y continuidad en los componentes bióticos y abióticos más destacables, esto de acuerdo a la naturaleza del proyecto y a las cualidades del territorio.

Derivado del análisis y la sobreposición de cada una de las capas cartográficas antes citadas, se fueron definiendo los límites entre cada una de ellas, tomando como matriz las áreas que evidenciaban las características sustantivas de las unidades ambiental biofísicas; el rubro relativo a la capacidad de carga del ecosistema para tolerar las modificaciones que se generaran por la ejecución de las distintas actividades que se realiza en las etapas del proyecto, y con ello pronosticar los posibles impactos que se generarán a los subfactores que caracterizan el espacio geográfico donde se pretende desarrollar el proyecto. Con todo lo anterior se fue definiendo el espacio geográfico, el cual fue delimitado por líneas, resultantes del análisis de la superposición, y en casos extremos con accidentes naturales, procesos o incluso, infraestructura líneal, que fracturara la continuidad de los factores ambientales más carismáticos. El resultado de esta relación, se concretó en un área geográfica o sistema ambiental regional con una superficie de 26,771.84 ha.

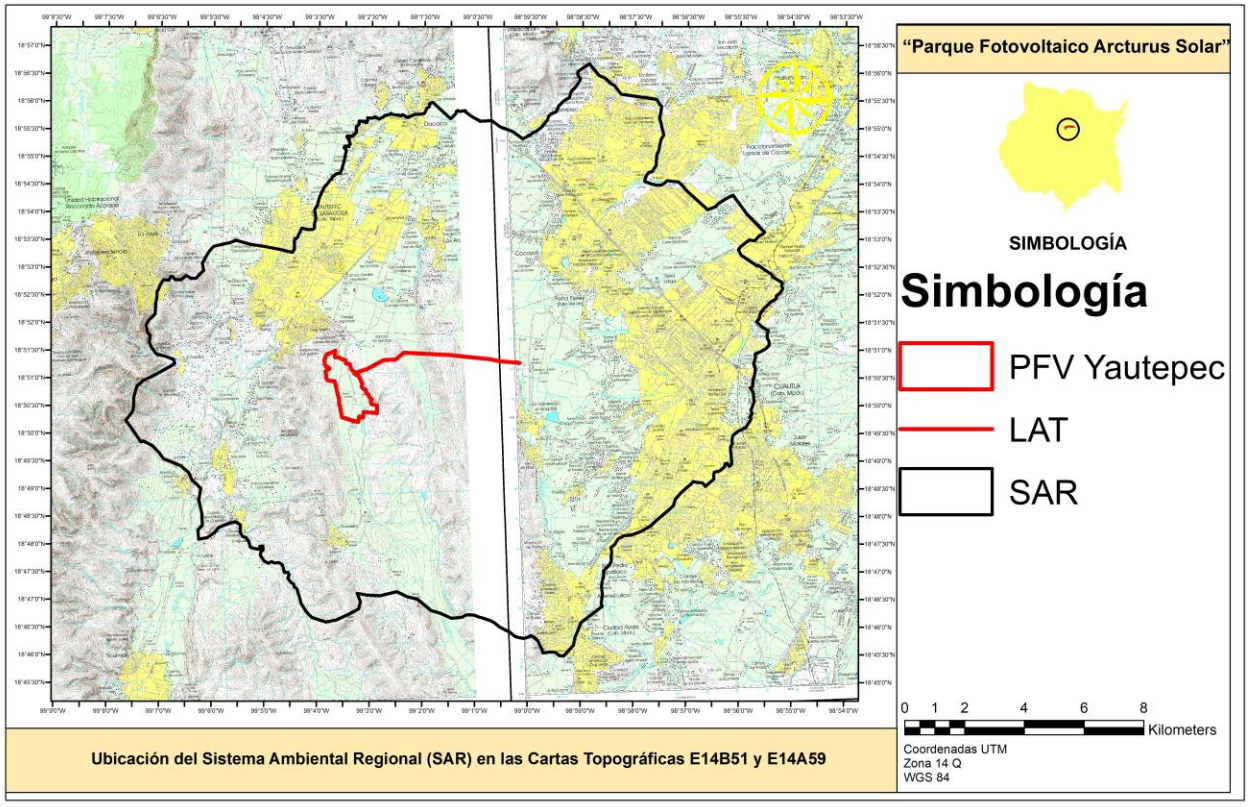


Figura IV.3 Ubicación del Sistema Ambiental Regional (SAR) en carta topográfica

Complementario a lo anterior, en este capítulo se define y delimitan otros dos espacios que deben abordarse en el desarrollo de la MIA-R, nos referimos al área de influencia del proyecto y al área de establecimiento del proyecto.

El **área de influencia del proyecto (AiP)** corresponde al espacio geográfico determinado por los límites que pudieran alcanzar los impactos potenciales del proyecto y los impactos acumulativos identificados en el SAR. Este espacio se determina, inicialmente con la delimitación preliminar del alcance de los impactos ambientales que directamente pudiera ocasionar el proyecto y cuyo alcance rebase el área de establecimiento del proyecto para que, una vez identificados y valorados los impactos acumulativos que pudieran registrarse en el SAR, ampliar la estimación del área de afectación para de esta forma, disponer de una poligonal envolvente del territorio que, potencialmente podrá recibir los efectos del proyecto y, de manera asociada, los efectos acumulativos de otros proyectos que previamente se hubieran establecido en ese espacio o de aquellos que estén por establecerse.

Así, el AiP no solo es la parte del ambiente en que tendrán lugar los efectos producidos por las acciones del proyecto, lo que conforma el área de establecimiento del proyecto (AeP), sino algo más amplio, o sea la parte del medio que interacciona con el proyecto, y con otros proyectos ahí establecidos o por establecerse, produciendo influencias mutuas (Conesa F.V. 2010)[6].

Por lo expuesto, la ubicación y la delimitación de este espacio geográfico está acotada por el alcance de los efectos del proyecto, incrementados por los efectos correspondientes a otros proyectos establecidos dentro del SAR y que conforman los impactos de acumulación y/o de residualidad que influyen en la trayectoria de la calidad ambiental del SAR.

Convencionalmente las técnicas recomendadas para la delimitación del AIP recomiendan incluir como elementos determinantes del AiP los siguientes:

- Proximidad del proyecto a áreas de valor ambiental conocida.
- Áreas que prestan servicios ecosistémicos importantes.
- Potencial del proyecto a favorecer nuevos accesos (por parte de terceros) a áreas remotas.
- Distribución de especies que puedan recibir los impactos acumulativos.
- La conectividad de los procesos ecológicos.

De estos elementos, solo es viable tener en cuentalos dos últimos en la delimitación del AiP, ya que los tres primeros no pueden concretarse en el espacio geográfico que la conformará, dada la perturbación antrópica que caracteriza el ambiente de las UAB 61 y 69 (POEGT).

Al igual que en la delimitación del SAR, la incertidumbre del proceso de identificación (pronostico) de los impactos ambientales acumulativos y/o residuales en esta zona derivada además de la escasez de datos característica de todo proceso de interpretación de la disponibilidad, cuantificación y calificación de los recursos naturales, en un escenario de prevención, obliga a concebir el área de la AiP con una escala de mayor magnitud.

Considerando los rubros antes reseñados, el AiP fue delimitada utilizando los siguientes criterios:

- Alcance estimado de los impactos acumulativos (IAAC'S).
- Alcance estimado de los impactos residuales.
- Ubicación de los factores ambientales potencialmente receptores de los IAAC'S y IAR's.
- Distribución de especies que puedan verse afectadas por los IAAC's.

Con base en lo antes expuesto, se delimitó el AiP la cual alcanzó una cobertura de 498.662 ha ya que 192.816 ha corresponden al Parque Fotovoltaico y las 305.846 Ha corresponden al AIP de la Línea de Alta Tensión que considera el presente Proyecto denominado: "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar" y que coonectará al PFV con la Subestacón Eléctrica existente "Yautepec" propiedad de la CFE.

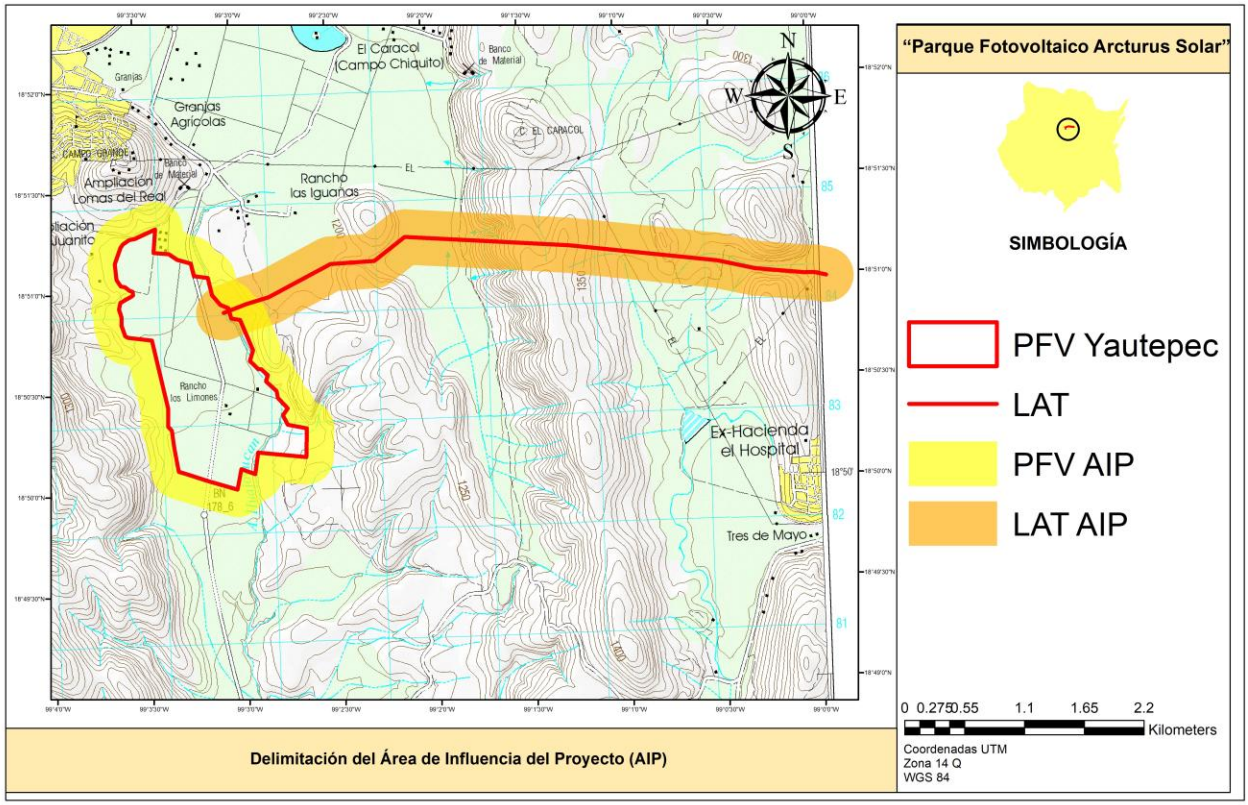


Figura IV.4 Delimitación del AiP del proyecto

Por lo que se refiera al área de establecimiento del proyecto (AeP), este espacio corresponde a los terrenos que se ocupan para establecer en ellos la infraestructura que dará forma al proyecto, por lo que, sus límites corresponden a las demarcaciones físicas del mismo, esta superficie corresponde a 209.13 ha de las cuales 197.71 ha corresponden al PFV y 11.42 a la Línea de Alta Tensión (considerando un derecho de vía de 20 metros).

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

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

El espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto se localiza en el estado de Cuautla, en los municipios de Yautepec y Cuautla. Cabe mencionar que el espacio geográfico del área donde se pretende ubicar el proyecto, se caracteriza por dos formaciones geomorfológicas: en la parte de la Fotovoltaica mayormente se presenta un sistema de topoformas de Llanura aluvial con Lomerío, mientras que la Línea de Alta Tensión abarca el mismo sistema de topoformas así como el de Sierra Baja que también se encuentra en la PFV pero en una ínfima superficie, la elevación característica del área comprende desde los 1,180 hasta los 1,377 msnm. De acuerdo con el Atlas Nacional de Riesgo[IV], y por las características antes citadas en el área del proyecto, el riesgo por deslizamiento es Potencial y se localiza dentro del Eje Neovolcánico. Por lo anterior, en el AeP hay un escurrimiento de 1er orden y se trata del Arroyo Huajoyucan se localiza prácticamente en el límite del área destinada para la Planta Fotovoltaica. El proyecto no está dentro de ninguna zona con fallas geológicas, la más cercana se ubica al sur aproximadamente a 62 km. No existe riesgo de inundaciones en el AeP y los posibles procesos erosivos en el área es degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica debido a actividades agrícolas.

Para efectos de la EIA y conceptualmente, se entiende que el ambiente es la parte del entorno que interactúan con el proyecto al ser fuente de recursos (naturales, energéticos y de mano de obra) de tal manera el ambiente es un sistema formado por elementos y procesos cuyos estudios se simplifican, si se agrupan en paquetes que, a su vez, correspondan a un subsistema como lo son:

I. **Medio físico o subsistema físico**: constituido por las transformaciones del ambiente natural, tal y como se encuentran en la actualidad (se refiere al “tiempo cero” T_0 o línea base)
II. **Factores bióticos y abióticos**: la funcionalidad de los ecosistemas derivados de la interacción de la topografía, climas, geología, suelos,

[IV] Centro Nacional Prevención de Desastres (CENAPRED), Atlas Nacional de Riesgos.- http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html, consultado en mayo 2026.

hidrología, vegetación y fauna relacionado con la estructura del ambiente.

III. **Paisaje**: las interacciones que se producen con el resto de los factores ambientales.

De acuerdo a la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI el 79.28% de la cobertura del SAR se usan para la actividad agrícola y el 20.72 % tiene carácter forestal; estos registros indican que el 79.28% de la superficie del SAR actualmente presenta evidencia fehaciente de perturbado y fragmentación de los ecosistemas, derivado por el desarrollo de actividades antropogénicas y de la ampliación de los espacios destinados al establecimiento de comunidades rurales y semi urbanas, que coinciden con el diagnóstico del POEGT, 2012 el cual atribuye a esta área indicadores diversos de perturbación de su ambiente.

Derivado de lo dicho en párrafos anteriores y para tener referencia del estado actual del espacio geográfico del SAR, se realizó un proceso de análisis cartográfico denominado “índice de vegetación de diferencia normalizada (NDVI)”, el cual se emplea para estimar la cantidad, calidad y desarrollo de la vegetación con base en la medición de intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. Este procedimiento se realiza mediante la combinación de dos bandas espectrales la 4 y 5, cuyo propósito es el destacar el proceso de la respuesta espectral de la vegetación, atenuando los detalles de otros elementos, como son el suelo, agua y de las actividades antropogénicas. El análisis se efectuó con una imagen Landsat.

Como resultado de este procedimiento cartográfico, se concluyó que el área del sistema ambiental regional se encuentra totalmente fragmentado, como consecuencia del desarrollo social que ha tenido esta región, sobre todo en el desarrollo de la actividad agrícola y ganadera. Los manchones en donde aún se conserva parte de la vegetación representativa en este sitio, se ubican en las laderas de las elevaciones que se caracterizan en el espacio geográfico del SAR, sin embargo, la radiación de la vegetación no es muy fuerte lo que es un indicativo que la vegetación no está del todo sana por lo que la reflectancia indica que la gran parte del SAR tiene zonas mixtas, lo que indica que la clorofila o la salud de la vegetación es de regular a mala, debido a los procesos de degradación que está sufriendo la región en donde se ubica el sistema ambiental regional.

IV.3 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR

Considerando los párrafos antecesores y un estudio realizado por la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)[7], que consiste en el monitoreo de los cambios de cobertura del suelo en América del Norte de un periodo del 2010 al 2015, se corrobora que el área del SAR tiene una tendencia a la degradación derivado del desarrollo de la actividad agrícola y ganadera ya que el 79.28% está sujeta a esta actividad, lo que es un indicador del impacto y deterioro de los ecosistemas en este espacio geográfico.

Derivado del análisis de las fuentes cartográficas (vectores y raster) y fuentes bibliográficas como el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT), se concluye que la calidad del espacio geográfico del sistema ambiental regional se ha comprometido como resultado de la evolución económica y demográfica que se ha desarrollado en la región, lo que se ve reflejado en el incremento en la extensión de las áreas para uso de la actividad ganadera extensiva y agrícola, en el impulso de las vías de comunicación y crecimiento de las áreas urbanas; así como el desarrollo de infraestructura para el transporte eléctrico (líneas de transmisión y subestaciones eléctricas).

IV.3.1 Medio abiótico

IV.3.1.1 Clima

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificado por E. García (1981), en el espacio geográfico del SAR y de acuerdo a la carta climática del INEGI se caracteriza solo una unidad climática: Cálido Subhúmedo.

Para recopilar los registros climatológicos necesarios para la MIA-R, se consultaron los reportes de una estación meteorológica, que se ubica al sureste del SAR y AeP; el análisis de los registros evidencia que el comportamiento de la temperatura ambiental su media anual es de 22.2°C, los valores de las temperaturas máximas se tienen en los meses de febrero a mayo y las más bajas a partir de noviembre a enero. La precipitación anual es de 805.5 mm, en donde el mes con mayor precipitación es en verano en el mes de junio (Tabla IV.1.

Tabla IV.1 Normales climatológicas de la estación meteorológica 17005 Cuautla

Estación Meteorológica: Cuautla 17005 Estado: Morelos Altura: 1302 msnm Periodo: 1991-2020													
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
Temp. Máxima	27.9	30.4	32.9	34.4	34	30.6	29	28.8	28.1	28.4	28	27.5	30
Temp. Media	19.2	21.3	23.5	25.3	25.5	23.8	22.5	22.4	22	21.6	20.5	19.3	22.2
Temp. Mínima	10.6	12.2	14.1	16.1	17	16.9	16	15.9	15.8	14.8	13	11	14.4
Precipitación	8	3.8	4.7	10.6	54.9	178.9	146	178	176.5	70.2	15.4	3.5	850.5

Los datos recabados de la estación ponen en evidencia las condiciones propicias para el establecimiento de una cobertura característico de selva baja, sin embargo, la perturbación citada a lo largo de los párrafos antecesores favorece a que actualmente más del 79% de la cobertura del sistema ambiental regional este constituida por terrenos agrícolas. El factor climático por el cual el interés de que el proyecto se desarrolle en este

sitio, son las condiciones de las temperaturas ya que no son menores a los 20°C durante todo el año.

IV.3.1.2 Fenómenos meteorológicos

En el sistema ambiental regional y en la ubicación del proyecto se presentan distintos grados ante los fenómenos climatológicos propios de esta zona, la más conspicua son las tormentas eléctricas, que condicionan particularmente el comportamiento de la fauna. El análisis que se realiza en este apartado se hace a partir del Atlas Nacional de Riesgo de la CENAPRED, 2015[8] (Tabla IV.2).

Tabla IV.2 Riesgo en el sistema ambiental regional por fenómenos meteorológicos

Fenómenos meteorológicos	Características
Sequias	Estas anomalías climáticas afectan diversas actividades económicas y repercuten en la salud de la sociedad. En el área del sistema ambiental regional el riesgo por esta anomalía climática es de muy bajo a bajo.
Heladas	Son manifestaciones de temperaturas extremas bajas. Lo que provoca que el agua presente en el aire se deposite en forma de hielo y debido a la falta de humedad, la precipitación se desarrolla en cristal de hielo, conocidas comúnmente como nevadas. Los días con heladas en el área del sistema ambiental es de 1 a 60 días, esto se debe a las condiciones topográficas que caracteriza en el espacio geográfico en donde se ubica el SAR, ya que el riesgo es de muy bajo a bajo.
Tormentas eléctricas	Son lluvias intensas acompañados con tormentas, acompañado de vientos fuertes, con descargas eléctricas atmosféricas, manifestados con rayos y chispas, emitiendo una breve luz y trueno (sonido). El área del sistema ambiental regional tiene un riesgo medio por estas anomalías climáticas.
Ciclones tropicales	Son masas de aire y humedad con fuertes vientos que giran en forma de espiral alrededor de una zona central. Se forma en el mar cuando la temperatura es mayor a los 26°C. Derivado del análisis a los datos históricos de los ciclones tropicales en el área del sistema ambiental regional, se tiene solo un registro hacia el sureste, que lo denominaron Winifred. Por lo que el riesgo por estas anomalías climáticas es de muy bajo a bajo.

IV.3.1.3 Geomorfología

El área del sistema ambiental regional está dentro de las provincias fisiográficas del Eje Neovolcánico en mayor proporción y en menor superficie dentro de la Provincia Fisiográfica Sierra Madre del Sur.

La Provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico es donde se localiza el área del proyecto. Dicha región fisiográfica se ubica en la parte central de la nación, se extiende de este a oeste desde el océano pacifico al golfo de México, y se caracteriza por una enorme masa de rocas volcánicas de diversos tipos, cumulada en numerosos y sucesivos episodios volcánicos que se iniciaron a mediados del terciario, hasta el presente. El rasgo más característico de esta provincia es la franja de volcanes que se extienden de este a oeste. La provincia esta fraccionada en 17 subprovincias fisiográficas, en este sentido el SAR se ubica dentro de las subprovincias fisiográficas denominadas “Lagos y Volcanes de

Anáhuac; y Sierras y Valles Guerrerences". En el área del SAR se caracterizan cuatro unidades geomorfológicas de acuerdo a la carta de topoformas del INEGI.

Tabla IV.3 Características de las unidades geomorfológicas en el SAR

Unidades geomorfológicas	Características
Llanura	Es el tipo de topoforma más abundante en el SAR y en la que localiza el AeP
Lomerío	Este tipo de topoforma se ubica en una ínfima parte del SAR en su parte Sur.
Sierra	Esta topoforma es la segunda más abundante en el SAR
Valle	Esta topoforma se localiza al oeste del SAR

❖ Geología

El SAR se ubica dentro de las provincias fisiográficas Sierra Madre del Sur y Eje Neovolcánico. De acuerdo a la carta geológica del servicio geológico mexicano (SGM), en el área del sistema ambiental regional se caracterizan las siguientes unidades litológicas: Arenisca-Conglomerado, Brecha Sedimentaria, Caliza, Conglomerado, Suelo y Roca Ígnea Extrusiva Básica.

❖ Fallas y Fracturas

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo de la CENAPRED, el área que ocupa el SAR no se ubica ninguna falla o fractura, sin embargo, esta característica no se verá influenciada por el establecimiento del proyecto.

❖ Sismos

De acuerdo a la regionalización sísmica de la CFE, 2015 el SAR se ubica en la zona B, en las cuales se consideran una frecuencia sísmica intermedia y con aceleración que frecuentemente no sobrepasa el 70% de aceleración del suelo. Y en la zona C, la cual se considera una frecuencia sísmica alta. Se tienen registro de sismos que no superan los 7 grados, en los últimos tres años. Sin embargo, no obstante, a lo anterior, y dado que el proyecto no considera excavaciones a gran profundidad, y tampoco tiene estructuras de carga o cimentaciones que pudiesen incidir sobre este esquema. No hay ninguna posibilidad de acumulación o sinergia con este tipo de procesos geológicos.

❖ Deslizamientos, derrumbes, inundaciones o movimiento de tierras

Estos procesos geomorfológicos dependen de las características topográficas y del grado de conservación forestal. En el área del SAR y de acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo (CENAPRED, 2015), la susceptibilidad a deslizamientos, derrumbes y de movimientos de tierras es Potencial. Las áreas con muy baja y baja susceptibilidad se caracterizan en las unidades geomorfológicas de lomeríos, que es la parte donde menos pendiente se tiene, y es donde mayor degradación de suelo se tiene.

El riesgo por inundaciones es de medio, debido a que el espacio geográfico del SAR a sus alrededores se caractericen distintas formas topográficas, y con ellos la ubicación de escurrimientos de distintos órdenes, por otra parte, el desarrollo de las actividades antrópicas ha provocado la degradación del área forestal y con ello la de los suelos induciendo a la aceleración de los procesos de escurrimiento y con ellos las posibles áreas con riesgo a inundación, sobre todo en la planicie.

- **Volcanes activos**

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo e información del INEGI, dentro del SAR no se encuentra ningún volcán activo.

IV.3.1.4 Suelo

Los suelos constituyen el soporte de la vida forestal del planeta e indirectamente en los patrones de distribución de la fauna y en la localización de los asentamientos humanos y de las actividades productivas. Son estructuras naturales de material no consolidado que son parte de la corteza terrestre y es un recurso esencial para el desarrollo de las acciones económicas básicas o primarias, entre las que se destacan; la agricultura, acuacultura, ganadería y silvicultura. El tipo de suelo se determina por el agrupamiento y la actualización de las unidades taxonómicas del suelo, clasificación de suelos según su tipo, grado de degradación y clasificación de tierras según la capacidad de uso, La clasificación de los suelos se define como la base científica de su estudio.

La formación de los suelos se debe a la acción combinada de distintos factores, clima, topografía (relieve), material parental (litología), organismos y tiempo. La mayoría de estos son propios de zonas templadas a áridas, constituidos por materiales litológicos de origen volcánico. En este sentido el área del SAR se caracteriza por 7 unidades edafológicas (Tabla IV.4).

Tabla IV.4 Unidades edafológicas dentro del sistema ambiental regional

Suelo	Clave
Phaeozem	PH
Regosol	RG
Leptosol	LP
Kastañozem	KS
Vertisol	VR
Arenosol	AR
Andosol	AN

El proyecto solo se ubica en los suelos Vertisoles y Leptosoles.

- **Degradación de los suelos**

De acuerdo a la carta de Erosión, serie I del INEG, en el área del SAR, hay tres tipos de degradación del suelo, ligero moderado y extremo. El primero y el segundo estám determinados por degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica y el extremo esta determinado por degradación física por pérdida de la función productiva originado por la urbanización. El Proyecto se lozaliza en una pequeña porción con degradación ligera.

IV.3.1.5 Hidrología

- **Hidrología superficial**

El sistema ambiental regional se ubica en la región hidrológica Balsas, dentro de la Cuenca Hidrográfica Río Grande de Amacuzac, en las Subcuencas Hidrológicas Río Yautepec y Río Cuautla.

- **Hidrología subterránea**

El SAR se ubica en un solo acuífero, denominado Cuautla-Yautepec.

De acuerdo con la Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cuautla-Yautepec, estado de Morelos (2024), el acuífero Cuautla-Yautepec, definido con la clave 1702 por la Comisión Nacional del Agua, se localiza en la porción central del estado de Morelos, geográficamente se localiza entre los paralelos 18º30’ y 19º00’ de latitud norte y los meridianos 99°10’ y 98°45’ de longitud oeste, abarcando una superficie aproximada de 2,558 km², incluyendo los municipios del estado de México. Limita al norte con los acuíferos Chalco-Amecameca, perteneciente al Estado de México y Zona Metropolitana de la Ciudad de México, perteneciente al Distrito Federal; al noreste con los acuíferos Valle de Puebla y Atlixco-Izúcar de Matamoros, pertenecientes al estado de Puebla; al este con el acuífero Tepalcingo-Axochiapan, perteneciente al estado de Morelos; al sur con los acuíferos Ixcaquixtla, perteneciente al estado de Puebla y Huitzuco, perteneciente al estado de Guerrero; al oeste con los acuíferos Zacatepec y Cuernavaca, pertenecientes al estado de Morelos [9].

IV.3.1.6 Aire

En este aspecto el área del SAR parece no haber problemas importantes con la calidad del aire, ya que la cuenca atmosférica es amplia y las intensidades de viento que caracterizan a esta zona favorecen la dispersión de la carga de gases contaminantes que pudieran generarse por la operación de los motores de combustible que circulan y cruzan las carreteras de este espacio.

En referencia a lo anterior, es importante mencionar que cerca del SAR se localiza la estación meteorológica “Cuautla” la cual indica que la calidad del aire es Buena.

IV.3.1.7 Conclusiones

De acuerdo a la ubicación geográfica del SAR con climas cálidos subhumedos y características geomorfológicas propiciados por el tiempo, dio hincapié a un establecimiento de cobertura vegetal característicos de selva baja y pstizal, favorecidos por los suelos y el aporte de sustancias mineralógicas que brindas las unidades litológicas presentes en nuestra unidad de análisis (SAR). En el área no existen cuerpos de agua de manera natural solo u pequeño arroyo en el margen del polígono propuesto para la pfv, en donde no se tendrá ninguna injerencia por la ejecución del proyecto.

El espacio del SAR como del AeP se caracteriza por su elevado índice de perturbación, por consecuencia de la remoción de la vegetación forestal original para la apertura de áreas agrícolas y desarrollo urbano, cada vez más invasivas, si bien los procesos erosivos no son representativos, estas acciones podrían acelerar su degradación por las actividades del viento y agua.

IV.3.2 Medio biótico

IV.3.2.1 Vegetación

México cuenta, de acuerdo con la CONABIO (2017)[10], con un registro de 25 mil especies de plantas vasculares, lo que equivale aproximadamente al 9.1% de las 272 mil especies descritas en el mundo. Particularizando sobre el estado de Morelos, el estudio de biodiversidad para dicho estado (CONABIO, 2017[11]) reconoce 6,023 especies entre plantas vasculares y no vasculares (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**), su riqueza de plantas vasculares es equivalentes a aproximadamente el 25% de la flora mexicana, esta diversidad es comparable con la de Guatemala y mayor que la de Francia. Concentrándose sobre el grupo de Angiospermas (Magnoliophyta) que corresponde al grupo más extenso de plantas con semilla, la máxima diversidad de plantas en México se concentra en Chiapas, Oaxaca y Veracruz; y el estado de Jalisco ocupa el 4° lugar a nivel nacional (Villaseñor, 2003[12]).

Tabla IV.5 Características principales de los tipos de vegetación presentes en el SAR

Tipo de vegetación		Características
Selva baja caducifolia	SBC	Se desarrolla en condiciones climáticas en donde predominan los tipos cálidos subhúmedos, semisecos o subsecos, donde la temperatura media anual oscila entre los 18 a 28°C y las precipitaciones anuales se encuentran entre 300 a 1,500mm. Con una estación seca bien marcada que va de 6 a 8 meses la cual es muy severa. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta unos 1 900m, rara vez hasta 2 000m de altitud, principalmente sobre laderas de cerros con suelos de buen drenaje. Los componentes arbóreos de esta selva presentan baja altura, normalmente de 4 a 10 m (eventualmente hasta 15m). El estrato herbáceo es bastante reducido y sólo se puede apreciar después de que ha empezado claramente la época de lluvias y retoñan o germinan las especies herbáceas. Las formas de vidas crasas y suculentas son frecuentes, especialmente en los géneros *Agave, Opuntia, Stenocereus* y *Cephalocereus*. En este tipo de selva también son comunes: *Bursera* sp., *Lysiloma* sp., *Ceiba* sp. ; *Bromelia sp, Pithecellobium sp., Ipomoea* sp., *Pseudobombax* sp., *Cordia* sp., *Leucaena sp., Erythrina sp., Caesalpinia sp., etc.*

Tipo de vegetación		Características
Vegetación secundaria	Vs	Hace referencia un estado sucesional de la vegetación después de la presencia de algún disturbio causado por factores humanos o naturales, que modifica la estructura y composición florística de la comunidad vegetal original. Con base en las formas de vida presentes y su altura, se consideran tres fases: vegetación secundaria herbácea (Vsh), vegetación secundaria arbustiva (Vsa) y vegetación secundaria arbórea (VsA). Son pocas las especies que tienen un amplio espectro de distribución y aparecen en cualquier área perturbada, pero en general cada comunidad vegetal tiene un grupo de especies que cubren el espacio alterado. Estas especies forman la "Vegetación Secundaria" que en forma natural y con el tiempo pueden favorecer la recuperación de la vegetación original.

La caracterización de la composición florística fue desarrollada en tres etapas (Figura IV.5), en primera instancia se realizó la recopilación bibliográfica, de las especies vegetales con potencial de presencia en el SAR previamente delimitado, de acuerdo con los tipos de vegetación presentes en él. En la segunda etapa se realizó un monitoreo en campo para verificar la información recabada y determinar las especies vegetales presentes en el área de establecimiento del proyecto, y finalmente en la tercera etapa, los resultados arrojados por el trabajo de campo fueron analizados estadísticamente.

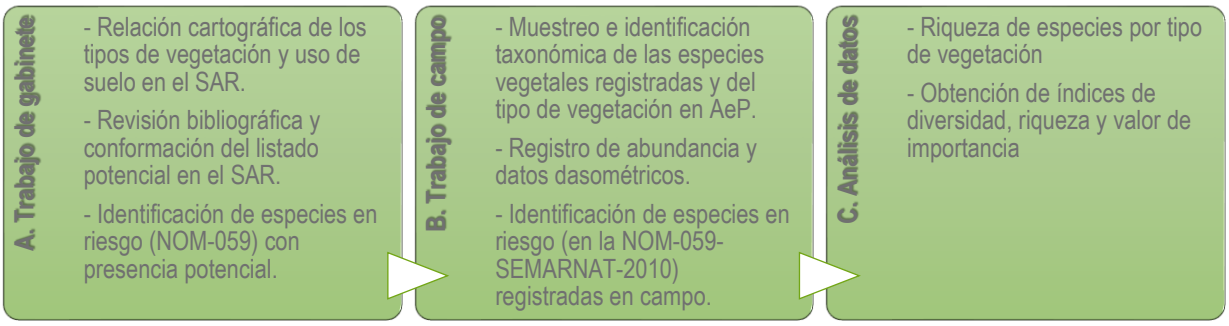


Figura IV.5 Metodología para la caracterización de la composición florística

A. Determinación de la flora potencial en el SAR (trabajo de gabinete)

Con base en la delimitación del polígono del SAR y la identificación de los tipos de vegetación presentes en dicha área de acuerdo con la información cartográfica del INEGI serie VII, se realizó el trabajo de investigación bibliográfica a partir de artículos indexados y la búsqueda de registros de observaciones y colecciones biológicas incluidas en el Servicio Mundial de Información sobre Biodiversidad "GBIF" (*Global Biodiversity Information Facility*) y de la plataforma "Naturalista" de la CONABIO, para determinar aquellas especies con potencial de presencia dentro del espacio geográfico antes referido. Lo que derivó en el registro de **856 especies de flora con <u>presencia potencial</u>** en uno o varios de los tipos de vegetación presentes en el espacio geográfico que ocupa el SAR y/o adaptadas a zonas agrícolas o perturbadas (especies arvenses o ruderales), que se adjunta en el **Anexo 2**.

Diseño de muestreo y forma de los PM

Los PM fueron circulares con una dimensión de 500 m^2 en donde se registraron las especies arbóreas y cactáceas. Y en cada sitio se delimitaron a su vez dos áreas más, una de 100 m^2 para el registro de especies arbustivas[V] y otra de 1 m^2 para el registro de especies herbáceas, a manera de conglomerado (Figura IV.6). Para el tamaño de los sitios de muestreo, se consideró el concepto de "área mínima", que se refiere al espacio en que una comunidad puede desarrollar o demostrar su composición y estructura característica. El área mínima se puede determinar con la relación especies-área, pero también es común que el tamaño del cuadro o parcela en general sea de 10 x 10 m (100 m^2) para árboles, 5 x 5 m (25 m^2) para arbustos y de 1 x 1 m (1 m^2) para herbáceas (Bautista, ***et al***., 2011[13]), con base en ello, destaca que en este caso particular, la dimensión de los sitios de muestreo no sólo satisfizo sino que superó el área mínima requerida para evaluar las características propias de los componentes de las comunidades vegetales de interés. Cabe mencionar que de acuerdo con González-Cuevas (2002)[14] los sitios de muestreo a partir de 500 m^2 son adecuados para el levantamiento de datos dasométricos ya que proveen confiabilidad estadística dado que a partir de estas dimensiones el coeficiente de variación es mínimo.

Los datos que se registraron durante el muestreo fueron variables clasificatorias (número de sitio, fecha, ubicación geográfica) e información ecológica (nombre común, nombre científico, forma biológica), útiles para agrupar los datos del inventario florístico y obtener los resultados de los índices de diversidad por medio de la estratificación vertical (estrato arbóreo, arbustivo, cactáceas y herbáceo).

[V] Se consideró arbusto a la planta perenne, con el tallo lignificado, el cual se ramifica a partir de la base, generalmente de no más de 3 metros de altura (Pérez, 2013)[V]

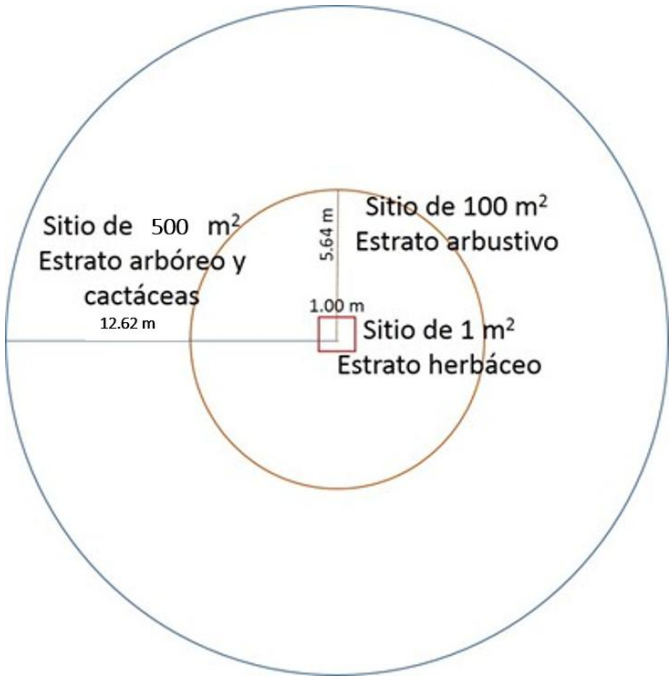


Figura IV.6 Forma de los sitios de muestreo para la caracterización vegetal





Figura IV.7 Trabajo de campo durante el muestreo de vegetación

IV.3.2.2 Fauna

La calidad ambiental del SAR se encuentra determinada, entre otros factores, por la riqueza, estructura y diversidad faunística (Jorgensen, 2005[15]); en este sentido, el acercamiento al estatus que guarda este factor ambiental es fundamental para determinar el grado de conservación que mantiene y las fuentes de deterioro que les están afectando, lo cual constituye una base que permite determinar el grado de integridad funcional del ecosistema.

Es posible determinar el estado que presenta la fauna en un sitio mediante tres procedimientos:

- *Recopilación bibliográfica*: realiza la recopilación y análisis de documentos técnicos y científicos que reporten, entre otros rubros, la distribución natural de las especies en el área de interés y la descripción del hábitat y el nicho de las especies reportadas.

A diferencia de estudios de campo puntuales y acotados a un momento del año en particular, existen herramientas bibliográficas, tales como colecciones científicas, tesis especializadas, libros, revistas científicas y, recientemente, programas informáticos que permiten tener un registro histórico del factor ambiental a caracterizar.

- *Inventario en campo*: es un estudio que consiste en el levantamiento de información, directamente en campo, el cual, idóneamente debe abarcar varios ciclos anuales que superen las condiciones variables propias de las características climatológicas de cada anualidad y, por lo tanto, que ofrezca certidumbre estadística respecto a la fiabilidad de los resultados.
- *Estudio combinado*: se trata de la combinación de ambos estudios, restringiendo la amplitud del estudio de campo e incrementando el esfuerzo de recopilación y análisis de información técnica y científica publicada en fuentes formales.

A partir del resultado que se esperan obtener mediante la aplicación de estas tres fases permitirán obtener conclusiones respecto a la distribución de los grupos de vertebrados, así como su estado de conservación, su diversidad asociada a los diferentes tipos de asociaciones vegetales que caracterizan el SAR, su vulnerabilidad y sus endemismos, además de la identificación de especies potenciales que se encuentran en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010; con la finalidad de poder deducir precisiones respecto a su presencia potencial en el SAR. Bajo esta premisa se desarrolló el trabajo cuyos resultados se reseñan en este apartado de la MIA-R.

Cabe mencionar que, si bien el grupo más abundante y diversificado del planeta es el de los invertebrados, existen diversos factores que complican el estudio de estos grupos taxonómicos, como la escala espacial de la distribución: en el caso de los ácaros del suelo, la escala espacial es muy reducida y presenta grandes variaciones a pequeñas escalas, por lo que resulta muy costoso y, en parte, inútil realizar muestreos representativos para áreas relativamente extensas; la estacionalidad, ya que determinadas especies tienen su etapa adulta (muchas veces la más visible), reducida a un periodo de tiempo muy corto, presentándose el resto del año como formas resistentes (huevos, larvas), que resultan imposibles de clasificar para quien no es especialista en el tema. Los muestreos representan altas dificultades taxonómicas derivadas del conocimiento precario que existe en el territorio mexicano y existen dificultades para la clasificación de estos organismos.

Siendo las razones antes expuestas, las que permitieron determinar que los grupos faunísticos a considerar serán los de los vertebrados que, aunque las dificultades no son menores, la información sobre estos grupos taxonómicos es más amplia, por lo que pueden ser usados como indicadores de la estabilidad de una zona determinada y permitir generar una caracterización integral del SAR.

Así, con la finalidad de cumplir con el alcance del presente estudio, se utilizó el estudio combinado. Los resultados que se esperan mediante la recopilación, monitoreo y análisis de la información van a permitir obtener conclusiones respecto a la distribución de los grupos de vertebrados, así como su estado de conservación, su diversidad asociada a los diferentes tipos de asociaciones vegetales que caracterizan el SAR, su vulnerabilidad, endemismos, además de la identificación de especies potenciales que se encuentran en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la UICN; con la finalidad de poder deducir precisiones respecto a su presencia potencial en el SAR.

Además, en la medida de lo posible, la información fue corroborada en campo mediante muestreos específicos para cada grupo de vertebrados estudiado, obteniendo como resultado conclusiones respecto a la calidad del SAR en el cual se pretende establecer el proyecto.

Marco de referencia nacional

En la actualidad, las tendencias relacionadas con el estudio de la diversidad biológica contemplan tres niveles: el genético, que involucra la diversidad de genes, alelos y proteínas; el específico, que se circunscribe en la cuantificación del número total de especies y endemismos; y el de ecosistemas, que contempla las interacciones intraespecíficas, y aquellas con elementos abióticos (Boero, 2010)[16].

Entre los países latinoamericanos considerados como megadiversos se encuentra México, junto con Brasil, Colombia y Perú (Lamoreaux *et al*., 2006)[17]; ya que se ha estimado que alberga aproximadamente el 10% de la diversidad biológica mundial. La singularidad de la diversidad de las especies mexicanas radica no sólo en el número de taxones sino a su exclusividad o endemismo (Leroux y Schmiegelow, 2007[18]; Velasco de León *et al.,* 2007[19]).

Uno de los factores que podría influir en la alta biodiversidad del país es su posición entre la zona de transición de las regiones biogeográficas neártica y neotropical; lo que implica una variedad de climas, rangos altitudinales, su orografía y tipos de vegetación. Sin embargo, la diversidad biológica no se distribuye de manera uniforme y se ha documentado que existen gradientes en los que se identifican sitios con mayor diversidad que otros, hecho que parece estar determinado por la latitud, la elevación y factores asociados como la precipitación, el tipo de suelo, entre otros (Arita, 1997)[20]; aunque, una región que presente un alto número de especies no necesariamente va a poseer una alta cantidad de endemismos.

El territorio mexicano alberga áreas de mayor riqueza de especies y otras que poseen numerosos endemismos, las cuales varían por grupo taxonómico; tal es el caso del grupo de las aves, las cuales en la selva alta perennifolia y la selva baja caducifolia son las más ricas en número de especies, sin embargo, los bosques de pino-encino y el bosque mesófilo de montaña son las zonas que presentan más endemismos (Navarro *et al.,* 2014)[21]; en el caso de los mamíferos, se reconoce que el Eje Neovolcánico Transversal es el sitio de mayor número de endemismos (Escalante *et al*., 2009)[22] pero la ecorregión de bosques templados es la más rica en cuanto a número de especies totales (Sánchez-Cordero *et al*., 2014)[23].

Debido a la riqueza de especies que alberga México, es que se encuentra en el primer lugar en riqueza de reptiles, el tercero en mamíferos, quinto en anfibios y onceavo en aves (Ceballos *et al*. 2006)[24]. Además, los porcentajes de especies endémicas que se reportan para el país es alto, ya que se encuentra en el tercer lugar en vertebrados endémicos, después de Indonesia y Australia. Los porcentajes de endemismo se encuentran entre el 10.4 y 58.9%, mientras que otros países centroamericanos tienen valores entre 0.5 y 28.4%. La estimación de la riqueza faunística alcanza las 2,954 especies, considerando, además que el territorio es de menores dimensiones que Canadá, Estados Unidos y sus territorios (incluyendo las islas en otros continentes), países que en su conjunto albergan cerca de 2,187 especies.

México destaca más por el número total de especies y por los porcentajes de endemismo que hay en el país (Ramírez-Pulido y Castro-Campillo, 1994)[25]. No obstante que, la distribución de los vertebrados terrestres no es homogénea en el territorio mexicano, toda vez que existen regiones con altas concentraciones de especies en general o de especies endémicas en particular (Ceballos *et al*. 2006).

Derivado de las condiciones fisiográficas del país, así como su extensión, permiten una gran variedad de fauna silvestre, aunque la actividad transformadora de la sociedad, aunada a los factores causantes de deterioro ecológico, en los últimos años ha afectado este recurso. La fauna silvestre es y ha sido uno de los elementos de gran importancia en el desarrollo de la humanidad.

Cabe mencionar que, si bien el grupo más abundante y diversificado del planeta es el de los invertebrados, existen diversos factores que complican el estudio de estos grupos taxonómicos, tal es el caso de la escala espacial de la distribución, como en el caso de los ácaros del suelo, el cual es muy reducido y presenta grandes variaciones a pequeñas escalas, por lo que resulta muy costoso y, en parte, inútil realizar muestreos representativos para áreas relativamente extensas; la estacionalidad, ya que determinadas especies tienen su etapa adulta (muchas veces la más visible), reducida a un periodo de tiempo muy corto, presentándose el resto del año como formas resistentes (huevos, larvas, entre otros), que resultan imposibles de clasificar para quien no es especialista en el tema. Los muestreos representan altas dificultades taxonómicas

derivadas del conocimiento precario que existe en el territorio mexicano y existen dificultades para la clasificación de estos organismos.

Siendo las razones antes expuestas, las que permitieron determinar que los grupos faunísticos a considerar serán los de los vertebrados que, aunque las dificultades no son menores, la información sobre estos grupos taxonómicos es más amplia, por lo que pueden ser usados como indicadores de la estabilidad de una zona determinada. A continuación, se abordan aspectos generales de los tres grupos faunísticos que serán abordados en el presente documento.

La diversidad herpetofaunística en México constituye uno de los elementos más importantes de la fauna del país. La diversidad que posee el grupo de los anfibios sitúa a México como el quinto país más diverso a nivel mundial, ya que poseen un grado de endemismo del 67% (252) de sus especies. Este grupo taxonómico se encuentra representado por 16 familias que equivalen al 21.62% con respecto a la riqueza a nivel mundial, 54 géneros (9.87%) y 376 especies (5.23%; Parra-Olea, et al. 2014)[26].

Mientras que en el caso de los reptiles hay 864 especies, de las cuales 417 son lagartijas, 393 serpientes, 3 anfisbénidos, 3 cocodrilos y 48 tortugas. Estas especies se incluyen en 159 géneros y 40 familias, que representan el 8.7% de los reptiles del mundo. Además, el 57.1% de las especies son endémicas (Flores-Villela y García-Vázquez, 2014)[27].

Ahora bien, se estima que existen alrededor de 10,507 especies de aves en el mundo, de las cuales, en México se reportan entre 1,123 (AOU, 2013) y 1,150 (Gill y Donsker, 2013), que representa cerca del 11% del total mundial. Este porcentaje es mayor al que existe en Estados Unidos y Canadá en conjunto. Derivado de la diversidad avifaunística que existe en el territorio mexicano, lo coloca en el onceavo lugar entre los países megadiversos del mundo y en el cuarto en cuanto a la proporción de especies endémicas. De las categorías supraespecíficas de aves del mundo, en México se presentan 26 (65%) órdenes, 95 (41%) familias y 493 (22%) géneros (Navarro-Sigüenza, et al., 2014).

Finalmente, en cuanto a la biodiversidad de mamíferos México ocupa el tercer lugar mundial en cuanto al número de especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005) y el segundo lugar en especies endémicas con 157 (28%). De acuerdo con diversos autores, existen 564 especies de mamíferos silvestres, lo que representa aproximadamente el 13% de la diversidad mundial; estas especies se encuentran distribuidas en 46 familias y 200 géneros (Sánchez-Cordero, et al., 2014). Sin embargo, el estado de conservación de este grupo indica que existen problemas ambientales severos, ya que 7 especies se han extinguido o desaparecido en el último siglo, y 295, que equivale al 52.3% del total, se encuentran clasificadas en alguna categoría de riesgo (CONABIO y SEMARNAT, 2009)[28].

Es por ello que la riqueza biológica no solo es un valor en sí misma, sino que representa un recurso que debe protegerse debido a que se ve sometido a numerosas amenazas

(Edwards y Abivardi, 1998)[29]. Es innegable que el crecimiento poblacional en México y en el mundo genera demandas de infraestructura e insumos, por ello, en México y en el mundo, se reconocen como los principales factores que amenazan la riqueza y el endemismo de las especies al cambio de uso de suelo, la explotación no racional de los recursos naturales y al cambio climático.

Metodología

Los inventarios biológicos son una herramienta fundamental para la toma de decisiones respecto a la conservación de la biodiversidad (Sánchez *et al.*, 2011[30]), sin embargo, es importante incrementar el esfuerzo para tener acceso a información más detallada, tal como, conocer el estado de conservación global y nacional de la especie, conocer el ámbito general donde se ha inferido su distribución en el país, conocer su área de ocupación real, identificar los tipos de ecosistemas y hábitat en los que existe, los tipos de movimiento que suele efectuar y la extensión de los mismos e indagar, en la región donde se halla un predio, si la población local de la especie es solo parte de una unidad poblacional mayor, que entre otros aspectos, formaran un marco de referencia mínimo a considerar antes de la toma de decisiones.

Considerando que el espacio físico del SAR del proyecto se encuentra en el estado de Morelos, los objetivos del estudio se centran en conocer la fauna de éste, en acuerdo a los objetivos de la presente MIA-R. Las poblaciones de invertebrados, si bien son importantes desde múltiples aspectos, la particularidad del proyecto no representa situaciones específicas de presión negativa, en virtud de la resiliencia de sus poblaciones, su amplia distribución y sus mecanismos homeostáticos para restaurar efectos negativos derivados de la acción del hombre.

En este sentido, la metodología para la caracterización de la fauna estuvo asentada básicamente en tres procedimientos (Figura IV.8).

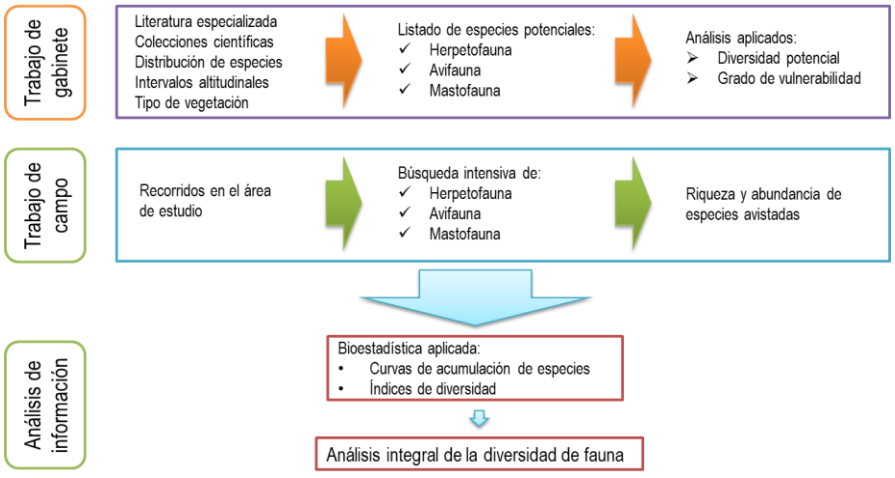


Figura IV.8 Metodología para la caracterización de la fauna

El área que ocupa el SAR presenta una diversidad y abundancia de especies variables, que deriva principalmente del grado de fragmentación del ecosistema. En este espacio geográfico se identificó un tipo de vegetación: Vegetación Secundaria de Selva Baja Caducifolia; asimismo, se identificaron amplias extensiones de cultivos agrícolas y áreas cubiertas de pastizal inducido. Considerando que la vegetación forma parte inseparable del paisaje, el tipo de fauna estará en correlación directa con el tipo de vegetación, pues ésta dictará principalmente el ecosistema que pueden habitar los diferentes grupos de animales.

Por lo que la metodología para el estudio y caracterización de la fauna se llevó a cabo en tres etapas: la primera etapa fue el trabajo de gabinete, que consistió en la consulta de literatura y bases de datos especializadas para poder obtener así un listado de especies que pudieran estar potencialmente presentes dentro del SAR, este listado además servirá de apoyo en la segunda etapa que es el trabajo de campo; el cual consistió en muestreos. Una vez recabada esta información, se prosiguió a la tercer y última etapa: la interpretación de datos, que consistió en análisis estadísticos para conocer la diversidad y abundancia de cada uno de los grupos faunísticos.

Desarrollo de la metodología

Recopilación bibliográfica de la riqueza faunística potencial

Para determinar el listado potencial de anfibios, reptiles, aves y mamíferos en el área del proyecto, se obtuvo la distribución de las especies de vertebrados terrestres de las bases de datos de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN)[31] en formato Shapefile, seleccionando aquellas especies cuya distribución (completa o en parte) se sobrepusiera al SAR.

Debido a que las distribuciones de la UICN presentan inconsistencias especialmente en los límites de la distribución de especies que prefieren ciertos tipos de vegetación y/o se encuentran restringidas a ciertas altitudes, se revisó la siguiente información:

- ✓ Tipo de vegetación e intervalos altitudinales para anfibios y reptiles (Canseco-Márquez et al., 2010), aves (Howell y Webb, 2005)[32] y mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005)[33].
- ✓ Registros en colecciones científicas (Global Biodiversity Information Facility)[34].
- ✓ Registros históricos (Hall, 1981)[35].
- ✓ Publicaciones científicas.
- ✓ Registros en plataforma de Naturalista y EncicloVida.

Para el caso de la vegetación se utilizó la capa de uso de suelo y tipos de vegetación (INEGI, serie VI). La información fue visualizada mediante el programa ESRI ArcMap™ 10.0.

Una vez verificada la posible presencia de las especies, se generó una lista ordenada sistemáticamente, siguiendo las clasificaciones de Frost (2011)[36] para anfibios y Utez (2012)[37] para reptiles, para aves se siguió la clasificación de American Ornithologists Union (1998)[38] considerando los últimos cambios conforme a los suplementos y artículos publicados, y para mamíferos se siguió la clasificación propuesta por Wilson y Reeder (2005)[39].

Los nombres comunes de los anfibios y reptiles fueron tomados de CONABIO (2009)[40], para aves de CONABIO (2009)[41] y para mamíferos de Villa y Cervantes (2003)[42].

Finalmente, a partir de la lista de las especies se determinaron las especies que se encuentran en estatus de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 y la lista roja de la UICN.

Respecto de la distribución geográfica de las especies se consideraron como Endémicas a México (E), aquellas especies cuya distribución se restringe a los límites geográficos del país; en el caso de las aves se consideró como especies Cuasiendémicas (CE) a las que presentan una distribución fuera de México no mayor a los 35,000 km^2 y las Semiendémicas (SE), como las endémicas al país o una región durante una época del año (González-García y Gómez de Silva, 2003)[43].

Además, para cada especie se obtuvo información que podría determinar si son especies vulnerables, para lo cual se consideró la información presentada por la UICN para determinar la tendencia poblacional de las especies, considerando cuatro clasificaciones, que son:

- ✓ Incremento.
- ✓ Estable.
- ✓ En decremento.
- ✓ Desconocido.

La categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010:

Probablemente extinta en el medio silvestre (E): Aquella especie nativa de México cuyos ejemplares en vida libre han desaparecido, hasta donde la documentación y los estudios realizados lo prueban y de la cual se conoce la existencia de ejemplares vivos en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.

En peligro de extinción (P): Especies cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.

Amenazadas (A): Especies que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si siguen operando los factores que inciden negativamente en

su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones.

Sujetas a protección especial (Pr): Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociadas.

La categoría de protección de acuerdo con la lista roja de la UICN (Figura IV.9):

Extinto (EX): Un taxón está *Extinto* cuando no queda duda alguna que el último individuo ha muerto. Se presume que un taxón está Extinto cuando prospecciones exhaustivas de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

Extinto en Estado Silvestre (EW): Un taxón está *Extinto en Estado Silvestre* cuando sólo sobrevive en cultivo, en cautiverio o como población (o poblaciones) naturalizadas completamente fuera de su distribución original. Se presume que un taxón está *Extinto en estado silvestre* cuando exploraciones de sus hábitats, conocidos y/o esperados, en los momentos apropiados (diarios, estacionales, anuales), y a lo largo de su área de distribución histórica, no han podido detectar un solo individuo. Las búsquedas deberán ser realizadas en periodos de tiempo apropiados al ciclo de vida y formas de vida del taxón.

En Peligro Crítico (CR): Un taxón está *En Peligro Crítico* cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E[VI]” para *En Peligro Crítico* y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción extremadamente alto en estado de vida silvestre.

Vulnerable (VU): Un taxón es Vulnerable cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para Vulnerable y, por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo de extinción alto en estado de vida silvestre.

En Peligro (EN): Un taxón está *En Peligro* cuando la mejor evidencia disponible indica que cumple cualquiera de los criterios “A” a “E” para *En Peligro*. Por consiguiente, se considera que se está enfrentando a un riesgo muy alto de extinción en estado silvestre.

Casi Amenazado (NT): Un taxón está en la categoría de *Casi Amenazado*, cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para *En Peligro*

[VI] A: Reducción del tamaño poblacional. B: Distribución geográfica representada como extensión de presencia (B1) y/o área de ocupación (B2). C: Pequeño tamaño de la población y disminución. D: Población muy pequeña o restringida. E. Análisis cuantitativo.

Crítico, En Peligro o *Vulnerable*, pero está cercano a satisfacer los criterios, o posiblemente los satisfaga en un futuro cercano.

Preocupación Menor (LC): Un taxón se considera de Preocupación Menor cuando, habiendo sido evaluado, no cumple ninguno de los criterios que definen las categorías de En Peligro Crítico, En Peligro, Vulnerable o Casi Amenazado. Se incluyen en esta categoría taxa abundante y de amplia distribución.

Datos Insuficientes (DD): Un taxón pertenece a la categoría *Datos Insuficientes* cuando no hay información adecuada para hacer una evaluación, directa o indirecta, de su riesgo de extinción, con base en la distribución y/o el estado de la población. Un taxón en esta categoría puede estar bien estudiado y su biología ser bien conocida, pero carecer de datos apropiados sobre su abundancia y/o distribución. Datos Insuficientes no es por tanto una categoría de amenaza. Al incluir un taxón en esta categoría se indica que se requiere más información y se reconoce la posibilidad de que investigaciones futuras demuestren que una clasificación de amenaza pudiera ser apropiada.

No Evaluado (NE): Un taxón se considera *No Evaluado* cuando todavía no ha sido clasificado en relación a los criterios anteriores.

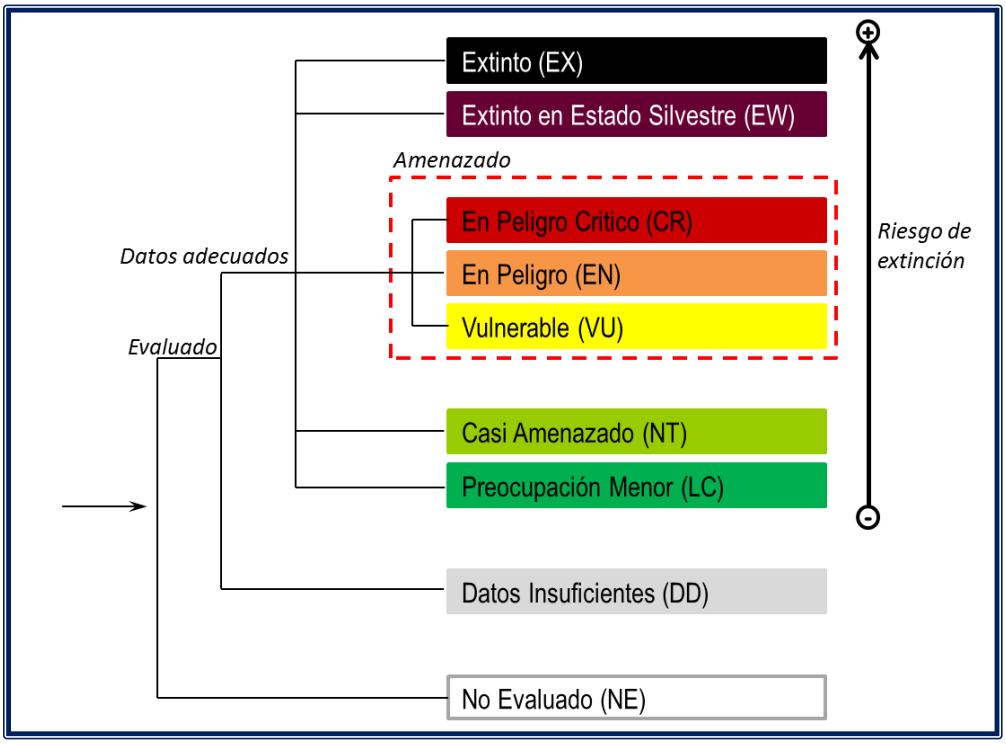


Figura IV.9 Estructura de las categorías

Ahora bien, para cada uno de los grupos taxonómicos se utilizó un método específico, considerando la biología y etología de cada grupo, a continuación, se describe cada una de ellas.

Una vez que se registraron e identificaron las especies de mamíferos, se elaboraron los listados de especies de acuerdo con la nomenclatura taxonómica, siguiendo el arreglo de "Mammals species of the world" (Wilson & Reeder, 2005)[44], en cuanto a orden, familia, género y especie; así mismo, se asignó el nombre común de acuerdo con CONABIO.

Análisis de información

Para evaluar la eficiencia del muestreo, así como estimar la riqueza de especies presentes en el AeP y el SAR, fue efectuada una función exponencial de acumulación de especies con el programa EstimateS ver. 9.1.0 (Colwell, 2016)[45]. Esta función utiliza varios estimadores no paramétricos: uno basado en abundancia (Chao 1) y tres basados en Ausencia-Presencia (Jack 1, Bootstrap y Chao 2); los cuales se describen a continuación.

Chao 1 (para datos de abundancia)

La fórmula corregida para el estimador Chao 1 cuando f2=0 (cuando no hay especies doubletons).

$$SChao\ 1 = S_{obs} + \frac{f1\,(f1-1)}{2(f2+1)}$$

Chao 2 (para datos de incidencia)

La fórmula corregida para el estimador Chao 2 cuando q_2=0 (cuando no hay especies duplicadas).

$$SChao2 = Sobs + \left(\frac{m-1}{m}\right)\frac{q1(q1-1)}{2(q2+1)}$$

Jacknife 1 (para datos de incidencia)

Estimador Jacknife de primer orden:

$$Sjack1 = Sobs + q1\left(\frac{m-1}{m}\right)$$

Bootstrap (para datos de incidencia)

$$Bootstrap = sobs + \sum(1-pj)^{Sobs}$$

Donde pj: Es la porción de unidades muéstrales que contienen a cada especie j .

Las curvas de acumulación de especies representan gráficamente el análisis de los métodos de estimación con base en la riqueza de especies registradas en campo y el esfuerzo de muestreo aplicado, para inferir en la posible riqueza y la eficiencia del muestreo (en porcentajes) en los transectos y el tiempo en el que se llevó a cabo el muestreo (López-Gómez y Williams-Linera, 2006[46]; Jiménez-Valverde y Hortal, 2003[47]). Los métodos de estimación usan la curva observada de acumulación de especies para modelar el conteo de nuevas especies con respecto al esfuerzo de muestreo, y el valor de la riqueza es la asíntota de la curva (línea continua en el plano con respecto a la "x"). Este análisis se realizó con la información obtenida de los censos en los transectos.

El análisis de cada grupo taxonómico se realizó con la información obtenida del censo en los puntos de muestreo y transectos. Con propósitos comparativos se muestra el valor de S_{obs} Mao Tao (curva color negro) que muestra el número de especies registradas en la operación de campo por transecto, así mismo, la interpretación de los resultados está en función a las especies esperadas y la eficiencia del muestreo aplicado.

Diversidad alfa

Se empleó el programa **Spade** para obtener los índices de diversidad a partir de los datos de riqueza y abundancia de las especies obtenidas de campo. A partir de técnicas de remuestreo se calculan los intervalos de confianza al 95% para cada índice estimado. Es decir, con los datos de las especies que conforman la muestra obtenida en campo, cuál sería la variación esperada si se añadieran más muestras al azar del mismo tamaño, considerando el conjunto de especies total en el AeP (la sumatoria de los transectos), lo que permite tener el valor del índice de diversidad dentro de un rango (límite inferior y superior) con un nivel de significancia estadística al 95% (Chao y Shen, 2010[48]; Colwell, 2013; Colwell y Elsensohn, 2014[49]).

Índices para calcular diversidad alfa

Dada la importancia de la diversidad de especies y su cambio en relación con las actividades humanas (Moreno *et al.,* 2011)[50], en la evaluación de la diversidad se utilizan tres aproximaciones, la primera corresponde a un concepto claro y de fácil uso: la riqueza de especies (S), en la segunda aproximación se utilizan dos índices de uso común y de larga tradición en ecología de comunidades: Índice de Shannon e Índice de Simpson, pero que presentan problemas de interpretación o de significado biológico por las unidades en que está dado el valor de los índices, principalmente en el índice de Shannon, ya que mide el grado de entropía o incertidumbre, y actualmente ambos índices son muy criticados por la falta de duplicación matemática necesaria al momento de comparar la magnitud de cambio en dos o más sitios, una propiedad intuitiva esperada

bajo el concepto de diversidad (Jost, 2006[51]; Moreno *et al*., 2011). Para explicar esta propiedad se tiene el siguiente ejemplo:

En un **bosque1** la comunidad A (estrato arbóreo) tiene 50 especies y en la comunidad B (sotobosque) también hay 50 especies, todas las especies con las mismas abundancias, pero ninguna especie se comparte entre ellas, es decir cada sitio (A y B) tiene 50 especies exclusivas. Tenemos otro bosque, **bosque2** pero que debido a alteraciones antrópicas tiene solo la comunidad A (estrato arbóreo) con 50 especies.

La propiedad de duplicación se refiere a poder aseverar matemáticamente que, al comparar los dos tipos de bosque, en el **bosque1** la diversidad (A+B) es doblemente más diversa que en el **bosque2** (A). Esta propiedad de duplicación es la que carecen los índices tradicionales como Shannon y Simpson y que no es muy práctico al momento de comparar magnitudes de cambio de diversidad al comparar varios sitios (Chao y Jost, 2012)[52]. De lo anterior surge la tercera aproximación en la medición de la diversidad en este trabajo, la propuesta de medir la diversidad bajo unidades intuitivas de diversidad biológica, es decir, en número de especies, a lo que se le denomina *números efectivos de especies* (Jost, 2006; Moreno *et al.,* 2011) y que ha tenido un impacto creciente pues su cálculo ya ha sido incorporado a las versiones recientes de los programas computacionales más usados como **EstimateS ver. 9.1.0** y **Spade**, así como su incorporación a las revisiones conceptuales más recientes sobre diversidad de especies. Incluso Ellison (2010)[53], en el papel de editor de la revista *Ecology*, concluye "…Si el interés se centra en describir la diversidad de un ensamblaje, entonces los números efectivos de especies deben ser medidas de diversidad elegidas, no la entropía" (Moreno *et al*., 2011). Bajo el marco de esta última aproximación usamos las transformaciones de los índices tradicionales de Shannon y Simpson a *números efectivos de especies (${}^{q}D$)*: exponencial de Shannon e inverso de Simpson respectivamente (Jost, 2006, Moreno *et al*., 2011). Cabe mencionar que los cinco índices utilizados bajo las diferentes aproximaciones se presentan con sus respectivos intervalos de confianza al 95% para fines de comparación estadísticamente significativa.

Descripción de cada índice de diversidad

Riqueza de especies. Medida únicamente como el número de especies en el sitio (S).

***Índice de Shannon*.** Mide el grado promedio de entropía o incertidumbre en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una muestra, de manera que para la interpretación biológica del índice se dice que, a mayor incertidumbre, mayor diversidad biológica y a valores menores de incertidumbre, la diversidad es menor, aunque es uno de los índices más usados es muy sensible al tamaño de muestra (Magurran, 2004[54]; Moreno *et al.,* 2011).

$$H' = -\sum pi * \ln(pi)$$

Dónde:

p_i =abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

Ln=Logaritmo natural de la abundancia proporcional p_i

***Índice de Simpson*.** Este índice mide la probabilidad de seleccionar aleatoriamente dos organismos que pertenezcan a la misma especie (Magurran, 2004).

$$\lambda = \sum pi^2$$

Dónde:

p_i = abundancia proporcional de la especie *i*, es decir, el número de individuos de la especie *i* dividido entre el número total de individuos de la muestra.

***Exponencial de Shannon*.** Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte fácilmente al expresar el valor obtenido por el índice tradicional de Shannon utilizando logaritmo natural en el exponencial (exp) (Jost, 2006; Moreno *et al*., 2011) y todas las especies son incluidas considerando su abundancia proporcional (^1D)

$$^1D=exp\ (H')$$

***El inverso de Simpson*.** Para una conversión sencilla de este índice en números efectivos, se convierte al expresar el valor obtenido en el índice de Simpson, en su inverso. Es un índice que considera o es más sensible a las especies comunes (^2D):

$$^2D = 1\text{-Lambda o } ^2D = 1 - \lambda$$

Para utilizar el número efectivo de especies, se añade la magnitud de cambio en la diversidad al momento de comparar las secciones de estudio, esta magnitud de cambio se realiza siguiendo la propuesta de Moreno *et al*., (2011) donde, además de comparar estadísticamente la diversidad por medio de intervalos de confianza se compara directamente qué tan diferente es la diversidad entre comunidades de la siguiente manera: si una comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad A tendrá D_A/D_B veces más diversidad que la comunidad B. Otra manera de expresar la diferencia en la magnitud de la diversidad es a través de una proporción, si la comunidad A tiene una diversidad D_A mayor que la diversidad D_B de la comunidad B, entonces la comunidad B tendrá solamente un porcentaje (DB × 100) /DA de la diversidad que tiene la comunidad A.

Resultados del trabajo de gabinete

De cada grupo taxonómico se conformó un listado de especies potenciales[VII]. En cada apartado se describe la riqueza potencial, las especies que se encuentran en alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 o la Lista Roja de la UICN, su distribución geográfica (endemismo) y las tendencias poblacionales de acuerdo a la UICN. En el caso de las aves y murciélagos, se agrega información de la estacionalidad.

Con relación a la información anterior, el tipo de fauna presente en el SAR estará en correlación directa con el tipo de vegetación, pues ésta dictará principalmente el ecosistema que pueden habitar los diferentes grupos de animales. La diversidad de las especies es variable y deriva principalmente del grado de fragmentación del ecosistema y los tipos de vegetación que están presentes en él. Los tipos de vegetación predominantes en el SAR es: vegetación secundaria de selva baja caducifolia.

Dado el impacto de las prácticas agrícolas sobre la vida silvestre, los agroecosistemas generalmente tienen una menor riqueza de especies que los ecosistemas naturales (Moguel y Toledo 1999[55]). Entre estos impactos se incluyen la perturbación y pérdida de hábitat, menor cantidad y calidad del agua, la toxicidad por pesticidas, además de la disminución de la heterogeneidad del paisaje por la reducción de la vegetación nativa remanente (Tilman et al. 2002[56], Tscharntke et al. 2005[57]).

Anfibios y reptiles potencialmente presentes en el SAR

Los resultados del trabajo de gabinete, de la investigación documental y de la consulta de mapas de distribución potencial de las especies que brinda la plataforma digital EncicloVida de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como los mapas proporcionados por la UICN, se elaboró un listado taxonómico de las especies de anfibios y reptiles que potencialmente pudieran estar reportadas dentro del Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Anfibios

Tabla IV.6: Anfibios potencialmente presentes en el SAR

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
1	*Agalychnis dacnicolor*	Ranita verduzca		LC	Apéndice II
2	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana		LC	
3	*Eleutherodactylus nitidus*	Rana fisgona deslumbrante		LC	
4	*Gastrophryne olivacea*	Ranita olivo	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
5	*Hypopachus variolosus*	Rana termitera		LC	

VII Considerando que la distribución potencial hace alusión a las áreas que tienen condiciones ambientales muy similares a los sitios donde se encuentran las especies y que tienen muy altas probabilidades de estar ocupadas por estas (Gámez Pastrana, 2011).

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
6	*Spea hammondii*	Sapo de espuelas occidental		T	
7	*Spea multiplicata*	Sapo montícola de espuela		LC	
8	*Tlalocohyla smithii*	Rana de árbol mexicana enana		LC	
9	*Craugastor occidentalis*	Rana ladradora costeña		LC	
10	*Lithobates berlandieri*	Rana leopardo	Sujeta a protección especial (Pr)	CR	
11	*Lithobates forreri*	Rana leopardo de Forrer	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
12	*Lithobates pustulosus*	Rana de rayas blancas	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
13	*Lithobates spectabilis*	Rana manchada		LC	
14	*Lithobates zweifeli*	Rana leopardo		LC	
15	*Incilius occidentalis*	Sapo de los pinos		LC	
16	*Incilius perplexus*	Sapo confuso		LC	
17	*Rhinella horribilis*	Sapo gigante		LC	
18	*Dryophytes arenicolor*	Ranita de cañón		LC	
19	*Dryophytes eximius*	Rana arborícola de montaña		LC	

Reptiles

Tabla IV.7: Reptiles potencialmente presentes en el SAR

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
1	*Hemidactylus frenatus*	Besucona asiática		LC	
2	*Phyllodactylus bordai*	Salamanquesa del alto Balsas	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
3	*Ctenosaura pectinata*	Iguana mexicana de cola espinosa	Amenazada (A)	LC	Apéndice II
4	*Ctenosaura similis*	Iguana negra de cola espinosa	Amenazada (A)	LC	Apéndice II
5	*Sceloporus grammicus*	Lagartija espinosa del mezquite	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
6	*Sceloporus horridus*	Lagartija espinosa del Pacífico		LC	
7	*Sceloporus ochoterenae*	Lagartija espinosa del alto Balsas		LC	
8	*Sceloporus spinosus*	Lagartija espinosa mexicana		LC	
9	*Urosaurus bicarinatus*	Lagartija de árbol del Pacífico		LC	
10	*Anolis nebulosus*	Abaniquillo pañuelo del Pacífico		LC	
11	*Drymobius margaritiferus*	Culebra corredora de Petatillos		LC	
12	*Ficimia streckeri*	Culebra naricilla Mexicana		LC	
13	*Imantodes gemmistratus*	Culebra cordelilla centroamericana	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
14	*Leptodeira maculata*	Escombrera del suroeste mexicano	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
15	*Leptodeira septentrionalis*	Escombrera manchada		LC	
16	*Leptodeira splendida*	Escombrera ojo de gato		LC	
17	*Leptophis diplotropis*	Culebra perico del Pacífico	Amenazada (A)	LC	
18	*Masticophis flagellum*	Culebra chirrionera roja	Amenazada (A)	LC	
19	*Masticophis mentovarius*	Culebra chirriadora neotropical		LC	
20	*Pseudoficimia frontalis*	Culebra ilamacoa		LC	
21	*Rhadinaea hesperia*	Culebra rayada occidental	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
22	*Salvadora mexicana*	Culebra chata del Pacífico	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
23	*Senticolis triaspis*	Culebra ratonera		LC	
24	*Sonora michoacanensis*	Culebra de tierra de Michoacán		LC	
25	*Trimorphodon tau*	Falsa nauyaca mexicana		LC	
26	*Micrurus laticollaris*	Coralillo del Balsas	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
27	*Rena maxima*	Culebrilla ciega gigante		LC	
28	*Drymarchon melanurus*	Culebra arroyera de cola negra		LC	
29	*Kinosternon integrum*	Tortuga pecho quebrado mexicana	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	Apéndice II
30	*Crotalus simus*	Víbora cascabel tropical		LC	
31	*Aspidoscelis bacatus*	Huico de Nolasco	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
32	*Aspidoscelis costatus*	Huico llanero	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
33	*Aspidoscelis sackii*	Huico manchado		LC	
34	*Aspidoscelis mexicanus*	Huico mexicano	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
35	*Aspidoscelis guttatus*	Ticuiliche mexicano		LC	
36	*Aspidoscelis communis*	Huico moteado gigante de la costa de Jalisco	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	
37	*Crotalus culminatus*	Cascabel tropical del Pacífico	Sujeta a protección especial (Pr)		
38	*Lampropeltis polyzona*	Falsa coralillo real occidental	Amenazada (A)	LC	
39	*Indotyphlops braminus*	Serpiente ciega afroasiática		LC	
40	*Boa sigma*	Mazacuata			Apéndice II
41	*Marisora aquilonaria*	Eslizón occidental		LC	
42	*Oxybelis microphthalmus*	Bejuquilla Café		LC	
43	*Coleonyx nemoralis*				
44	*Thamnophis copei*	Culebra de Vega de Cope	Sujeta a protección especial (Pr)	VU	
45	*Iguana rhinolopha*	Iguana verde	Sujeta a protección especial (Pr)	LC	Apéndice II
46	*Masticophis lineatus*				

Aves

Tabla IV.8: Aves potencialmente presentes en el SAR con categoría de riesgo

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN
1	*Accipiter striatus*	Gavilán Pecho Canela	Pr	LC
2	*Buteo albonotatus*	Aguililla aura	Pr	LC
3	*Buteo brachyurus*	Aguililla cola corta		LC
4	*Buteo jamaicensis*	Aguililla cola roja		LC
5	*Buteo platypterus*	Aguililla Alas Anchas	Pr	LC
6	*Buteo swainsoni*	Aguililla de Swainson	Pr	LC
7	*Buteogallus anthracinus*	Aguililla Negra Menor	Pr	LC
8	*Buteogallus urubitinga*	Aguililla Negra Mayor	Pr	LC
9	*Parabuteo unicinctus*	Aguililla rojinegra	Pr	LC
10	*Cathartes aura*	Zopilote aura		LC
11	*Coragyps atratus*	Zopilote común		LC
12	*Pandion haliaetus*	Águila Pescadora		LC
13	*Anas acuta*	Pato golondrino		LC
14	*Anas crecca*	Cerceta Alas Verdes		
15	*Aythya affinis*	Pato Boludo Menor		LC
16	*Aythya americana*	Pato Cabeza Roja		LC
17	*Aythya collaris*	Pato pico anillado		LC
18	*Cairina moschata*	Pato real	P	LC
19	*Dendrocygna autumnalis*	Pijije Alas Blancas		LC
20	*Dendrocygna bicolor*	Pijije canelo		LC

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN
21	*Oxyura jamaicensis*	Pato tepalcate		LC
22	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco		LC
23	*Chaetura vauxi*	Vencejo de Vaux		LC
24	*Cypseloides niger*	Vencejo Negro		VU
25	*Panyptila sanctihieronymi*	Vencejo tijereta mayor	Pr	LC
26	*Streptoprocne rutila*	Vencejo Cuello Castaño		LC
27	*Streptoprocne semicollaris*	Vencejo nuca blanca	Pr	LC
28	*Archilochus colubris*	Colibrí garganta rubí		LC
29	*Calothorax lucifer*	Colibrí lucifer		LC
30	*Colibri thalassinus*	Colibrí orejas violetas		LC
31	*Cynanthus latirostris*	Colibrí pico ancho		LC
32	*Heliomaster constantii*	Colibrí Picudo Occidental		LC
33	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha		LC
34	*Chordeiles acutipennis*	Chotacabras Menor		LC
35	*Nyctidromus albicollis*	Chotacabras pauraque		LC
36	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío		NT
37	*Actitis macularius*	Playero alzacolita		LC
38	*Calidris minutilla*	Playero Diminuto		NT
39	*Gallinago delicata*	Agachona Norteamericana		LC
40	*Columba livia*	Paloma asiática bravía		LC
41	*Columbina inca*	Tortolita Cola Larga		LC
42	*Columbina minuta*	Tortolita Pecho Liso		LC
43	*Columbina passerina*	Tortolita Pico Rojo		LC
44	*Columbina talpacoti*	Tortolita Canela		LC
45	*Leptotila verreauxi*	Paloma arroyera		LC
46	*Streptopelia decaocto*	Paloma turca de collar		LC
47	*Zenaida asiatica*	Paloma Alas Blancas		LC
48	*Zenaida macroura*	Huilota Común		LC
49	*Chloroceryle americana*	Martín pescador verde		LC
50	*Megaceryle alcyon*	Martín pescador norteño		LC
51	*Momotus mexicanus*	Momoto Corona Canela		LC
52	*Crotophaga sulcirostris*	Garrapatero pijuy		LC
53	*Geococcyx velox*	Correcaminos tropical		LC
54	*Morococcyx erythropygus*	Cuclillo terrestre		LC
55	*Piaya cayana*	Cuclillo Canelo		LC
56	*Falco columbarius*	Halcón esmerejón		LC
57	*Falco peregrinus*	Halcón Peregrino	Pr	LC
58	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		LC
59	*Herpetotheres cachinnans*	Halcón guaco		LC
60	*Ortalis poliocephala*	Chachalaca pálida		LC
61	*Colinus virginianus*	Codorniz cotuí		NT
62	*Philortyx fasciatus*	Codorniz Barrada		LC
63	*Aramus guarauna*	Carrao	A	LC
64	*Fulica americana*	Gallareta americana		LC
65	*Gallinula galeata*	Gallineta Frente Roja		LC
66	*Porphyrio martinicus*	Gallineta morada		LC
67	*Porzana carolina*	Polluela Sora		LC
68	*Rallus limicola*	Rascón Cara Gris	A	LC

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN
69	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo		LC
70	*Bombycilla cedrorum*	Chinito		LC
71	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		LC
72	*Passerina amoena*	Colorín Pecho Canela		LC
73	*Passerina caerulea*	Picogordo azul		LC
74	*Passerina ciris*	Colorín sietecolores	Pr	LC
75	*Passerina cyanea*	Colorín azul		LC
76	*Passerina leclancherii*	Colorín pecho naranja		LC
77	*Passerina versicolor*	Colorín morado		LC
78	*Pheucticus chrysopeplus*	Picogordo amarillo		LC
79	*Pheucticus ludovicianus*	Picogordo Degollado		LC
80	*Pheucticus melanocephalus*	Picogordo tigrillo		LC
81	*Piranga bidentata*	Piranga Dorso Rayado		LC
82	*Piranga ludoviciana*	Piranga capucha roja		LC
83	*Piranga rubra*	Piranga roja		LC
84	*Corvus corax*	Cuervo Común		LC
85	*Cyanocitta stelleri*	Chara Copetona		LC
86	*Aimophila rufescens*	Zacatonero Canelo		LC
87	*Aimophila ruficeps*	Zacatonero Corona Canela		LC
88	*Ammodramus savannarum*	Gorrión chapulín		LC
89	*Chondestes grammacus*	Gorrión arlequín		LC
90	*Junco phaeonotus*	Junco ojo de lumbre		LC
91	*Melospiza lincolnii*	Gorrión de Lincoln		LC
92	*Melospiza melodia*	Gorrión cantor		LC
93	*Melozone fusca*	Rascador Viejita		LC
94	*Melozone kieneri*	Rascador Nuca Canela		LC
95	*Passerculus sandwichensis*	Gorrión sabanero		LC
96	*Peucaea humeralis*	Zacatonero pecho negro		LC
97	*Peucaea ruficauda*	Zacatonero corona rayada		LC
98	*Pipilo maculatus*	Rascador Moteado		LC
99	*Spizella pallida*	Gorrión pálido		LC
100	*Spizella passerina*	Gorrión Cejas Blancas		LC
101	*Sporophila torqueola*	Semillero de collar		LC
102	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador		LC
103	*Spinus psaltria*	Jilguerito Dominico		LC
104	*Hirundo rustica*	Golondrina tijereta		LC
105	*Petrochelidon pyrrhonota*	Golondrina risquera		LC
106	*Progne chalybea*	Golondrina Pecho Gris		LC
107	*Riparia riparia*	Golondrina ribereña		LC
108	*Stelgidopteryx serripennis*	Golondrina Alas Aserradas		LC
109	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar		LC
110	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		LC
111	*Euphagus cyanocephalus*	Tordo Ojos Amarillos		NT
112	*Icterus abeillei*	Calandria Flancos Negros		LC
113	*Icterus bullockii*	Calandria Cejas Naranjas		
114	*Icterus cucullatus*	Calandria Dorso Negro Menor		LC
115	*Icterus galbula*	Calandria de Baltimore		LC
116	*Icterus parisorum*	Calandria Tunera		LC

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN
117	*Icterus pustulatus*	Calandria Dorso Rayado		LC
118	*Icterus spurius*	Calandria Castaña		LC
119	*Icterus wagleri*	Calandria de Wagler		LC
120	*Molothrus aeneus*	Tordo Ojos Rojos		LC
121	*Molothrus ater*	Tordo cabeza café		LC
122	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mexicano		LC
123	*Lanius ludovicianus*	Verdugo Americano		NT
124	*Melanotis caerulescens*	Mulato azul		LC
125	*Mimus polyglottos*	Sinsonte norteño		LC
126	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo		LC
127	*Baeolophus wollweberi*	Carbonero embridado		LC
128	*Basileuterus rufifrons*	Chipe gorra rufa		LC
129	*Cardellina pusilla*	Chipe corona negra		LC
130	*Geothlypis poliocephala*	Mascarita pico grueso		LC
131	*Geothlypis tolmiei*	Chipe Lores Negros	A	LC
132	*Geothlypis trichas*	Mascarita común		LC
133	*Icteria virens*	Chipe Grande		LC
134	*Mniotilta varia*	Chipe trepador		LC
135	*Myioborus miniatus*	Pavito Alas Negras		LC
136	*Parkesia motacilla*	Chipe arroyero		LC
137	*Parkesia noveboracensis*	Chipe charquero		LC
138	*Setophaga coronata*	Chipe rabadilla amarilla		LC
139	*Setophaga dominica*	Chipe garganta amarilla		LC
140	*Setophaga nigrescens*	Chipe Negrogrís		LC
141	*Setophaga petechia*	Chipe amarillo		LC
142	*Setophaga ruticilla*	Pavito Migratorio		LC
143	*Setophaga townsendi*	Chipe de Townsend		LC
144	*Passer domesticus*	Gorrión Doméstico		LC
145	*Polioptila albiloris*	Perlita pispirria		LC
146	*Polioptila caerulea*	Perlita Azulgris		LC
147	*Ptiliogonys cinereus*	Capulinero gris		LC
148	*Pachyramphus aglaiae*	Cabezón Degollado		LC
149	*Pachyramphus major*	Cabezón Mexicano		LC
150	*Campylorhynchus gularis*	Matraca serrana		LC
151	*Campylorhynchus jocosus*	Matraca del Balsas		LC
152	*Campylorhynchus megalopterus*	Matraca barrada		LC
153	*Catherpes mexicanus*	Saltapared Barranqueño		LC
154	*Salpinctes obsoletus*	Saltapared de Rocas		LC
155	*Thryomanes bewickii*	Saltapared cola larga		LC
156	*Troglodytes aedon*	Saltapared Común		LC
157	*Catharus aurantiirostris*	Zorzal pico naranja		LC
158	*Turdus assimilis*	Mirlo garganta blanca		LC
159	*Turdus migratorius*	Mirlo primavera		LC
160	*Turdus rufopalliatus*	Mirlo dorso canela		LC
161	*Camptostoma imberbe*	Mosquerito Chillón		LC
162	*Contopus pertinax*	Papamoscas José María		LC
163	*Contopus sordidulus*	Papamoscas del Oeste		LC

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN
164	*Empidonax albigularis*	Papamoscas Garganta Blanca		LC
165	*Empidonax difficilis*	Papamoscas amarillo del Pacífico		LC
166	*Empidonax fulvifrons*	Papamoscas Pecho Canela		LC
167	*Empidonax hammondii*	Papamoscas de Hammond		LC
168	*Empidonax minimus*	Papamoscas Chico		LC
169	*Empidonax oberholseri*	Papamoscas Matorralero		LC
170	*Empidonax wrightii*	Papamoscas Bajacolita		LC
171	*Myiarchus cinerascens*	Papamoscas Garganta Ceniza		LC
172	*Myiarchus nuttingi*	Papamoscas Huí		LC
173	*Myiarchus tuberculifer*	Papamoscas triste		LC
174	*Myiarchus tyrannulus*	Papamoscas Gritón		LC
175	*Myiodynastes luteiventris*	Papamoscas Rayado Común		LC
176	*Myiopagis viridicata*	Mosquerito Verdoso		LC
177	*Myiozetetes similis*	Luisito Común		LC
178	*Pitangus sulphuratus*	Bienteveo Común		LC
179	*Pyrocephalus rubinus*	Mosquero cardenal		LC
180	*Sayornis nigricans*	Papamoscas negro		LC
181	*Tyrannus crassirostris*	Tirano pico grueso		LC
182	*Tyrannus melancholicus*	Tirano Pirirí		LC
183	*Tyrannus verticalis*	Tirano pálido		LC
184	*Tyrannus vociferans*	Tirano Chibiú		LC
185	*Xenotriccus mexicanus*	Mosquerito del Balsas	Pr	LC
186	*Vireo bellii*	Vireo de Bell		LC
187	*Vireo cassinii*	Vireo de Cassin		LC
188	*Vireo gilvus*	Vireo gorjeador		LC
189	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo		LC
190	*Vireo hypochryseus*	Vireo Amarillo		
191	*Vireo nelsoni*	Vireo enano	Pr	LC
192	*Vireo plumbeus*	Vireo plomizo		LC
193	*Vireo solitarius*	Vireo anteojillo		LC
194	*Vireolanius melitophrys*	Vireón Arlequín		LC
195	*Ardea alba*	Garza blanca		LC
196	*Ardea herodias*	Garza morena		LC
197	*Butorides virescens*	Garcita Verde		LC
198	*Egretta caerulea*	Garceta Azul		LC
199	*Egretta thula*	Garza dedos dorados		LC
200	*Egretta tricolor*	Garza Tricolor		LC
201	*Nycticorax nycticorax*	Garza Nocturna Corona Negra		LC
202	*Plegadis chihi*	Ibis Ojos Rojos		LC
203	*Colaptes auratus*	Carpintero de Pechera Común		LC
204	*Melanerpes chrysogenys*	Carpintero enmascarado		LC
205	*Melanerpes formicivorus*	Carpintero bellotero		LC
206	*Melanerpes hypopolius*	Carpintero del Balsas		LC
207	*Podilymbus podiceps*	Zambullidor pico grueso		LC
208	*Tachybaptus dominicus*	Zambullidor Menor	Pr	LC
209	*Amazona albifrons*	Loro frente blanca	Pr	LC
210	*Amazona autumnalis*	Loro Cachetes Amarillos	A	LC
211	*Aegolius acadicus*	Tecolote Oyamelero Norteño		LC

No	Nombre científico	Nombre común principal	NOM-059	IUCN
212	*Glaucidium brasilianum*	Tecolote bajeño		LC
213	*Glaucidium gnoma*	Tecolote serrano		LC
214	*Glaucidium palmarum*	Tecolote colimense	A	LC
215	*Megascops seductus*	Tecolote del Balsas	A	LC
216	*Trogon elegans*	Coa Elegante		
217	*Trogon mexicanus*	Coa Mexicana		LC
218	*Pheugopedius felix*	Saltapared Feliz		LC
219	*Thryophilus pleurostictus*	Saltapared Barrado		LC
220	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano		LC
221	*Buteo plagiatus*	Aguililla gris		LC
222	*Caracara plancus*	Carancho		
223	*Myiopsitta monachus*	Perico Monje Argentino		LC
224	*Cassiculus melanicterus*	Cacique mexicano		LC
225	*Eupsittula canicularis*	Perico frente naranja	Pr	VU
226	*Geranoaetus albicaudatus*	Aguililla cola blanca	Pr	LC
227	*Strix virgata*	Búho café		LC
228	*Basilinna leucotis*	Colibrí orejas blancas		LC
229	*Circus hudsonius*	Gavilán rastrero		LC
230	*Mareca americana*	Pato chalcuán		LC
231	*Spatula cyanoptera*	Cerceta canela		LC
232	*Spatula clypeata*	Pato cucharón norteño		LC
233	*Spatula discors*	Cerceta Alas Azules		LC
234	*Dryobates scalaris*	Carpintero mexicano		LC
235	*Leiothlypis celata*	Chipe Oliváceo		LC
236	*Leiothlypis ruficapilla*	Chipe Cabeza Gris		LC
237	*Leiothlypis virginiae*	Chipe de Virginia		LC
238	*Selasphorus heloisa*	Zumbador mexicano		LC
239	*Cynanthus auriceps*	Esmeralda Occidental		LC
240	*Phaeoptila sordida*	Colibrí Opaco		LC
241	*Saucerottia beryllina*	Colibrí berilo		LC
242	*Piaya mexicana*			LC
243	*Corthylio calendula*	Reyezuelo Matraquita		LC
244	*Ramosomyia violiceps*	Colibrí Corona Violeta		LC
245	*Anarhynchus collaris*	Chorlo de collar		LC
246	*Ardea ibis*	Garza ganadera		LC
247	*Tyto furcata*	Lechuza de campanario		LC
248	*Astur cooperii*		Pr	LC

Mamíferos

Tabla IV.9: Mamíferos potencialmente presentes en el SAR

No	Nombre científico	Tipo distribución	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
1	*Hodomys alleni*	Endémica,Nativa	Rata cambalachera		LC	
2	*Rhogeessa alleni*	Endémica,Nativa	Murciélago amarillo mayor		LC	
3	*Sigmodon arizonae*	Nativa	Rata-algodonera de Arizona		LC	
4	*Bassariscus astutus*	Nativa	Cacomixtle norteño		LC	
5	*Sciurus aureogaster*	Nativa	Ardilla vientre rojo		LC	

No	Nombre científico	Tipo distribución	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
6	*Lasiurus borealis*	Nativa	Murciélago cola peluda rojizo		LC	
7	*Tadarida brasiliensis*	Nativa	Murciélago mexicano cola suelta		LC	
8	*Lepus callotis*	Nativa	Liebre torda		VU	
9	*Tlacuatzin canescens*	Endémica,Nativa	Tlacuache ratón gris		LC	
10	*Lasiurus cinereus*	Nativa	Murciélago canoso de cola peluda		LC	
11	*Puma concolor*	Nativa	Puma		LC	Apéndice II
12	*Oryzomys couesi*	Nativa	Rata arrocera de agua		LC	
13	*Sylvilagus cunicularius*	Endémica,Nativa	Conejo de monte		LC	
14	*Oryzomys fulgens*	Endémica,Nativa	Rata arrocera de agua	Amenazada (A)		
15	*Oligoryzomys fulvescens*	Nativa	Rata arrocera pigmea		LC	
16	*Reithrodontomys fulvescens*	Nativa	Ratón cosechero leonado		LC	
17	*Parastrellus hesperus*	Nativa	Murciélago de Cañón		LC	
18	*Artibeus hirsutus*	Endémica,Nativa	Murciélago frugívoro peludo		LC	
19	*Sigmodon hispidus*	Nativa	Rata algodonera crespa		LC	
20	*Lasiurus intermedius*	Nativa	Murciélago cola peluda norteño		LC	
21	*Artibeus intermedius*	Nativa				
22	*Heteromys irroratus*	Nativa	Ratón espinoso mexicano		LC	
23	*Artibeus jamaicensis*	Nativa	Murciélago frutívoro de Jamaica		LC	
24	*Peromyscus labecula*	Nativa			LC	
25	*Glossophaga leachii*	Nativa	Murciélago gris de lengua larga		LC	
26	*Peromyscus levipes*	Endémica,Nativa	Ratón de La Malinche		LC	
27	*Sturnira lilium*		Frutero Común			
28	*Artibeus lituratus*	Nativa	Murciélago frugívoro gigante		LC	
29	*Procyon lotor*	Nativa	Mapache		LC	
30	*Mephitis macroura*	Nativa	Zorrillo listado sureño		LC	
31	*Didelphis marsupialis*	Nativa	Tlacuache sureño		LC	
32	*Sigmodon mascotensis*	Endémica,Nativa	Rata de la caña de Jalisco		LC	
33	*Mormoops megalophylla*	Nativa	Murciélago-barba arrugada		LC	
34	*Peromyscus melanocarpus*	Endémica	Ratón manos negras de Zempoaltepec		EN	
35	*Peromyscus melanophrys*	Endémica,Nativa	Ratón de meseta		LC	
36	*Pteronotus mexicanus*	Endémica,Nativa	Murciélago bigotudo de Parnell			
37	*Glossophaga morenoi*	Endémica,Nativa	Murciélago lengüetón de occidente		LC	
38	*Glossophaga mutica*	Nativa	Murciélago lengüetón de Pallas		LC	
39	*Oryzomys palustris*		Rata arrocera de pantano			
40	*Balantiopteryx plicata*	Nativa	Murciélago gris de saco		LC	
41	*Pteronotus psilotis*	Nativa			LC	
42	*Desmodus rotundus*	Nativa	Murciélago vampiro		LC	
43	*Lynx rufus*	Nativa	Lince Americano		LC	Apéndice II
44	*Chiroderma salvini*	Nativa	Murciélago ojón		LC	
45	*Centurio senex*	Nativa	Murciélago cara arrugada		LC	
46	*Molossus sinaloae*	Endémica,Nativa	Murciélago mastín de Sinaloa		LC	
47	*Glossophaga soricina*		Murciélago lengüetón			
48	*Baiomys taylori*	Nativa	Ratón-pigmeo norteño		LC	
49	*Dermanura tolteca*	Nativa	Murciélago frugívoro tolteca		LC	
50	*Corynorhinus townsendii*	Nativa	Murciélago orejón de Townsend		LC	

No	Nombre científico	Tipo distribución	Nombre común principal	NOM-059	IUCN	CITES
51	*Otospermophilus variegatus*	Nativa	Ardillón de Rocas		LC	
52	*Myotis velifer*	Nativa	Miotis mexicano		LC	
53	*Didelphis virginiana*	Nativa	Tlacuache norteño		LC	
54	*Macrotus waterhousii*	Nativa	Murciélago orejón mexicano		LC	
55	*Lasiurus xanthinus*	Nativa	Murciélago amarillo del Oeste		LC	
56	*Myotis yumanensis*	Nativa	Miotis de Yuma		LC	
57	*Mus musculus*	Exótica-Invasora	Ratón casero eurasiático			
58	*Sturnira parvidens*	Nativa	Murciélago de charreteras menor		LC	
59	*Pteronotus fulvus*	Nativa	Murciélago lomo pelón menor		LC	
60	*Lasiurus frantzii*	Nativa	Murciélago rojo		LC	
61	*Baiomys brunneus*	Nativa	Southern Pygmy Mouse			
62	*Myotis extremus*	Nativa	Miotis negro		LC	
63	*Spilogale interrupta*	Nativa	Zorrillo manchado común		VU	
64	*Lontra annectens*	Nativa	Nutria de río	Amenazada (A)	NT	Apéndice I
65	*Dasypus mexicanus*	Nativa	Armadillo nueve bandas		LC	

IV.3.3 Medio socioeconómico

En el ambiente socioeconómico, se seleccionaron tres aspectos: economía local, emigración y presencia de grupos indígenas y de sitios arqueológicos, como marco de análisis de los beneficios o afectaciones sociales podrían derivar del desarrollo del mismo en función de las características sociales y la calidad de vida de la población en el área más inmediata al proyecto. Todos los anteriores caracterizados para el estado de Morelos y los municipios de Yautepec y Cuautla, donde se localiza el presente Proyecto.

IV.3.4 Paisaje

Son diversas las definiciones atribuidas al paisaje, las cuales han ido evolucionando hasta determinarlo como un valor estético, como un recurso y una combinación de elementos físicos y humanos. Al considerar al paisaje como el escenario de la actividad humana, cualquier acción artificial repercute inmediatamente en los factores perceptuales. Además, podría ser equiparado como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre la geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas; adoptando diferentes formas de percepción. Por lo que, en términos generales, es posible definir al paisaje como el nivel de organización de los sistemas ecológicos superior al ecosistema, que se caracteriza esencialmente por su

heterogeneidad[VIII] y por su dinámica, controlada en gran parte por las actividades humanas (Muñoz, 2012[58]; Burel y Baudry, 2002[59]).

El factor perceptual puede ser estudiado como un indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica; por lo que, en este contexto, el paisaje se entiende como una superficie de terreno heterogénea, compuesta por un conjunto de ecosistemas en interacción que se repiten de forma similar en ella. Aunque, existe otro enfoque que apunta a una idea diferente, al concepto de paisaje visual, considerando más la estética y la capacidad de percepción del paisaje de un observador; siendo los elementos fundamentales del paisaje visual: a) la derivada del observador y b) la derivada del propio territorio (Muñoz, 2012).

Para comprender el funcionamiento de un espacio agrícola o forestal, evaluar el impacto de las cortas masivas, la deforestación o la eliminación de los setos sobre la fauna, la flora y los flujos de agua y nutrientes, es necesario:

- ✓ Considerar el espacio de forma explícita.
- ✓ Reconocer al hombre como parte integrante del sistema ecológico.
- ✓ Reconocer la heterogeneidad espacial y temporal de los medios estudiados.

Las fuerzas constructivas y denotativas que modelan los paisajes terrestres, operan sin cesar en el tiempo geológico, mientras que las fuerzas humanas, multiplicadas por sus numerosas herramientas tecnológicas, han alterado, en periodos muy breves, lo que la naturaleza ha modelado en millones de años. Así, los paisajes son resultado de las interacciones de la naturaleza y las actividades humanas, teniendo la distinción entre unos y otros por sus fronteras geográficas y naturales (Toledo, 2006)[60].

El paisaje puede ser observado a partir de cuatro formas básicas (Urquijo y Barrera, 2009)[61]:

- ✓ Una forma *estética*: proporciona proyecciones posteriores en la pintura, fotografía, literatura o tradición oral;
- ✓ Forma *vivencial* o *utilitaria*: el paisaje se percibe como espacio proveedor de recursos;
- ✓ El paisaje *identitario*: inspira el sentimiento de pertenencia, es decir, el paisaje vivido; y
- ✓ La *óptica científica* o *técnica*: fundamentalmente analítica y en la cual se argumenta su fragmentación para facilitar el entendimiento en conjunto.

VIII La heterogeneidad se puede definir como un todo formado por elementos diferentes, inconexos y frecuentemente antagónicos. La dinámica de los sistemas ecológicos bajo la acción de perturbaciones naturales o antropógenas contribuye a su heterogeneidad espacial y temporal (Burel y Baudry, 2002).

A partir de un punto de vista ecológico, la óptica científica o técnica proporcionará una percepción paisajística que resultará en la generación de información de un determinado espacio físico. No obstante que la evaluación del paisaje se ve en dificultades por la inexistencia de un sistema efectivo para medirlo, ya que las metodologías empleadas son muy subjetivas.

IV.4 Diagnóstico ambiental

El diagnóstico ambiental parte del análisis desarrollado a lo largo de este capítulo en lo referente a la caracterización de los componentes ambientales del SAR, previo a la implantación del proyecto (línea base o tiempo cero) y de la identificación de la tendencia del comportamiento de los procesos de deterioro natural y grado de conservación del área de estudio.

En este sentido, la definición y descripción de las características del espacio geográfico en el cual se ubica el SAR ponen en evidencia que amplias áreas del mismo están perturbadas y que poco más del 79% del suelo ha sido sustituido de una cubierta vegetal de selva baja a áreas agrícolas y urbanas, situación de perturbación que además caracteriza a las unidades ambientales biofísicas (UAB) donde se encuentra el SAR, que se describe en el programa de ordenamiento ecológico general del territorio (POEGT, 2012), el presente Proyecto se localiza en la Región Ecológica 18.19 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 69 denominada “Sierras y Valles Guerrerenses” y en la Región Ecológica 18.9 en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 61 denominada “Sierras del Sur de Puebla”.

UAB 69. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo. No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de baja a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Forestal, Agrícola y Pecuario. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 16.2. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.

UAB 61. Crítico. Conflicto Sectorial Nulo. Muy baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Baja degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de media a baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km²): Media. El uso de suelo es Forestal y

Agrícola. Déficit de agua superficial. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 34.8. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Muy bajo indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Media importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.

En este contexto, el diagnóstico ambiental se abordó a partir de dos conceptos principales: 1) Deterioro ambiental y capacidad de carga del ecosistema; y 2) Integridad funcional del ecosistema.

1) Deterioro ambiental y capacidad de carga del ecosistema

El deterioro ambiental o ecológico es cualquier proceso o resultado que incide negativamente en el ambiente. A nivel local, el deterioro se manifiesta en problemas como la erosión, la deforestación y la contaminación (Balleza, 2017)[62]. Las actividades antropogénicas de sobreexplotación de recursos y sobrepastoreo han desencadenado problemas de deforestación, erosión y disminución de la calidad y la dimensión del hábitat para las especies de fauna silvestre (SEMARNAT-CONANP, 2013)[63] y el sobrepastoreo trae como consecuencia una afectación en la estructura y funcionamiento de las comunidades (Czeglédi y Radácsi, 2005[64]; Wang y Batkhishig, 2014[65]; Amine et al., 2014)[66].

En los ecosistemas que han sobrevivido a la expansión de la agricultura, el deterioro ecológico está provocando el desplazamiento de las especies dominantes y la colonización de otras más competitivas en el escenario creado por el disturbio antropogénico que impulsan la sucesión (Balleza, 2017 Op Cit). En este sentido, la vegetación que caracteriza al área del proyecto se exhibe en estado secundario de sucesión ecológica de acuerdo con la información cartográfica del INEGI Serie VII de la carta de uso de suelo y vegetación.

No obstante, lo anterior, si bien el grado de deterioro en el SAR es alto, la presencia de vegetación secundaria evidencia que los ecosistemas del SAR aún conservan su capacidad de recuperación al iniciar el proceso de sucesión ecológica, lo que habla de la buena resiliencia[IX] del ecosistema y confirma que no se ha sobrepasado su ***capacidad de carga***, definida en la Ley General de Vida Silvestre, tal como sigue:

> ***Art. 3°, Fracción III. Capacidad de carga*****:** *Estimación de la tolerancia de un ecosistema al uso de sus componentes, tal que no rebase su capacidad de recuperarse en el corto plazo sin la aplicación de medidas de restauración o recuperación para restablecer el equilibrio ecológico.*

[IX] La resiliencia es la capacidad de los ecosistemas a recuperarse de mejor manera ante una perturbación específica.

Derivado de lo anterior y en términos de lo dispuesto por la LGVS, puede concluirse que los ecosistemas presentes en el SAR, aunque deteriorados por las actividades antrópicas que ahí se desarrollan, aún conserva la capacidad de recuperarse por sí sólo (resiliencia) en plazos cortos y medianos de tiempo, por lo que puede inferirse que no se ha sobrepasado su capacidad de carga. Y toda vez que la ubicación del proyecto se planea sobre una de las zonas menos conservadas del SAR, éste no incidirá sobre elementos claves del ambiente que interfieran con dicha capacidad de carga.

2) Integridad funcional del ecosistema

De acuerdo con Martínez-Y. A, *et al.* 2009[67], el ecosistema es la unidad funcional de la naturaleza que integra a todos los organismos que viven en un espacio geográfico determinado y que interactúan entre sí y con el ambiente que les rodea. Las fronteras entre los ecosistemas (ecotonos) son difusas, sin embargo, las diferencias climáticas de un lugar a otro determinan en gran medida los tipos de ecosistemas y **la forma en que los distinguimos depende de la fisonomía de la vegetación dominante,** la cual está influenciada principalmente por el macro clima y por otras características, como la topografía, entre otras (Whittaker, 1975)[68].

Los ecosistemas son sistemas termodinámicamente abiertos, por lo que mantienen un continuo intercambio de materia y energía con su entorno (Osborne, 2000)[69], lo que logran a través del cumplimiento de sus funciones, entre las que se encuentran:

- La fotosíntesis que convierte la energía solar en materia orgánica,
- La de acumulación de materia orgánica por los productores primarios (productividad),
- Degradación de la materia orgánica (descomposición),
- El flujo de energía y nutrientes a lo largo de los eslabones de la cadena alimenticia (estructura trófica),
- Tasas a las que ocurren estos procesos (flujo de energía)
- Movimiento de elementos entre atmósfera, la hidrósfera y la biósfera (ciclos biogeoquímicos).

Estas y otras características de los ecosistemas se traducen en *servicios ecosistémicos*, que son por tanto materialización de la función de los ecosistemas concretados en bienes y servicios críticos para la vida (en el amplio sentido del término) y esenciales para el desarrollo económico de la sociedad (Martínez-Y. A, *et al.* 2009 Op Cit) aunque el valor intrínseco de los servicios ecosistémicos raramente es tomado en cuenta en la toma de decisiones de la política ambiental (Daily, *et al*., 1997)[70].

En este contexto, la **integridad funcional del ecosistema,** se concibe como el **atributo que caracteriza el estatus que tienen las diversas funciones de un ecosistema, en**

un espacio y tiempo determinado, concretadas en los servicios que derivan de dichas funciones. Por lo que, la valoración de la integridad funcional es un indicador de la calidad ambiental.

En este sentido, cabe señalar que los servicios ecosistémicos (SEc's) se agrupan en cuatro categorías:

1) *De provisión*: estos se derivan de los resultados materiales de la fotosíntesis y se traducen en recursos extractivos como alimentos, plantas medicinales, combustible y materiales de construcción. Son los bienes tangibles.

2) *Culturales*: los servicios culturales son los que se relacionan con la provisión de beneficios no materiales como la belleza escénica y la inspiración intelectual

3) *De regulación*: los servicios de regulación resultan de procesos no extractivos como el control de inundaciones y de erosión, la captación y purificación del agua y la regulación de enfermedades y plagas y,

4) *De soporte*: los servicios de soporte, son necesarios para la provisión de los otros servicios, incluyen beneficios intangibles como la formación de materia orgánica, la producción de oxígeno y la captación de bióxido de carbono, la desintoxicación del suelo y el ciclo de nutrimentos.

Resulta obvio que algunos de los SEc's se pueden traducir a valor económico, mientras que otros son técnicamente difíciles de evaluar, porque no son directamente cuantificables, son intangibles o porque los métodos económicos actuales de valuación de mercado no son los apropiados o no pueden ser aplicados para este fin (Costanza et al., 1997[71]; Daily, 1997b[72]; WSTB, 2004[73]).

IV.5 Bibliografía

1 Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional (MIA-r) secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2015: https://www.gob.mx/semarnat/documentos/guias-de-impacto-ambiental

2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2012:https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/programa-de-ordenamiento-ecologico-general-del-territorio-poetg#:~:text=El%20Programa%20de%20Ordenamiento%20Ecol%C3%B3gico,en%20materia%20de%20Ordenamiento%20Ecol%C3%B3gico.

3 Gómez, O. 1999. Evaluación de impacto ambiental. 2ª edición. Madrid, España.

4 Portal de geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre la Biodiversidad (SNIB). Comisión Nacional para el conocimiento y Uso de la Biodiversidad. 2020: http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/.

5 Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2015: https://www.inegi.org.mx/datos/.

6 Conesa F.V. 2010. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi Prensa. México. 864 pp

7 Comisión para la cooperación ambiental (CCA). Sistema de Monitoreo del Cambio en la Cobertura del Suelo de América del Norte, 2015. http://www.cec.org/es/sistema-de-monitoreo-del-cambio-en-la-cobertura-del-suelo-de-america-del-norte/

8 Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). Atlas Nacional de Riesgo. Sistema de información sobre riesgo (2015). http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html.

9 Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). 2024. Actualización de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cuautla-Yautepec, estado de Morelos: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/morelos/DR_1702.pdf

10 CONABIO. 2017. La diversidad biológica en México. Convenio sobra la Diversidad Biológica. Consultada en: http://www.conabio.gob.mx/institucion/cooperacion_internacional/doctos/db_mexico.html

11 CONABIO. 2014. La biodiversidad en Jalisco. Estudio de Estado. 978-607-8328-92-5 (Obra completa), 978-607-8328-932 (volumen I), 978-607-8328-94-9 (volumen II).

12 Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. Interciencia. 28(3):160-167.

13 Bautista Zúñiga, Francisco; Palacio Prieto, José Luis; Delfín González, Hugo; Paéz Bistrain, Rosaura; Carmona Jiménez, Estela; Delgado Carranza, Ma. Del Carmen. 2011. Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. Segunda edición, UNAM

14 González-Cuevas, G.A. 2002. Tamaño y forma de sitio de muestreo para inventarios forestales en bosques tropicales de la costa de Jalisco. Tesis profesional para obtener el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Guadalajara. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Agronómicas.

http://repositorio.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/32/Gonzalez_Cueva_Gerardo_Alberto.pdf?sequence=1&isAllowed=y

15 Jorgensen, E.S., (Eds), 2005. Handbook of ecological indicators for assessment of ecosystem health, CRC Press, Taylor & Francias Group. New York, EUA: 439pp.

16 Boero, F. 2010. The Study of Species in the Era of Biodiversity: A Tale of Stupidity. Diversity, 2:115-122.

17 Lamoreux, J.F., J.C. Morrison, T.H. Ricketts, D.M. Olson, E. Dinerstein, M.W. McKnight y H. H. Shugart. 2006. Global tests of biodiversity concordance and the importance of endemism. *Nature*, 440:212–214.

18 Leroux, S.J. y F.K. Schmiegelow. 2007. Biodiversity Concordance and the Importance of Endemism. *Conservation Biology*, 21:266-268.

19 Velasco de León, P.M., J. Arellano, A. Silva P. y S.Y. Guarneros. 2007. Aspectos geológicos y paleontológicos. Biodiversidad de la Faja Volcánica Transmexicana (I. Luna, J. J. Morrone and D.Espinosa., eds.), CONABIO, México. 25–38.

20 Arita, H. 1997. The non-volant fauna of Mexico: species richness in a megadiverse country. *Biodiversity and Conservation*, 6:787-795.

21 Navarro-Sigüenza, A.G., M.F. Rebón-Gallardo, A. Gordillo-Martínez, A. Townsend Peterson, H. Berlanga-García y L.A. Sánchez-González. 2014. Biodiversidad de aves en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*,Supl. 85: 476-495.

22 Escalante, T., Szumik, C. y J.J. Morrone. 2009. Areas of endemism of Mexican mammals: reanalysis applying the optimality criterion. *BiologicalJournal of theLinneanSociety*, 98, 468–478.

23 Sánchez-Cordero, V., F. Botello, J.J. Flores-Martínez, R.A. Gómez-Rodríguez, L. Guevara, G. Gutiérrez-Granados y A. Rodríguez-Moreno. 2014. Biodiversidad de Chordata (Mammalia) en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, 85: 496-504.

24 Ceballos G., I. Salazar, R. List Sánchez, J. Rodríguez y G. Santos. 2006. Vertebrados terrestres. In: H. Cotler, M. Mazari y J. de Anda. Atlas de la Cuenca Lerma-Chapala: construyendo una visión conjunta. Instituto Nacional de Ecología. México.

25 Ramírez-Pulido y Castro-Campillo. 1994. Biografía reciente de los mamíferos de México. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Iztapalapa.

[26] Parra-Olea, G.; O. Flores-Villela y C. Mendoza-Almeralla. 2014. Biodiversidad de anfibios en México. Revista Mexicana de Biodiversidad. Supl. 85:S460-S466.

[27] Flores-Villela, O. y U.O. García-Vázquez. 2014. Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad, Supl. 85: S467-S475.

[28] CONABIO y SEMARNAT. 2009. Cuarto Informe Nacional de México al Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB). Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D.F.

[29] Edwards, P.J. y Abivardi Cyrus.1998. The value of biodiversity: where ecology and economy blend. *Biological Conservation,* 83. No. 3: 239-246.

[30] Sánchez, Oscar; Zamorano, Pablo; Peters, Eduardo y Moya, Hector. 2011. Temas sobre conservación de vertebrados silvestres en México. SEMARNAT-INE.

[31] IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.2. <www.iucnredlist.org>.

[32] Howell, N.G. y S. Webb. 2005: A Guide to the Birds of Mexico and Northern Central America. Oxford University Press. California. 851pp.

[33] Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp (ISBN: 970–9000–30–6).

[34] Global Biodiversity Information Facility. 2012. <http://data.gbif.org/>

[35] Hall, E.R. 1981. The mammals of North America. 2 Vol. John Wiley y Sons. Nueva York.

[36] Frost, Darrel R. 2011. Amphibian Species of the World: an Online Reference. Version 5.5 (31 January, 2011). Electronic Database accessible at http://research.amnh.org/vz/herpetology/amphibia/ American Museum of Natural History, New York, USA.

[37] Uetz, P. (ed.), The Reptile Database, <www.reptile-database>, accessed Dec 31, 2012.

[38] The American Ornithologists´Union. 2008. http://www.aou.org/checklist/north/index.php

[39] Wilson, D.E and D.M. Reeder. 2005. Mammals Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference. Johns Hopkins University Press, 2 Vol. 142 pp. Available http://www.bucknell.edu/msw3/browse.asp?s=y&id=13802148

[40] CONABIO (comp.). 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

[41] CONABIO (comp.). 2009. Catálogo de autoridades taxonómicas de los reptiles (Reptilia: Chordata) de México. Base de datos SNIB-CONABIO. México.

[42] Villa-R, B. y F. A. Cervantes, 2003. Los mamíferos de México. Grupo Editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. e Instituto de Biología, UNAM, México, 140 pp

[43] González-García, F. y H. Gómez de Silva Garza. 2003. Especies endémicas: riqueza, patrones de distribución y retos para su conservación. En: H. Gómez de Silva y A. Oliveras de Ita. Editores. Conservación de aves. Experiencias en México. National Fish and Wildlife Fundation. Cipamex. Conabio.

[44] Don E. Wilson & DeeAnn M. Reeder (editors), 2005. Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference (3rd ed).

[45] Colwell, R.K. 2016. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0 Mac OS.

[46] López Gómez, A.M. y G. Williams-Linera. 2006. Evaluación de métodos no paramétricos para la estimación de riqueza de especies de plantas leñosas en cafetales. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, 78:7-15.

[47] Jiménez-Valverde, A. y J. Hortal. 2003. Las curvas de acumulación de especies y la necesidad de evaluar la calidad de los inventarios biológicos. *Revista Ibérica de Aracnología,* 8: 152-161.

[48] Chao, A. y T.J. Shen. 2010. Program SPADE (Species Prediction and Diversity). Programa y guía de usuario en: http://chao.stat.nthu.edu.tw

[49] Colwell, R.K. y J. Elsensohn. 2014. EstimateS turns 20: Statistical estimation of species richness and shared species from samples, with non-parametric extrapolation. *Ecography*, 37: 609-613.

[50] Moreno, C.E., F. Barragán, E. Pineda y N. Pavón. 2011. Re análisis de la diversidad alfa: alternativas para interpretar y comparar información sobre comunidades ecológicas. *Revista mexicana de biodiversidad*, 82:1249-1261.

[51] Jost, L. 2006. Entropy and diversity. *Oikos*, 113: 363-375.

[52] Chao, A. y L. Jost. 2012. Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, 93 (12): 2533-2547.

[53] Ellison, A.M. 2010. Partitioning diversity 1. *Ecology*, 91: 1962-1963.

[54] Magurran, A.E. 2004. Measuring biological diversity. Blackwell Publishing, Oxford, UK. Australia. 18-130.

[55] Moguel, P. y V.M. Toledo. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology 13:11-21.

[56] Tilman, D., K.G. Cassman, P.A. Matson, R. Naylor y S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. Nature 418:671-677.

[57] Tscharntke, T., A.M. Klein, A. Kruess, I. Steffan-Dewenter y C. Thies. 2005. Landscape perspectives on agricultural intensification and biodiversity-ecosystem service management. Ecology Letters. 8:857-874.

[58] Muñoz Criado, A. Guía metodológica. Estudios de paisaje. Consellería de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente. La Imprenta CG.

[59] Burel, F. y J. Baudry. 2002. Ecología del paisaje: Conceptos, métodos y aplicaciones. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid-Barcelona-México.

[60] Toledo, A. 2006. Agua, hombre y paisaje. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)-Instituto Nacional de Ecología (INE). México, D.F. 261 p.

[61] Urquijo, T. y Barrera, B.N. 2009. Historia y paisaje. Explorando un concepto geográfico monista. Andamios. Revista de Investigación Social, 227-252.

[62] Balleza Gallardo, C.S. 2017. Análisis del deterioro ecológico del matorral crasicaule en el valle de San Luis Potosí (México). Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 145 p.

[63] Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales-Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SEMARNAT-CONANP). 2013. Programa de Manejo de Áreas de Protección de Flora y Fauna, Maderas del Carmen. 151 pp.

[64] Czeglédi L., y A. Radácsi, 2005. “Overutilization of pastures by livestock.” Gyepgazdálkodási Közlemények, 3: 29-35.

[65] Wang, Q., y O. Batkhishig. 2014. “Impact of Overgrazing on Semiarid Ecosystem Soil Properties: A Case Study of the Eastern Hovsgol Lake Area, Mongolia”. J. Ecosys. Ecograph, 4(1): 1-7.

[66] Amine, H.B.; G. Raphael, y H. Okkacha, 2014. “Impact of over grazing on vegetation and physic chemical characters of soil steppiques in western Algerian”. International Journal of Basic and Applied Sciences, 3(3): 328-334.

[67] Martínez-Yrízar, Angelina, Richard Stephen Felger y Alberto Búrquez. 2009. Los ecosistemas terrestres de Sonora: un diverso capital natural. En: F. Molina-Freaner y T. Van-Devender, eds. Diversidad biológica del estado de Sonora. UNAM, México, pp. 129-156

[68] WHITTAKER, R. 1975. Communities and Ecosystems. 2a. ed. MacMillan, Nueva York.

[69] OSBORNE, P.L. 2000. Tropical Ecosystems and Ecological Concepts. Cambridge University Press, Cambridge, Inglaterra

[70] DailDAILY, G.C. 1997a. Introduction: What are ecosystem services? En: G. Daily, ed. Nature's Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, D.C., pp. 1-10.

[71] COSTANZA, R., R. D'ARGE, R. DE GROOT, S. FARBER, M. GRASSO, B. HANNON, S. NAEEM, K. LIMBURG, J. PARUELO, R.V. O'NEILL, R. RASKIN, P. SUTTON y M. VAN DEN BELT. 1997. The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. Nature 387: 253-260.

[72] DAILY, G.C. 1997b. Valuing and safeguarding Earth's life support systems. Pp. 365-374. G. Daily, ed. Natures Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington, D.C.

[73] WSTB (Water Science and Technology Board Report) 2004. Valuing Ecosystem Services: Toward Better Environmental Decision-Making (http://dels.nas.edu/wstb).

Capítulo V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

[1] SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

V.1 Técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales 8
V.1.1 Identificación de impactos ambientales 8
V.1.1.1 Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos 9
V.1.1.2 Factores del entorno susceptibles de recibir impactos 13
V.1.1.3 Matriz de Interacciones 14
V.1.1.4 Nominación de impactos 17
V.1.2 Valoración de impactos 18
V.1.2.1 Determinación de significancia 19
V.1.2.2 Determinación de la incidencia 23
V.1.3 Descripción y determinación de magnitud de los impactos destacables 27
V.1.3.1 Indicadores de impacto 27
V.1.3.2 Estimación de la magnitud 29
V.1.4 Impactos residuales 42
V.1.5 Impactos acumulativos 45

V.2 Conclusiones 54

V.3 Bibliografía 57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla V.1: Etapas, componentes y acciones del proyecto 9
Tabla V.2: Matriz de acciones seleccionadas a partir del cribado 12
Tabla V.3: Factores y subfactores ambientales 13
Tabla V.4: Interacciones con el subsistema 14
Tabla V.5: Interacciones con el factor 15
Tabla V.6: Interacciones que se generarán en cada etapa del proyecto 16
Tabla V.7: Interacciones que potencialmente pueden generar los componentes 16
Tabla V.8: Relación integrada de impactos, utilizando como criterio la naturaleza del efecto y el factor ambiental sobre el cual impactan 17
Tabla V.9: Definición de los conceptos determinantes de la significancia del impacto, según la definición que establece el REIA/LGEEPA para el impacto significativo 20
Tabla V.10: Determinación de la significancia de los impactos del proyecto con base en los supuestos de la fracción IX del artículo 3° del REIA 22
Tabla V.11: Atributos de impacto para determinar incidencia 23
Tabla V.12: Categorías de destacabilidad de los impactos ambientales evaluados 26

Tabla V.13: Relación de impactos destacables 26

Tabla V.14: Incremento temporal de partículas suspendidas 30

Tabla V.15: Incremento temporal en los niveles de ruido 30

Tabla V.16: Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos 31

Tabla V.17: Disminución puntual de la infiltración 31

Tabla V.18: Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos 32

Tabla V.19: Modificación puntual del relieve original 33

Tabla V.20: Incremento de la susceptibilidad de erosión 33

Tabla V.21: Afectación puntual del curso de escorrentías 33

Tabla V.22: Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto 34

Tabla V.23: Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución 35

Tabla V.24: Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto 37

Tabla V.25: Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo 38

Tabla V.26: Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto 39

Tabla V.27: Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto 39

Tabla V.28: Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo 40

Tabla V.29: Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales 41

Tabla V.30: Modificación del paisaje 42

Tabla V.31: Impactos con carácter de residual 44

Tabla V.32: Impactos ambientales presentes en el SAR 48

Tabla V.33: Impactos acumulativos 50

Tabla V.34 Superficie por uso de suelo y vegetación del SAR (Serie VII, INEGI) 53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura V.1: Proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales del proyecto 7

Figura V.2: Procedimiento para valorar la significancia de los impactos ambientales 19

Figura V.3: Escala de calificación del impacto 29

Figura V.4 Electrocución de aves con líneas de transmisión 36

Figura V.5: Superficie ocupara por vegetación forestal en función del tiempo. 53

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente capítulo integra la parte medular del estudio de impacto ambiental del proyecto "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar", tal como se encuentra establecido en la guía emitida por la SEMARNAT[1]. Derivado del objetivo central de una manifestación de impacto ambiental[II], en el presente capítulo se identifican, caracterizan y evalúan los impactos ambientales, con especial énfasis en los significativos, además de los impactos acumulativos y residuales del sistema ambiental regional (SAR), dado el carácter regional de la MIA; lo que implica diseñar una metodología *ad hoc* que permita destacar los impactos ambientales significativos, así como aquellos que ostenten características de acumulación y residualidad, no solo como parte del proyecto en evaluación, sino a nivel del SAR.

Actualmente existe un gran número de métodos para la evaluación de impactos ambientales, muchos de los cuales han sido desarrollados para proyectos específicos, impidiendo su generalización a otros. Sanz (1991)[2] afirma que, hasta esa fecha, eran conocidas más de cincuenta técnicas, siendo muy pocas las que gozaban de una aplicación sistemática. Dichos métodos se valen de instrumentos, los cuales son agrupados por el autor en tres grandes grupos, así: modelos de identificación (listas de verificación causa-efecto ambientales, cuestionarios, matrices causa-efecto, matrices cruzadas, diagramas de flujo, otras), modelos de previsión (empleo de modelos complementados con pruebas experimentales y ensayos "*in situ*", con el fin de predecir las alteraciones en magnitud), y modelos de evaluación (cálculo de la evaluación neta del impacto ambiental y la evaluación global de los mismos).

Canter (1998)[3], establece que, aunque se han desarrollado diversas técnicas, no hay una técnica universal que pueda aplicarse a todo tipo de proyectos en cualquier medio en el que éste pretenda establecerse. En ese sentido cada técnica que se utilice debe ser específica para el proyecto que se evalúe y el medio ambiente en el cual éste pretende insertarse, sobre la base de los conceptos básicos de las técnicas existentes.

La técnica que se emplee deberá tener como propósito el asegurar que se han incluido en la valoración todos los factores ambientales destacables y lograr obtener

[II] La fracción XXI del artículo 3º de la LGEEPA define a la manifestación de impacto ambiental como: *el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto* ***ambiental significativo y potencial*** *que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo*. Esto es, en la tipología de los impactos ambientales el legislado concentró el objetivo de una MIA en la identificación, evaluación y descripción de los impactos significativos ya que, en la gestión ambiental, la condición de significancia la alcanza un impacto cuando va a rebasar los criterios de sustentabilidad que les definen, consecuentemente, la determinación de la significancia de cada uno de los impactos que se reconozcan en este ejercicio conforma la esencia del esfuerzo.

una síntesis de la información que deriva del alcance de los impactos que podrá generar el proyecto y de las alternativas que pueden surgir para atenderlos, todo lo cual, independientemente de que conforma un conjunto de elementos que evalúa la autoridad para asumir la decisión respecto a la viabilidad o inviabilidad del proyecto, también forma parte de la base de actuación de la empresa que promueve el proyecto para alcanzar su verdadera sostenibilidad.

Los impactos ambientales se caracterizan por el sello que les imprimen varios atributos, de los cuales, tres son usualmente más considerados en el proceso de identificación y de valoración del impacto de un proyecto:

- La **magnitud**: calidad y cantidad del factor ambiental afectado.
- La i**ncidencia**: grado y forma de alteración.
- El **signo**: (+) si es benéfico, o (-) si es perjudicial.

El impacto de un proyecto sobre el medio ambiente es la diferencia existente entre la situación del ambiente en su estado actual y la que tendrá en el futuro modificado (proyecto ejecutado), considerando la tendencia que tendría el entorno y como habría evolucionado sin la realización del proyecto, lo cual se conoce como alteración neta (Conesa, 1993)[4]

El proceso de análisis encaminado a predecir los impactos ambientales que un proyecto o actividad dados producen por su ejecución, es conocido como Evaluación del Impacto Ambiental (EIA); dicho análisis permite determinar su aceptación, modificaciones necesarias o rechazo por parte de las entidades que tengan a su cargo la aprobación del mismo.

Convencionalmente se acepta que la EIA admite varias aproximaciones en su definición, las cuales son interdependientes entre sí, estas son:

- Aproximación conceptual: percibe la EIA como un proceso de análisis conducente a la formación de un juicio previo, lo más objetivo posible, acerca de la importancia que tienen los impactos generados por actividades desarrolladas por el hombre -proyectos- y las posibilidades existentes para su prevención de ocurrencia, o reducción a niveles aceptables.
- Aproximación administrativa: se enfoca la EIA como un procedimiento de carácter administrativo, que conduce a la aceptación, modificación o rechazo definitivo de un proyecto sometido a evaluación, con base en la incidencia que éste tenga en el medio.

- Aproximación técnica: entiende la EIA como un proceso analítico que busca identificar (relaciones causa-efecto), predecir (cuantificar), valorar (interpretar), prevenir, y comunicar (participación pública) el IA de un proyecto en caso de que éste sea ejecutado. De esta forma, la EIA desde la aproximación técnica, representa la herramienta fundamental para la toma de decisiones desde la esfera de la administración, o soporte para la aproximación administrativa.

En ésta MIA, la aproximación conceptual da sustento a la aproximación administrativa, ya que es a través de ese enfoque como se hace llegar a la autoridad normativa (SEMARNAT) la propuesta de proyecto y, en tal sentido es importante iniciar el desarrollo de éste capítulo considerando que la fracción XXI del artículo 3° de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente[5] (LGEEPA), define que la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) es *el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el* ***impacto ambiental significativo*** *y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo*.

Con base en lo anterior, el objetivo fundamental de una MIA es identificar los impactos ambientales significativos que puede generar un proyecto. Al respecto es conveniente abordar este aspecto asumiendo en toda su dimensión la definición que ofrece el marco reglamentario de la LGEEPA respecto a lo que se entiende por impacto ambiental significativo:

*"**Impacto ambiental significativo o relevante**: aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales"* (Fracción IX, Artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental[6], REIA).

Sobre la base de lo expuesto, en esta MIA en el presente capítulo se presenta la identificación, descripción y evaluación de los **impactos ambientales significativos**, centrando el objetivo del análisis en la identificación de aquellos impactos que, por sus características, pudieran ajustarse a la definición dispuesta en la fracción IX del Artículo 3° del REIA antes transcrita.

Para alcanzar lo anterior, la integración de este capítulo se basó en el análisis e interpretación de:

- Las características de los componentes del proyecto y la identificación de las acciones (Capitulo II) que potencialmente puedan propiciar

impactos a los factores ambientales susceptibles de recibirlos (Capítulo IV).

- La vinculación del proyecto con las disposiciones, reglas y recomendaciones de los diversos instrumentos jurídicos aplicables al mismo (Capítulo III).
- El diagnóstico ambiental del área de establecimiento del proyecto (AeP), y la valoración de la calidad del Sistema Ambiental Regional (SAR) dentro del cual se pretende insertar al proyecto. Ambos componentes descritos en el capítulo IV de este documento.
- Los usos del suelo definidos para el proyecto por el promovente (Capítulo II)
- La información generada en trabajos de campo y verificación (Capítulo II y IV).
- Técnicas convencionales de Evaluación de Impacto Ambiental.

De acuerdo con lo que dispone la fracción V del artículo 13 del REIA, complementario a lo anterior es importante destacar que las MIA's regionales se caracterizan además por dos rubros:

1. Conducir el proceso de identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales significativos, particularmente a los de tipo acumulativo y residual, y
2. Realizar ese alcance en el sistema ambiental regional.

Estos dos objetivos adquieren particular preponderancia en la MIA regional, por una parte, porque al enfocar el análisis de identificación y evaluación a los impactos acumulativos, se aborda uno de los rubros más importantes en la planeación del desarrollo. La acumulación es, tal vez, el problema más importante en el deterioro del ambiente, por lo que la identificación de los impactos que potencialmente pueden ser acumulativos es una acción preventiva relevante por la anticipación que deberá presentarse de manera consecuente.

La definición jurídica del concepto impacto ambiental acumulativo la restringe a: "*el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente*", (fracción VII, artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, REIA). Esta redacción, hermenéuticamente difusa, requiere complementarse con la acepción técnica que define al concepto en países con mayor desarrollo técnico en este campo.

Los impactos acumulativos son los efectos que pueden ocurrir cuando determinadas acciones de un proyecto, sobre los factores del ambiente se llevan a cabo con tanta frecuencia en el tiempo o en el espacio y tan densamente, que la

resiliencia de esos sistemas naturales no puede asimilarlos. También pueden identificarse cuando los efectos negativos de una actividad se combinan con los de otra en una forma casi incremental; así, los impactos acumulativos son los cambios potenciales de origen antropogénico o inducidos por el hombre sobre los factores de los ecosistemas, que incrementan su incidencia y su magnitud en el tiempo y en el espacio. Los impactos acumulativos son aditivos y persistentes en el tiempo. Si bien, los efectos acumulativos se refieren a la degradación ambiental progresiva en el tiempo, tienen su origen en un conjunto de actividades a lo largo de un área o región.

Los impactos acumulativos son los resultados brutos o netos que se originan en un conjunto de proyectos o actividades, en desarrollo o por desarrollarse y no necesariamente relacionadas entre sí, en condiciones que dan lugar al incremento de su incidencia y de su magnitud en el tiempo y/o en el espacio.

Por otra parte, los impactos residuales son definidos en el REIA, en términos poco objetivos: "*es el impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación*" (fracción X, del artículo 3 del REIA). Al igual que en la definición del impacto acumulativo, esta definición es incompleta y no tiene el alcance que tiene dicho concepto en la gestión ambiental, por ello, complementariamente a lo que establece al respecto el REIA, en esta MIA-R dicha definición se complementa con la consideración adicional de que, el impacto ambiental residual también es aquel que no tiene forma de ser mitigado, una vez que se ha ajustado la acción del proyecto que lo puede generar.

Bajo estas consideraciones se abordan ambos conceptos en esta MIA-R con el agregado de que el alcance de los trabajos a desarrollar no solo implica considerar la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales que podría generar el proyecto, incluyendo específicamente a los acumulativos y residuales, sino principalmente a los que se adjudiquen a otros proyectos que se ubiquen dentro de la poligonal envolvente del SAR.

Así, los diversos apartados que integran este capítulo se ajustan estrictamente a las recomendaciones que establece la guía emitida por la SEMARNAT, sobre todo, al objetivo que dispone la LGEEPA para una MIA, esto es, dar a conocer (se entiende que a la autoridad competente), el **Impacto Ambiental Significativo (IAS)** y potencial que pudiera generarse por la construcción y operación del proyecto "Parque Fotovoltaico Arcturus Solar".

Con base en el análisis que se realizó en apartados anteriores, en particular la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR), los eventos de cambio en el mismo, su caracterización y análisis, en este apartado se identifican, se describen

y se evalúan los impactos ambientales adversos y beneficios de carácter significativo (IAS) que generará la interacción entre el desarrollo del proyecto, su área de influencia y sus efectos en el SAR.

Existen numerosas técnicas para la identificación y evaluación de las interacciones proyecto - entorno, sin embargo, cualquier evaluación de impacto ambiental debe describir la acción generadora del impacto, predecir la naturaleza y magnitud de los efectos ambientales en función a la caracterización del SAR, interpretar los resultados y prevenir los efectos negativos en el mismo. Por lo anterior, se desarrolló una técnica que garantice la estimación de los impactos provocados por la ejecución del proyecto y que permita reducir en gran medida la subjetividad en la detección y valoración de los impactos ambientales generados por el proyecto, derivando de ello el análisis permitió determinar las afectaciones y modificaciones que se presentarán sobre los componentes ambientales del SAR delimitado, así como su relevancia en términos de la definición de impacto ambiental relevante conforme a la definición que al respecto establece la fracción IX del Artículo 3 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA).

Si bien la Secretaría, de acuerdo a lo establecido en el párrafo tercero del Artículo 9 del REIA, *proporcionará guías para facilitar la presentación y entrega de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo al tipo de obra o actividad que se pretenda llevar a cabo*, el contenido de las mismas es, en efecto, una guía, por lo que el contenido de cada capítulo de la MIA deberá ajustarse a lo que establece, en este caso para una MIA modalidad regional, el Artículo 13 del REIA, que en el caso particular del capítulo V se refiere a la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional.

Derivado de lo anterior, el proceso metodológico diseñado que se siguió para desarrollar la identificación, evaluación y descripción de los impactos ambientales del proyecto se concreta en esta MIA-R en los ocho apartados establecidos en el artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, considerando dentro de este proceso metodológico tres funciones analíticas principales:

a) Identificación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales.
b) Valoración de los IA's, y
c) Descripción.

En este mismo orden de ideas, se consideró la información derivada del análisis del proyecto, identificando sus etapas y en particular las acciones que pueden desencadenar impactos en los componentes del entorno, considerando la información señalada en el Capítulo II de la MIA-R, concentrada en el esquema denominado **"árbol de etapas, componentes y acciones del proyecto**". De igual

manera se retomó la información de definición y delimitación del SAR, así como la descripción de los elementos constitutivos del ambiente (factores y subfactores ambientales), definido en el Capítulo IV de esta MIA-R en el esquema denominado "**árbol de factores y subfactores ambientales**". Posteriormente se identificaron las relaciones causa-efecto, que en sí mismas conforman a un primer conjunto de impactos potenciales. Una vez identificadas las relaciones causa – efecto (impactos), se procedió a cribar ese conjunto de efectos (impactos), mediante un proceso de tamizado que inicialmente considera los supuesto que definen al IAS desde el enfoque del reglamento de la LGEEPA para la evaluación del impacto ambiental, para, de ser el caso, retomar todos aquellos impactos que pudieran alcanzar esa consideración (significativos o relevantes) o, asumir otro esquema complementario que coadyuve a evidenciar los IA's destacables sobre bases convencionales que pudieran ser supletorias de las que ofrece la fracción IX del artículo 3° del REIA (Figura V.1).

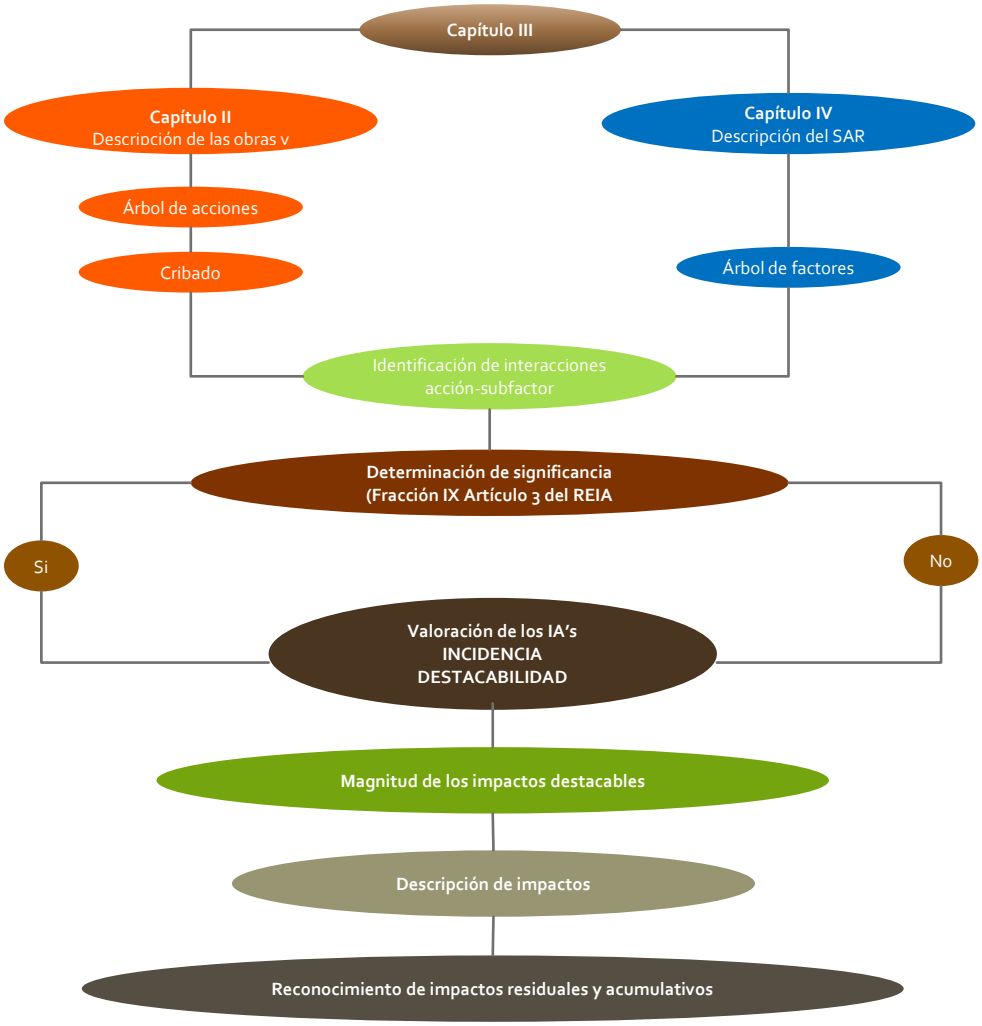


Figura V.1: Proceso metodológico para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales del proyecto

V.1 Técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales

En la integración de esta MIA-R, por técnica se entiende el planteamiento estructurado de cómo llevar a cabo una o varias actividades del proceso de evaluación del impacto ambiental, Canter 1998 (*op. cit.*) cita que se han desarrollado muchas técnicas de ayuda para la realización de las distintas tareas del proceso de EIA, como es el caso de la identificación de los impactos ambientales del proyecto. La de uso más generalizado es la de Leopold[7], la cual emplea una matriz simple la cual recoge una lista de aproximadamente 100 acciones y 90 factores ambientales; una parte sustantiva de ésta técnica es la de la estimación de la magnitud para lo cual propone la asignación de valores numéricos comprendidos entre el 1 y el 10, en la cual el valor de 10 representa la magnitud mayor y 5 (por ejemplo), una magnitud intermedia, la técnica de Leopold adolece de imprecisiones difíciles de superar, por lo que su adopción como herramienta para esta MIA-R, fue rechazada.

Se optó por adoptar y adaptar la propuesta de Gómez Orea (2013)[8], la cual integra un enfoque holístico que ayuda a limitar la incertidumbre natural asociada a un proceso de predicción como lo es la EIA. Dicha técnica adaptada a los requerimientos de nuestro marco jurídico y administrativo, permite arribar a determinaciones sobre las desviaciones de la calidad ambiental del área de influencia del proyecto en la “línea base” o T0 determinada como corolario del Capítulo IV de esta MIA-R, tanto para cada impacto potencial a generar como por el proyecto en su conjunto.

V.1.1 Identificación de impactos ambientales

El proceso de identificación de impactos que se aborda en esta MIA-R se inicia con la identificación de los componentes y de las acciones[III] del proyecto potencialmente propiciadores de impactos al ambiente (conclusión del Capítulo II de esta MIA-R) y por la identificación de los factores y sub factores del ambiente que pueden recibir el efecto de los componentes y de las acciones del proyecto (conclusiones del Capítulo IV de esta MIA-R); así, en esta etapa se llega a un nivel prospectivo que inició a partir del conocimiento de la estructura y del funcionamiento del sistema ambiental para concluir con la determinación de las interacciones (impactos) entre los componentes del proyecto y los factores del ambiente para lograr concretar algún proceso que permita determinar su significancia, en el contexto de la

[III] En esta MIA se asume la convención de nominar a los elementos constitutivos del proyecto como componentes y acciones y, a los elementos constitutivos del ambiente como factores y sub factores, ello para no propiciar confusiones cuando se utilicen esos conceptos de manera indistinta, por ello, siempre que se hable de componente y/o de acción, se estará abordando un elemento constitutivo del proyecto y, por el contrario, cuando se mencione a un factor y/o a un sub factor se estará abordando un elemento constitutivo del ambiente.

definición que al respecto ofrece el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental (REIA).

V.1.1.1 Identificación de acciones del proyecto susceptibles de producir impactos

En el caso de los elementos constitutivos del proyecto, se entiende por acción, en general, la parte activa que interviene en la relación causa efecto que define un impacto ambiental (Gómez Orea. 2013. *Op. Cit*.). Para la determinación de dichas acciones, se desagrega el proyecto en tres niveles: las etapas del proyecto, sus componentes y las acciones concretas, propiamente dichas.

a) **Etapas**: Se refiere a las que forman la estructura vertical del proyecto:
   i. Preparación
   ii. Construcción
   iii. Operación y mantenimiento
   iv. Abandono

b) **Componentes**: Integra las partes homogéneas del proyecto, por ejemplo: trazo y nivelación, apertura de zanjas, etc., o procesos de distinta naturaleza. El componente, se refiere si más al segundo nivel de desagregación del proyecto.

c) **Acciones concretas:** Una acción se refiere a una causa simple, concreta, directa, bien identificada y localizable del impacto

En esta etapa del proceso, se alcanza una relación exhaustiva de los componentes y de las acciones del proyecto, las cuales, por su número importante, será preciso cribar para arribar a un conjunto operable al identificar impactos ambientales.

De acuerdo con las características del proyecto “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar” las acciones que podrán derivar de la ejecución del proyecto en todas sus etapas, son aquellas identificadas en la parte final del Capítulo II de esta MIA-R, las cuales suman un total de 84 (Tabla V.1)

Tabla V.1: Etapas, componentes y acciones del proyecto

Etapas	Componente	Acciones	ID
Preparación del sitio	Preliminares	Adquisición de tierras	1
		Contratación de personal	2
	Trazo	Ingreso de personas	3
		Circulación de vehículos	4
		Levantamiento topográfico	5
		Marcaje de áreas	6

Etapas	Componente	Acciones	ID
	Preparación del terreno	Ingreso de personas	7
		Circulación de vehículos	8
		Circulación de maquinaria	9
		Desmonte (retiro de vegetación)	10
		Despalme (retiro de la capa superficial del suelo)	11
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	12
Construcción	Generales durante la construcción	Ingreso de personas	13
		Circulación de vehículos	14
		Circulación de maquinaria	15
		Excavación	16
		Compactación	17
		Nivelación	18
		Cortes	19
		Rellenos	20
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	21
	Obras temporales (zonas de acopio, almacenes, campamentos y oficinas)	Adecuación de áreas para el acopio de material retirado	22
		Adecuación de áreas para estacionamiento	23
		Construcción de almacenes temporales	24
		Adecuación de áreas para comedor y cocina	25
		Adecuación de áreas para oficinas	26
		Construcción de control del acceso a obra	27
	Abastecimiento de materiales e insumos	Adquisición de insumos y materiales	28
		Traslado de insumos y materiales	29
		Ingreso de personas	30
		Ingreso de vehículos cargados de materiales e insumos	31
		Descarga de insumos y materiales	32
	Parque fotovoltaico	Realización de zanjas para acometida de cables	33
		Cimentaciones diversas (arquetas, cuadros eléctricos, inversores)	34
		Hincado de fustes	35
		Montaje del seguidor solar a un eje horizontal	36
		Montaje de los módulos fotovoltaicos	37
		Instalación y conexión a cuadros eléctricos	38
		Tendido de cables	39
		Tendido y conexión de red de tierras de la instalación	40
		Instalación de equipos eléctricos	41
		Vallado perimetral	42
		Habilitación de viales internos	43
		Instalación de equipo de seguridad	44
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	45
	Subestación eléctrica	Conformación de plataforma	46
		Trazo de ejes principales para referencia	47
		Excavación para cimentación	48
		Realización de cimentaciones	49
		Construcción de edificio de control	50
		Construcción de fosa séptica	51
		Construcción de sistema de drenaje (canales y cunetas de salida de agua)	52
		Instalación de malla para sistema de tierras	53

Etapas	Componente	Acciones	ID
		Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos	54
		Vallado perimetral	55
		Construcción de pisos terminados	56
		Montaje de estructura mayor y menor	57
		Montaje de equipo primario	58
		Montaje de tableros	59
		Montaje de bandejas en cuarto de control	60
		Montaje de banco de baterías y cargadores	61
		Instalación del sistema de alumbrado exterior	62
		Pruebas pre-operativas	63
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	64
	Línea de transmisión	Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza	65
		Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda	66
		Tendido, regulado y engrapado de cables	67
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	68
	Limpieza del AeP	Remoción obras provisionales	69
		Retiro de residuos	70
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional	71
		Supervisión del funcionamiento	72
		Inspección visual	73
		Lavado de paneles solares	74
		Comprobación de estado	75
		Poda selectiva de vegetación en las áreas de uso permanente	76
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	77
Abandono del sitio	Planta fotovoltaica, subestación eléctrica y línea de transmisión	Despido de personal (permanente)	78
		Contratación de personal (temporal)	79
		Desmantelamiento (retiro de equipos e infraestructura)	80
		Demolición de cimentaciones	81
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	82
		Descompactación del suelo	83
		Colocación de tierra vegetal	84

Dada esta vastedad de acciones, de acuerdo con lo que establece la técnica utilizada, se aplicó el primer proceso de cribado con base en los criterios propuestos por Gómez Orea (*Op. cit.*), para seleccionar aquellas acciones concretas: relevantes, excluyentes, fácilmente identificables, localizables y cuantificables; estos conceptos fueron asumidos como atributos de cada acción y, adjudicando un valor adimensional a cada uno de ellos, fue evaluada cada acción, para que en su expresión máxima la acción más destacada pudiera alcanzar el valor de 1.0.

En un esfuerzo de congruencia, se asumió una directriz de precautoriedad que no obligará a considerar únicamente las acciones que alcanzaran un valor de 1.0 punto, sino a todas aquellas que tuvieran una puntuación ≥ 0.6 denominada “valor umbral

de selección". De esta forma, del universo de las 84 acciones, el ejercicio de selección (cribado) permitió obtener un total de 42 acciones (Tabla V.2) lo cual aseguró considerar aquellas acciones que aún y cuando no satisficieran todos los atributos fuesen consideradas para no sesgar la selección retomando únicamente las acciones que alcanzarán el valor máximo.

Tabla V.2: Matriz de acciones seleccionadas a partir del cribado

				Criterios de selección						
Etapas	**Componente**	**Acciones**	**ID**	**R**	**E**	**FI**	**L**	**M**	**Valor**	**Selección**
Preparación del sitio	Preliminares	Adquisición de tierras	1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Contratación de personal	2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
	Trazo	Marcaje de áreas	3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
	Preparación del terreno	Desmonte (retiro de vegetación)	4	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8	1
		Despalme (retiro de la capa superficial del suelo)	5	0.2	0.2	0.2	0.0	0.2	0.8	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	6	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
Construcción	Generales durante la construcción	Ingreso de personas	7	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Circulación de vehículos	8	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Circulación de maquinaria	9	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Excavación	10	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Compactación	11	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Nivelación	12	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Cortes	13	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Rellenos	14	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
	Parque fotovoltaico	Realización de zanjas para acometida de cables	16	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Cimentaciones diversas (arquetas, cuadros eléctricos, inversores)	17	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Hincado de fustes	18	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Vallado perimetral	19	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Habilitación de viales internos	20	0.0	0.2	0.2	0.2	0.2	0.8	1
	Subestación eléctrica	Conformación de plataforma	21	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Excavación para cimentación	22	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Realización de cimentaciones	23	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Construcción de edificio de control	24	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Construcción de fosa séptica	25	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Construcción de pisos terminados	26	0.2	0.2	0.0	0.2	0.2	0.8	1
	Línea de transmisión	Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza	27	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
		Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda	28	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1.0	1
	Limpieza del AeP	Remoción obras provisionales	29	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
		Retiro de residuos	30	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional	31	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Supervisión del funcionamiento	32	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Inspección visual	33	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Lavado de paneles solares	34	0.0	0.2	0.2	0.0	0.2	0.6	1
		Comprobación de estado	35	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1

Etapas	Componente	Acciones	ID	Criterios de selección						
				R	E	FI	L	M	Valor	Selección
		Poda selectiva de vegetación en las áreas de uso permanente	36	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	37	0.2	0.2	0.0	0.0	0.2	0.6	1
Abandono del sitio	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	Desmantelamiento (retiro de equipos e infraestructura)	38	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	0.8	1
		Demolición de cimentaciones	39	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Generación de residuos (sólidos, peligrosos y líquidos)	40	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Descompactación del suelo	41	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
		Colocación de tierra vegetal	42	0.2	0.2	0.2	0.0	0.0	0.6	1
				Total de acciones seleccionadas						42

Simbología:
Relevantes (R); Excluyentes (E); Fácilmente identificables (FI); Localizables (L); Medibles (M).

V.1.1.2 Factores del entorno susceptibles de recibir impactos

Se denomina “factor” a la parte del medio ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas, soporte de elementos físicos y receptores de efluentes a través de los vectores ambientales aire, suelo, y agua (Gómez Orea. 2013. op. cit.), así como las consideraciones de índole social. Para el caso del proyecto, se retomó el árbol de factores ambientales obtenido como conclusión del análisis del inventario ambiental realizado en el Capítulo IV de esta MIA-R

En el proceso seguido en la integración de este capítulo de la MIA-R, del análisis de los elementos constitutivos del ambiente se identificaron 19 sub factores ambientales con susceptibilidad de recibir algún impacto en alguna fase del proyecto (Tabla V.3); dada la importancia de cada uno de estos sub factores todos ellos fueron considerados sin realizar algún cribado.

Tabla V.3: Factores y subfactores ambientales

Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor	ID
Físico-natural	Abiótico	Aire	Calidad	1
			Confort sonoro	2
		Agua	Calidad	3
			Cantidad	4
		Suelo	Calidad	5
			Topografía	6
		Procesos del medio abiótico	Erosión	7
			Drenaje superficial	8
	Biótico	Fauna	Riqueza y abundancia	9
			Hábitat	10
			Endemismo y especies en riesgo	11
		Flora	Riqueza y abundancia	12

Sistema	Subsistema	Factor	Subfactor	ID
			Cobertura de vegetación natural	13
			Endemismo y especies en riesgo	14
		Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	15
	Perceptual	Paisaje	Calidad	16
Socioeconómico	Población	Condición de ocupación	Empleo	17
	Servicios	Infraestructura	Infraestructura eléctrica	18
		Renta	Valor del suelo	19

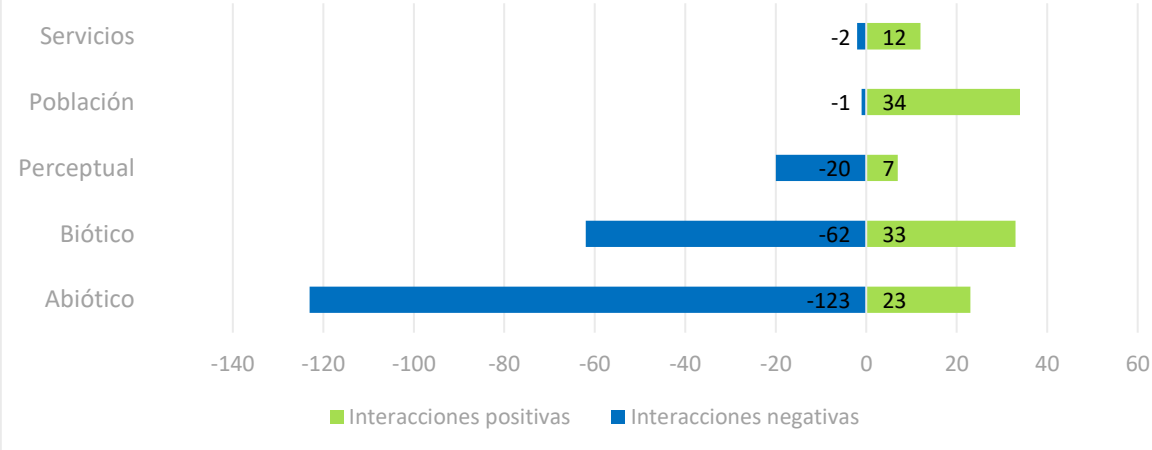
V.1.1.3 Matriz de Interacciones

La relación final de acciones seleccionadas y la relación de factores del ambiente permitieron estructura una matriz de identificación de interacciones (anexo VIII.V.2) en la cual se identificaron 317 interacciones entre las 42 acciones del proyecto y los 19 subfactores.

A partir de este ejercicio se vislumbran que el medio que recibirá más impactos es el medio abiótico, seguido del medio biótico y el medio que recibirá menos impactos es servicios (Tabla V.4). En términos generales la construcción del proyecto generara más interacciones negativas que positivas, sin embargo, para los subsistemas: servicios y población se generaran más interacciones positivas que negativas y para los subsistemas: abiótico, biótico y perceptual son más interacciones negativas que positivas.

Tabla V.4: Interacciones con el subsistema

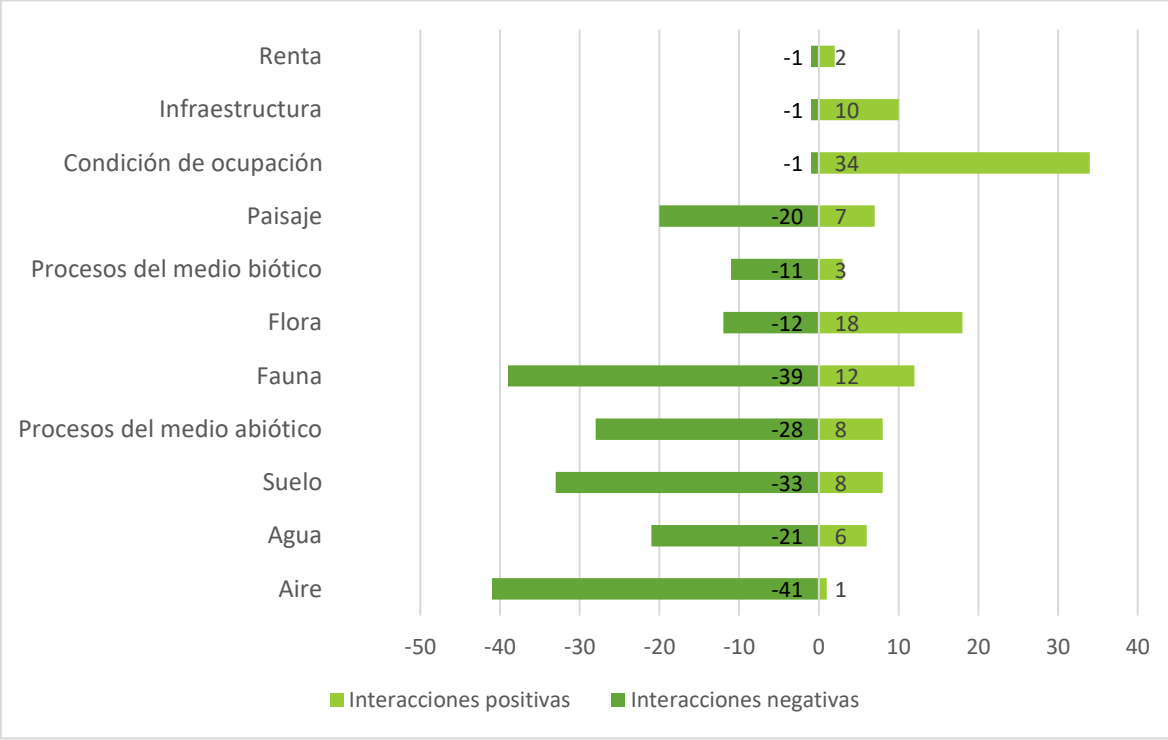
Subsistema	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Abiótico	146	23	123
Biótico	95	33	62
Perceptual	27	7	20
Población	35	34	1
Servicios	14	12	2
Total	**317**	**109**	**208**



Con base en el número de interacciones identificadas se podría esperar que el factor más impactado sea la fauna y el menos impactado será renta (Tabla V.5)

Tabla V.5: Interacciones con el factor

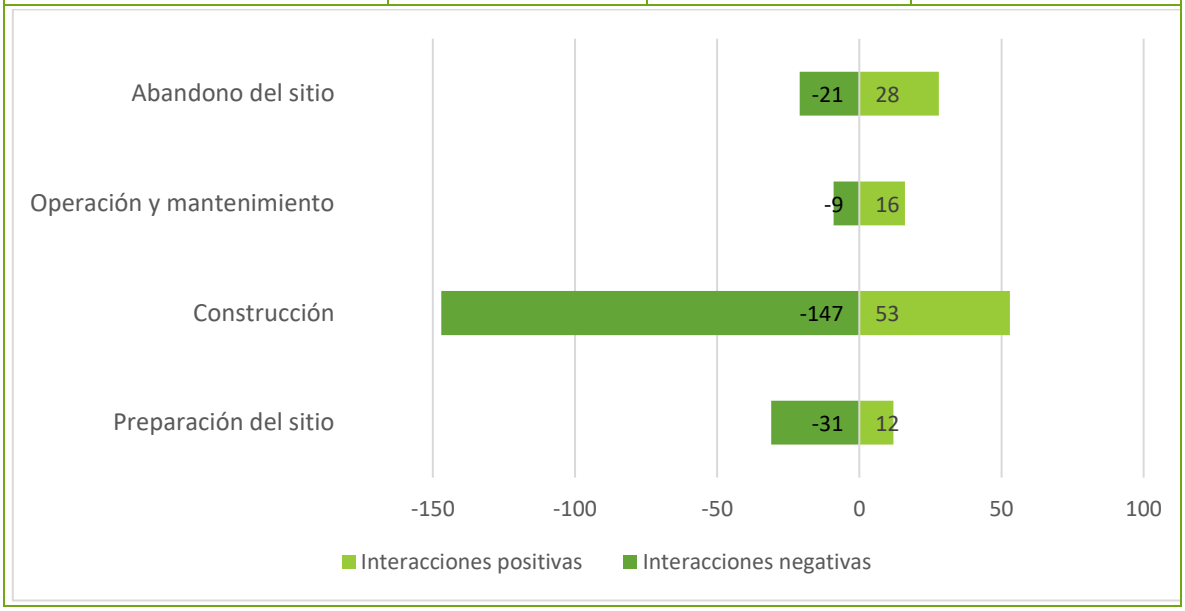
Factor	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Aire	42	1	41
Agua	27	6	21
Suelo	41	8	33
Procesos del medio abiótico	36	8	28
Fauna	51	12	39
Flora	30	18	12
Procesos del medio biótico	14	3	11
Paisaje	27	7	20
Condición de ocupación	35	34	1
Infraestructura	11	10	1
Renta	3	2	1
Total	**317**	**109**	**208**



La etapa en la que se generará el mayor número de interacciones con el medio, es en la etapa de construcción y las etapas en las que se genera el menor número de interacciones es en la operación y mantenimiento. El mayor número de interacciones negativas será en la etapa de construcción (Tabla V.6).

Tabla V.6: Interacciones que se generarán en cada etapa del proyecto

Etapa	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Preparación del sitio	43	12	31
Construcción	200	53	147
Operación y mantenimiento	25	16	9
Abandono del sitio	49	28	21
Total	**317**	**109**	**208**

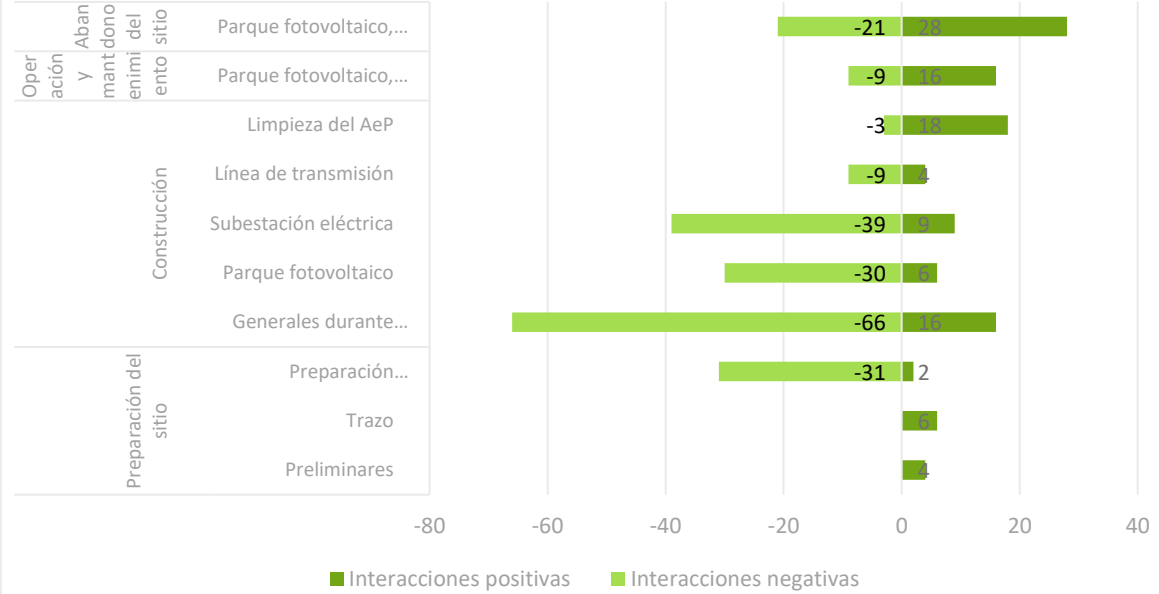


El componente “generales durante la construcción” de la etapa construcción, es el componente con mayor número de acciones y a su vez es el componente que puede causar el mayor número de interacciones con los subfactores (Tabla V.7)

Tabla V.7: Interacciones que potencialmente pueden generar los componentes

Etapa	Componente	Total de interacciones	Interacciones positivas	Interacciones negativas
Preparación del sitio	Preliminares	4	4	0
	Trazo	6	6	0
	Preparación del terreno	33	2	31
Construcción	Generales durante la construcción	82	16	66
	Parque fotovoltaico	36	6	30
	Subestación eléctrica	48	9	39
	Línea de transmisión	13	4	9
	Limpieza del AeP	21	18	3
Operación y mantenimiento	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	25	16	9

Abandono del sitio	Parque fotovoltaico, subestación eléctrica y línea de transmisión	49	28	21
	Total	**317**	**109**	**208**



V.1.1.4 Nominación de impactos

En esta etapa la técnica adoptada propone ir nominando los impactos, de acuerdo a la forma gramatical que la propia técnica recomienda, con oraciones que comuniquen una idea completa e independiente.

De esta forma se identificaron 20 posibles impactos ambientales, de los cuales 17 son impactos negativos y 3 son impactos positivos (Tabla V.8), aun no calificados como significativos o no; cabe mencionar que solo serán evaluados los impactos negativos en cuanto su incidencia, magnitud, ya que la finalidad de la EIA es evaluar los efectos que causan al ambiente, así como su posible mitigación, reducción o compensación, en tanto que, en estricto sentido, para los impactos positivos debe propiciarse su magnificación.

Tabla V.8: Relación integrada de impactos, utilizando como criterio la naturaleza del efecto y el factor ambiental sobre el cual impactan

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
Aire	Calidad	1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-
	Confort sonoro	2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
Agua	Calidad	3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-
	Cantidad	4	Disminución puntual de la infiltración	-
Suelo	Calidad	5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-
	Topografía	6	Modificación puntual del relieve original	-
Procesos del medio abiótico	Erosión	7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-
	Drenaje superficial	8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-
Fauna	Riqueza y abundancia	9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	-
		10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	-
	Hábitat	11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-
Flora	Riqueza y abundancia	13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-
	Cobertura de vegetación natural	14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	-
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	-
Paisaje	Calidad	17	Modificación del paisaje	-
Condición de ocupación	Empleo	18	Generación de empleos temporales y permanentes	+
Infraestructura	Eléctrica	19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+
Renta	Valor del suelo	20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+

V.1.2Valoración de impactos

El siguiente paso en la aplicación de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales, es la valoración de los impactos detectados para determinar su significancia. Esta etapa del proceso se abordó en dos fases: en la primera, se identifica la significancia con bases cualitativas y tomando como referencia el alcance de la definición de impacto significativo que establece la fracción IX del artículo 3° del REIA. Mientras que en la segunda se basó en la propuesta de Gómez Orea (*op. cit.*), modificada para permitir aplicar las definiciones y disposiciones del

marco jurídico que regula este procedimiento (LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental) (Figura V.2).

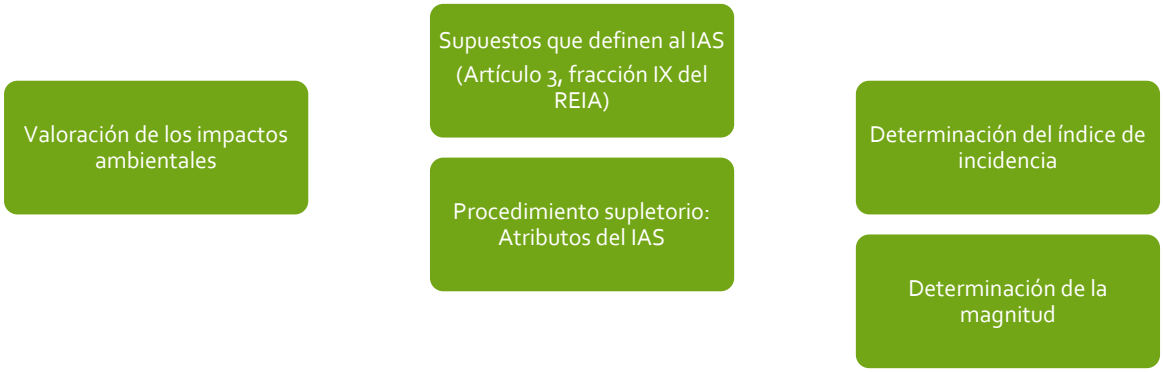


Figura V.2: Procedimiento para valorar la significancia de los impactos ambientales

V.1.2.1 Determinación de significancia

Como se ha mencionado con anterioridad, el primer procedimiento en la valoración de los impactos se ajustó a los lineamientos de la normatividad, en particular a las disposiciones del reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental[9] y, en tal sentido, toda vez que la Ley (LGEEPA) dispone en la fracción XXI de su artículo 3° que la manifestación de impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo y, sobre la base de la definición que establece la fracción IX del artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA/LGEEPA), el cual define que:

> *El impacto ambiental significativo o relevante es aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*

En este sentido, asumiendo los alcances de la hermenéutica de esta definición como aquella que implica el que para que un impacto sea significativo éste debe satisfacer todos los supuestos que relaciona esa definición, resultó importante para la técnica definir los conceptos:

- Alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales,

- Alteración de la salud,
- Obstaculización de la existencia y desarrollo del hombre,
- Obstaculización de la existencia y desarrollo de los seres vivos,
- Obstaculización de la continuidad de los procesos naturales.

En tal sentido, la acepción con la que se asumen los conceptos anteriores en la determinación del impacto significativo se describe a continuación (Tabla V.9).

Tabla V.9: Definición de los conceptos determinantes de la significancia del impacto, según la definición que establece el REIA/LGEEPA para el impacto significativo

Concepto	Significado
Alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales.	Si por alteración se entiende la acción que propicia cambiar la esencia o forma de algo (*Alterar: cambiar la esencia o forma de algo*, DRAE, 2020), entonces, el concepto de alteración en los ecosistemas y sus recursos naturales se asume como aquel efecto que provoca un cambio en la esencia o la forma de los ecosistemas y, si consideramos que la esencia de los ecosistemas es su organización para que funcionen como la *unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de estos con el ambiente, en un espacio y tiempo determinados* (Fracción XIII, Artículo 3°, LGEEPA), un impacto alcanzará significancia cuando cambie la esencia de la función de los ecosistemas y estos dejen de conformar la unidad básica de interacción de los organismos vivos entre sí y de éstos con su ambiente, lo que equivaldrá a la alteración radical de su integridad funcional y de su capacidad de carga.
Alteración de la salud.	El DRAE, 2020 define al verbo alterar como "*cambiar la esencia o la forma de algo*". Por lo que se refiere al sujeto recepto de la *alteración*, éste no se encuentra explícitamente identificado en el concepto que define el REIA/LGEEPA, pero es de inferirse que ese atributo está dirigido hacia las personas, toda vez que la fracción I del artículo 1 de la LGEEPA dispone que este instrumento establece las bases para "Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, **salud** y bienestar." Consecuentemente, un impacto significativo será aquel que modifique en sentido negativo el estado de salud de las personas, esto es que le afecte y que consecuentemente vaya en detrimento su estado físico.
Obstaculización de la existencia y desarrollo del hombre.	El significado del verbo **obstaculizar** lo detalle el DRAE como "*Impedir o dificultar la consecución de un propósito*"; consecuentemente, un impacto será significativo cuando impida la existencia del hombre y cuando impida su desarrollo, entendiendo por lo primero la afectación negativa de la vida del hombre y de la continuidad de sus procesos vitales (desarrollo). Esto equivale a considerar, que la significancia del impacto, sustentada en este concepto implicaría poner en riesgo la vida de las personas y su desarrollo en el más amplio sentido.
Obstaculización de la existencia y desarrollo de los seres vivos.	Al igual que el concepto anterior, en este rubro el impacto será significativo cuando impida la existencia de los seres vivos (en general de todos aquellos que conforman la biota, flora y fauna) y cuando impida su desarrollo, entendiendo por lo primero la afectación negativa de la vida de los seres vivos y de la continuidad de sus procesos vitales.
Obstaculización de la continuidad de los procesos naturales.	Todo lo que ocurre en la naturaleza, son procesos o transformaciones naturales, y una característica de todos ellos es que se desarrollan durante un lapso de tiempo (ninguno es instantáneo). Algunos ejemplos de procesos naturales son el envejecimiento, la erosión, la fotosíntesis, el ciclo del agua, la productividad primaria, el ciclo de la energía, la respiración, la reproducción, la evaporación es un proceso o transformación natural; en consecuencia el número de "procesos naturales es prácticamente de difícil cuantificación; por lo tanto el texto que se analiza, el cual forma parte de la definición contenida en la fracción IX del artículo 3° del REIA/LGEEPA, al no acotar el concepto "procesos naturales", alude a todos aquellos procesos que se dan en la naturaleza y que aseguran la funcionalidad de sus diversas estructuras. Por otra parte, la palabra continuidad alude a

Concepto	Significado
	la unión natural que tienen entre si las partes de un *continuum*, lo que equivale a considerar que su utilización en la frase *continuidad de los procesos naturales*, implica que esto, los procesos naturales, están unidos y se desarrollan en el tiempo de manera secuencial, uniforme e ininterrumpida. Consecuentemente para que un impacto sea significativo deberá incidir en alterar alguna o algunas de las partes de esos *continuum* integrados por los procesos de transformación que ocurren en la naturaleza.

Vista así, la definición del concepto impacto ambiental significativo, resulta de una aplicabilidad difícil de satisfacer para los efectos sobre los factores del ambiente que puede generar el proyecto del Parque Fotovoltaico Arcturus Solar; en la práctica, este tipo de impactos, acotados al cumplimiento de todos y cada uno de los supuestos referidos en la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, resulta casi imposible de que ocurran dado el alcance extremo de algunos de esos supuestos descritos en la tabla anterior; por ejemplo el que un impacto incida sobre la existencia y desarrollo de las personas, implicaría alcanzar un estatus de daño que el común de los proyectos no registra, lo mismo el cambiar de la esencia de los ecosistemas y/o de los recursos naturales ubicados en el área de influencia del proyecto o, en un alcance aún más extremo y en la aplicación literal del texto del Reglamento, el que un impacto **obstaculice los procesos naturales** y con ello alcance nivel de significancia implicaría prácticamente un efecto perturbador de dimensiones poco comunes y que no se predice que puedan ocasionar las afectaciones potenciales del parque solar. Por ello y con base en las definiciones desarrolladas en la Tabla V.9, para determinar si alguno de los impactos negativos que podría generar el proyecto del Parque Fotovoltaico Arcturus Solar y que han sido identificados en este capítulo, podría alcanzar el nivel de impacto ambiental significativo, se desarrolló un ejercicio basado en el análisis del alcance que dicho efecto podría llegar a ocasionar, señalando con un “si” el caso en el que el supuesto se satisfaga y con un “no”, cuando el supuesto no puede ser satisfecho o, lo que es lo mismo, cuando dicho supuesto no puede alcanzarse. Se anticipa, de acuerdo a la interpretación gramatical del texto de la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental que, para que el impacto bajo análisis resulte significativo debe satisfacer al conjunto de cada uno de los supuestos que integran dicha definición; tal ejercicio se representa en el contenido de la Tabla V.10; se destaca que el empleo de las palabras “si” y “no” en el ejercicio antes reseñado es arbitrario y que lo mismo podría haberse adjudicado un valor cualquiera para cuando el efecto se reconozca que ocurre o un valor de cero para cuando el supuesto no se cumpla; el resultado hubiera sido el mismo, para que el impacto fuera significativo deberá, siempre, registrar la ocurrencia en todos y cada uno de los supuestos. Esto es lo que se intentó representar en la Tabla V.10.

Tabla V.10: Determinación de la significancia de los impactos del proyecto con base en los supuestos de la fracción IX del artículo 3° del REIA

	Impactos ambientales	Signo del impacto	Supuestos establecidos fracción IX del REIA							IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO
			ORIGEN		ALTERA		OBSTACULIZA			
			Hombre	Naturaleza	Ecosistemas y sus recursos naturales	Salud	Existencia del hombre y desarrollo del hombre	Existencia y desarrollo de los demás seres vivos	Continuidad de los procesos naturales	
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-	Si	No	No	Si	No	No	No	No
2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-	Si	No	No	Si	No	No	No	No
3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	Si	No	Si	Si	No	No	No	No
4	Disminución puntual de la infiltración	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	Si	No	Si	Si	No	No	No	No
6	Modificación puntual del relieve original	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-	Si	No	Si	No	No	No	No	No
8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución		Si	No	No	No	No	No	No	No
11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto		Si	No	No	No	No	Si	No	No
12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-	Si	No	Si	No	No	Si	No	No
15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales		Si	No	No	No	No	No	No	No
17	Modificación del paisaje	-	Si	No	No	No	No	No	No	No
18	Generación de empleos temporales y permanentes	+	---	---	---	---	---	---	---	---
19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+	---	---	---	---	---	---	---	---
20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+	---	---	---	---	---	---	---	---

Los resultados del ejercicio realizado no arrojaron la identificación de significancia para ningún impacto, debido a que ninguno de los impactos negativos satisfizo la totalidad de los alcances que, respecto a la significancia del efecto, establece el precepto reseñado en la fracción IX del artículo 3º del Reglamento de la LGEEPA en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental. Se destaca que la interpretación sistemática, armónica, gramatical e integral de dicha definición obliga a considerar a todos los supuestos que la conforman como requisito para que un impacto sea significativo y, dado el alcance de varios de esos conceptos, resulta explicable la

razón por la cual no se identifica significancia en ninguno de los 17 impactos negativos del proyecto.

Una aplicación estricta de la norma jurídica, con el resultado alcanzado con el ejercicio resumido en la tabla anterior, debería de haberse concluido la integración de la MIA-R, informándole a la autoridad que **no hay impacto ambiental significativo** que reportar en base a la definición multicitada con anterioridad, toda vez que la definición de MIA refiere a que es el documento a través del cual se da a conocer el impacto ambiental significativo de un proyecto, sin embargo el promotor del proyecto tiene como objetivo impulsar un proyecto sustentable y, ante tal enfoque se abocó a identificar lo destacable de los impactos que decide atender por su incidencia y magnitud que les hace destacar por encima del resto de tales efectos, para lo cual se llevó adelante el desarrollo de la técnica de Gómez Orea (*op. cit.*), con la cual es factible alcanzar este objetivo.

Derivado de lo anterior, fue preciso aplicar el procedimiento supletorio, dicha técnica establece que una vez identificados los impactos es necesario determinar, su valor de la incidencia.

V.1.2.2 Determinación de la incidencia

Ante la carencia de impactos significativos acotados a la definición del REIA, se desarrolló un ejercicio complementario de valoración el cual utilizó los 10 atributos de impacto propuestos por Gómez Orea (*op. cit.*) (Tabla V.11).

No se debe perder de vista que este procedimiento no sustituye lo que se establece en el REIA, por el contrario, lo complementa y tiene como objetivo valorar aquellos impactos que, sin llegar a ser significativos (según los alcances establecidos en la definición del REIA) son destacables por el efecto que pudieran llegar a ocasionar sobre algún factor del ambiente, en el contexto general de los impactos identificados. A los impactos que alcanzaron los puntos más altos en esta valoración se les denominó “impactos destacables”, lo que en un sentido amplio podría equivaler a sinónimo de significancia, pero acotado a estándares diferentes.

A los atributos se les asigna un valor que oscila entre 1 y 3, dependiendo de la severidad con que se manifiestan.

Tabla V.11: Atributos de impacto para determinar incidencia

Atributo	Carácter del atributo	Interpretación	Código/ Valor
Signo del efecto	Benéfico		+
	Perjudicial		-
	Indeterminado		x

Atributo	Carácter del atributo	Interpretación	Código/ Valor
Inmediatez (In)	Directo	Es el efecto que tiene repercusión inmediata sobre el ambiente	3
	Indirecto	Es el que deriva de un efecto primario	1
Acumulación (Ac)	Simple	Se manifiesta en un solo factor ambiental y no induce efectos secundarios, ni acumulativos, ni sinérgicos	1
	Acumulativo	Es aquel que incrementa progresivamente su gravedad cuando se prolonga la acción que lo genera	3
Sinergia (S)	No Sinérgico	Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones no supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	1
	Sinérgico	Cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente	3
Momento (M)	Corto	Es el que se manifiesta en el período inmediato posterior al desarrollo de la acción que lo desencadena.	3
	Mediano	Es el que se presente varias semanas o meses después del desarrollo de la acción que lo desencadena	2
	Largo plazo	Es el que se genera un año o más, después de que se ejecuta la acción que lo genera.	1
Persistencia (Pe)	Temporal	El efecto tiene una alteración de duración definida	1
	Permanente	Tiene una duración indefinida	3
Reversibilidad (Re)	Corto	Puede ser asimilado por los procesos naturales en plazos menores a una semana	1
	Mediano	No puede ser asimilado de inmediato, tardan varias semanas en desaparecer las manifestaciones del efecto.	2
	Largo plazo o no reversible	Las manifestaciones del efecto tardan un año o más en desaparecer	3
Recuperabilidad (Ri)	Recuperable	El que puede eliminarse o reemplazarse por la acción natural o humana	1
	Irrecuperable	El que no puede ser eliminado o reemplazado por la acción natural o humana	3
Continuidad (Co)	Discontinuo	Se manifiesta de forma intermitente o irregular.	1
	Continuo	Es el que produce una alteración constante en el tiempo	3
Periodicidad (Pi)	Aparición irregular	Es el que se manifiesta de forma impredecible en el tiempo, debiendo evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia.	1
	Periódico	Es el que se manifiesta de forma cíclica o recurrente	3

Con el uso de los valores de estos criterios se determinó lo destacable de cada impacto. Para ello se procedió a determinar el índice de incidencia de cada uno de ellos. Al respecto, por índice de incidencia entendemos a la severidad y a la forma de la alteración que provoca el impacto, la cual viene definida por la serie de atributos mencionados con anterioridad que caracterizan dicha alteración.

A cada uno de impactos identificados se le atribuye un índice de incidencia que variará de 0 a 1, mediante la siguiente metodología:

1) Se tipificaron las formas en que se puede describir cada atributo; por ejemplo, momento en corto, mediano y largo plazo,

2) Atribuir un código numérico a cada forma, acotado entre un valor máximo (3) para la más desfavorable y un mínimo (1) para la más favorable; así para el ejemplo anterior si el

momento es de corto plazo = 3, mediano plazo = 2, largo plazo = 1.

3) El índice de incidencia (I) de cada impacto, se evaluó a partir del algoritmo simple que se muestra a continuación. El valor se obtiene a través de la suma ponderada de los valores asignados a los atributos de cada impacto y sus rangos de valor o escala, lo anterior requiere atribuir pesos específicos a los atributos considerados como "definitorios de la significancia".

Expresión 1

$$I = In + Ac + S + M + Pe + Re + Ri + Co + Pi$$

4) Se estandarizo cada valor de cada impacto entre 0 y 1 mediante la siguiente expresión:

Expresión 2

$$Ii = I - I_{mín} \,/\, I_{máx} - I_{min}$$

Donde:

- I = el valor de incidencia obtenido por un impacto.
- $I_{mín}$ = el valor obtenido utilizando el valor menor de cada atributo, que para el caso de esta evaluación será de 9, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 1.
- $I_{máx}$ = el valor obtenido utilizando el valor mayor de cada atributo, que para el caso de esta evaluación será de 27, por ser 9 atributos con un valor máximo cada uno de 3.

5) Previamente se determina un valor umbral de significancia a aplicar a los resultados del ejercicio y éste queda a criterio del evaluador. La técnica recomienda asignar la destacabilidad[IV] a los impactos que alcancen el valor I_{max}, sin embargo, con el objeto de ser más rigurosos en la selección se decidió que el valor considerado como mínimo

[IV] En este ejercicio se utiliza el adjetivo destacable (destacabilidad), como sustituto de significativo para no propiciar una confusión con el concepto que utiliza la definición de impacto ambiental significativo, cuya aplicación ya se analizó y evidenció que ninguno de los impactos que se han identificado que pudiera ocasionar el proyecto alcanza esa connotación, en consecuencia y de acuerdo al objetivo de identificar los impactos cuya incidencia les hace más destacables en el contexto de la generalidad del conjunto, se utilizó el adjetivo de impacto destacable.

destacable fuera una media del valor estandarizado, más un porcentaje mínimo, lo cual definió al valor de 0.60 como el valor umbral para decidir entre destacable y no destacable (Tabla V.12).

Tabla V.12: Categorías de destacabilidad de los impactos ambientales evaluados

Categoría	Interpretación	Intervalo de valores
Despreciables	Alteraciones de muy bajo impacto a componentes o procesos que no comprometen la integridad de los mismos.	Menor a 0.33
No significativo	Se afectan procesos o componentes sin poner en riesgo los procesos o estructura de los ecosistemas de los que forman parte.	0.34 a 0.59
Destacable	Se pueden generar alteraciones que sin medidas afecten el funcionamiento o estructura de los ecosistemas dentro del SAR.	Mayor a 0.60

Los resultados obtenidos con la aplicación de este modelo permitieron conocer la incidencia de cada impacto (la incidencia se refiere a la severidad y forma de alteración, la cual viene definida por una serie de atributos de tipo cualitativo que caracterizan dicha alteración) y con base en la incidencia la categoría de destacabilidad; identificando que la ejecución del proyecto podrá ocasionar 17 impactos negativos de los cuales 10 son impactos destacables, 4 son impactos no significativos y 3 son impactos despreciables (Tabla V.13).

Tabla V.13: Relación de impactos destacables

ID	Impactos ambiental	Signo del impacto	Valores de referencia		Valor estimado para cada atributo									Índice de incidencia (I)	Índice de incidencia estandarizado (Ii)	Impacto ambiental		
			I_{max}	I_{min}	Inmediatez (In)	Acumulación (Ac)	Sinergia (S)	Momento (M)	Persistencia (Pe)	Reversibilidad (Re)	Recuperabilidad (Ri)	Continuidad (Co)	Periodicidad (Pi)			Despreciables	No significativo	Destacable
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-	27	9	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	•		
2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-	27	9	3	1	1	3	1	1	1	1	1	13	0.22	•		
3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	27	9	1	3	3	3	3	2	1	1	1	18	0.50		•	
4	Disminución puntual de la infiltración	-	27	9	1	1	1	2	1	1	1	1	3	12	0.17	•		
5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la	-	27	9	1	3	3	3	3	2	1	1	1	18	0.50		•	

ID	Impactos ambiental	Signo del impacto	Valores de referencia		Valor estimado para cada atributo									Índice de incidencia (I)	Índice de incidencia estandarizado (Ii)	Impacto ambiental		
			I_{max}	I_{min}	Inmediatez (In)	Acumulación (Ac)	Sinergia (S)	Momento (M)	Persistencia (Pe)	Reversibilidad (Re)	Recuperabilidad (Ri)	Continuidad (Co)	Periodicidad (Pi)			Despreciables	No significativo	Destacable
	maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos																	
6	Modificación puntual del relieve original	-	27	9	3	1	1	3	3	3	3	3	3	23	0.78			●
7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-	27	9	3	3	3	2	1	2	1	1	3	19	0.56		●	
8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-	27	9	3	1	3	3	3	2	1	3	3	22	0.72			●
9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto		27	9	3	1	3	2	3	3	1	1	1	18	0.50		●	
10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución		27	9	1	1	3	3	2	2	3	3	3	21	0.67			●
11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-	27	9	3	1	3	3	3	2	3	3	3	24	0.83			●
12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-	27	9	3	1	3	3	3	3	1	3	3	23	0.78			●
13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-	27	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	25	0.89			●
14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-	27	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	25	0.89			●
15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo		27	9	3	1	3	3	3	3	1	3	3	23	0.78			●
16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales		27	9	3	3	2	3	3	2	3	3	3	25	0.89			●
17	Modificación del paisaje	-	27	9	3	1	3	3	3	3	3	3	3	25	0.89			●
18	Generación de empleos temporales y permanentes	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
															Total	3	4	10

V.1.3 Descripción y determinación de magnitud de los impactos destacables

V.1.3.1 Indicadores de impacto

La magnitud de las alteraciones potenciales o impactos sobre un factor ambiental puede expresarse de diferentes maneras según la naturaleza, el estado y las características de cada factor y de la unidad de medida que se pretenda utilizar; un

mecanismo adoptado para cuantificar la magnitud de un impacto es el empleo de indicadores de impacto[V].

Es conveniente destacar que, dado que cada indicador de impacto ambiental tiene entre sus principales fundamentos a la calidad del ambiente en el cual se inserta el proyecto, resulta obvio que, en la medida en que el ambiente se encuentra alterado en relación a sus características naturales, el uso de esta herramienta pierde su utilidad y su empleo se restringe a los factores más conspicuos. En este sentido, las características del Sistema Ambiental Regional donde pretende instalarse el proyecto, según se puso en evidencia en el Capítulo IV, corresponden a ambientes que van desde los totalmente alterados hasta el medianamente conservados, con una alteración radical de la integridad funcional de sus ecosistemas al haber transformado en agrícola y pastizal inducido, más del 91% de su superficie, lo que obliga a adoptar indicadores “acordes” a tales realidades.

Es un hecho reconocido por los especialistas (Gómez Orea, *Op. Cit*.) que hay impactos cuyas características y por su naturaleza hacen extremadamente difícil, identificar un indicador representativo, por lo que para ellos fue preferible valorarlos cualitativamente ya que su conjunto representa la “fracción no cuantificable del impacto”.

No se debe perder de vista que el resultado más importante de este proceso es el que evidencia que, aplicando como se debe aplicar, la definición del impacto ambiental significativo que ofrece la fracción IX del artículo 3 del REIA, en este proyecto no se identifica ningún impacto ambiental de esa naturaleza.

Para determinar el valor de la magnitud, la técnica empleada recomienda el uso de los criterios utilizados por la comunidad científica o los establecidos por la legislación para predecir los cambios desencadenados por cada acción del proyecto sobre el factor ambiental respectivo; en algunos casos se utilizan:

a. Modelos de difusión y dispersión atmosférica,
b. Modelos de vulnerabilidad a la contaminación,
c. Modelos de evaluación y comportamiento de suelo, agua y aire,
d. Métodos para el análisis de ruido y modelos de dispersión de ruido,
e. Métodos y modelos para inventariar y valorar el paisaje,
f. Métodos de investigación social,
g. Modelos de calidad de vida incluyendo indicadores económicos,

[V] Indicador de impacto ambiental: es la expresión a través de la cual se mide de forma cuantificada el impacto; es una medida que deriva de la diferencia entre el valor del indicador “con” y “sin” el proyecto.

h. Predicción de efectos sobre la salud, e
i. Indicadores de impacto.

De todas estas propuestas u opciones para determinar la magnitud del impacto, el empleo de indicadores resulta la que mayor aplicabilidad puede tener en el ejercicio de determinación del valor de magnitud de cada uno de los impactos destacables identificados, esto se enfoca así para alinear la congruencia al alcance que le asigna la LGEEPA a una Manifestación de impacto ambiental en la fracción XXI de su artículo tercero, al establecer que en ese documento (la MIA) deberán darse a conocer los impactos significativos o relevantes, y, con este ejercicio se está incidiendo en un alcance.

V.1.3.2 Estimación de la magnitud

Para este tipo de impactos la determinación de su magnitud puede alcanzarse con el empleo de indicadores de impacto ambiental. En estos casos, la magnitud del impacto se medirá por la diferencia entre el indicador en las situaciones “sin” y “con” proyecto.

En este punto es importante destacar que, dada la naturaleza del impacto y del factor y/o subfactor del ambiente sobre el que incide, algunos indicadores serán cuantitativos, cuando el indicador que defina al impacto de la manera más objetiva puede ser diseñado a partir de registros levantados en campo, mientras que, otros, serán valorados con indicadores cualitativos ya que su naturaleza no permite valorarlos cuantitativamente, se trata así de los impactos que representan la “fracción no cuantificable del impacto”.

La técnica empleada establece que en esta etapa es necesario transformar la magnitud del impacto medido en unidades heterogéneas a unidades homogéneas, adimensionales de valor ambiental, operación que se hace traduciéndolas a un intervalo que varía entre 0 y 1, (Figura V.3) donde 1 corresponde al impacto máximo posible de alcanzar.

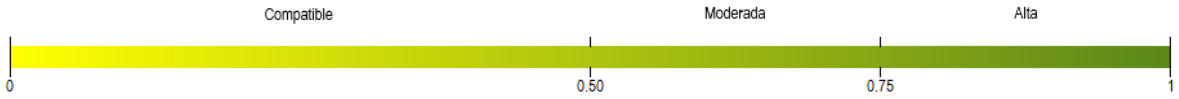


Figura V.3: Escala de calificación del impacto

A continuación, se presenta la descripción de los impactos ambientales y la magnitud de aquellos impactos destacables con indicadores cuantitativos identificados en la presente MIA-R.

Tabla V.14: Incremento temporal de partículas suspendidas

INCREMENTO TEMPORAL DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS								
Factor en el que incide	Aire	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	La calidad del aire se verá afectada de manera temporal durante las etapas de preparación, construcción y abandono del proyecto. Tal como su nombre lo indica, este es un impacto temporal que tendrá lugar durante las etapas de preparación, construcción y abandono del proyecto; será generado por el uso de los vehículos y maquinaria que liberan gases y partículas producto de la operación de motores de combustión interna; estas emisiones migraran más allá de los límites de área de establecimiento del proyecto y la generación de estas emisiones terminarán en cuanto concluya operación de motores de combustión interna, es importante mencionar que el uso de maquinaria será principalmente en las etapas de preparación y construcción. Asimismo, la ejecución de las diferentes acciones del proyecto (desmonte, despalme, la circulación de vehículos y maquinaria, excavaciones, compactaciones y/o nivelaciones, cortes, rellenos, apertura de zanjas, etc.) generarán polvos fugitivos (partículas suspendidas), que se esparcirán probablemente más allá del área de establecimiento del proyecto, sin embargo, su persistencia en el medio es temporal ya que estas partículas tienden a volver a caer. El impacto es reversible en el corto plazo, a partir del cese de las actividades que lo originan y sin la necesidad de la intervención humana; su efecto es temporal Con base en los atributos utilizados para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto despreciable.							

Tabla V.15: Incremento temporal en los niveles de ruido

INCREMENTO TEMPORAL EN LOS NIVELES DE RUIDO								
Factor en el que incide	Aire	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	Este es un impacto de persistencia temporal, generado durante el lapso que duren las actividades de preparación, construcción y abandono. El confort sonoro podrá verse alterado por el ruido generado principalmente por la maquinaria y vehículos empleados durante las etapas de preparación del sitio y construcción, asimismo la presencia de las personas trabajando también generará la emisión de ruido, aunque este será menor al generado por los vehículos y maquinaria. La extensión de este impacto será local y de corta duración, debido a que los tiempos de ejecución de las obras se prevén en un corto plazo y, al finalizar éstas, el parque solar durante la etapa de operación (es la etapa de mayor duración) sí solo no producirá emisiones de ruido que puedan afectar el confort sonoro. Se trata de un impacto que puede ser considerado como parte de la fracción no cuantificable, en virtud de que, no se cuenta con datos de referencia de los índices de ruido actual en el área del proyecto y tampoco se sabe con precisión la cantidad de ruido que se generara por las actividades del proyecto en sus etapas de preparación de sito, construcción y abandono. Uno de los factores que podría afectarse por el incremento del ruido en el área, es la fauna, toda vez que podría provocar el desplazamiento de la fauna presente y circundante del área de establecimiento del proyecto. De acuerdo con los atributos utilizados para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto despreciable							

Tabla V.16: Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos

ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA POR POSIBLE DERRAME DE ACEITES, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES O SUSTANCIAS RELACIONADAS CON LA MAQUINARIA Y POR EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS								
Factor en el que incide	Agua	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	Las actividades de preparación y abandono, pero principalmente las actividades de construcción y en mucho menor medida las actividades de operación y mantenimiento demandan el uso de maquinaria y equipos diversos que funcionan con gasolina, Diésel y aceite de motor, por lo que su manejo podría ocasionar derrames accidentales o fugas no previstas que pudieran afectar la calidad del suelo y de no atenderse con oportunidad, estas sustancias podrían en caso extremo alcanzar algún escurrimiento o infiltrase a capas inferiores, afectando también la calidad físico-química del agua superficial o subterránea. Si bien en el área de establecimiento del proyecto las lluvias son escasas y no se detectó la presencia de cuerpos de agua o algún escurrimiento, este impacto podría ocurrir **si y solo si** se presentará un derrame de cuantiosos, conjugado con un gran aporte de lluvia que pudiera mover el derrame al subsuelo y o algún cuerpo o corriente de agua. Durante las etapas de preparación y construcción las aguas residuales provendrán de los sanitarios portátiles utilizados por los trabajadores de la obra, mismas que podrían representar una fuente de alteración de la calidad del agua si no son dispuestas correctamente. La posible ocurrencia de este impacto es previsible en todo momento, pero se puede evitar mediante buenas prácticas constructivas, un adecuado mantenimiento de maquinaria, atención inmediata a derrames de hidrocarburos y adecuada gestión de residuos, sobre todo los denominados residuos peligrosos. Con base en los atributos que se utilizaron para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto despreciable. Asimismo, se trata de un impacto que puede ser considerado como parte de la fracción no cuantificable, en virtud que no existen parámetros de referencia para la zona del proyecto; no obstante, su magnitud dependerá de la aplicación de acciones preventivas y el adecuado manejo de residuos tal como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal							

Tabla V.17: Disminución puntual de la infiltración

DISMINUCIÓN PUNTUAL DE LA INFILTRACIÓN								
Factor en el que incide	Agua	**Subfactor en el que incide**	Cantidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	El retiro de la vegetación presente en el área de establecimiento del proyecto, provocará que el escurrimiento del agua de lluvia sea más rápido, toda vez que la vegetación que actuaba como amortiguador de la caída de las gotas de lluvia será eliminada, modificando así la infiltración *in situ*. Asimismo, las actividades de circulación de vehículos, circulación de maquinaria, excavación, compactación, nivelación, cortes, rellenos, etc., modificarán la porosidad del suelo, provocando que se modifique la capacidad de infiltración en el área de establecimiento del proyecto; y el sellamiento del suelo, causará la reducción de la superficie de infiltración del agua. Es importante no perder de vista que, si bien las actividades del proyecto modificaran la infiltración, el agua precipitada al no penetrar en las superficies impermeables del proyecto (subestación eléctrica, edificio de control, caseta de vigilancia),							

DISMINUCIÓN PUNTUAL DE LA INFILTRACIÓN	
	tenderá a escurrir e infiltrarse en las zonas permeables del proyecto (área de paneles, línea de transmisión). Es importante no perder de vista que los ecosistemas presentes en el AeP, aun y cuando conservan remanentes de vegetación forestal, se encuentran alterados por las actividades antrópicas que se desarrollan en el sitio y en las áreas adyacentes, como las actividades agrícolas y ganaderas, por lo que el proyecto no impactará de forma significativa la infiltración, aunado a que debido a que las características del proyecto y las particularidades de la cimentación que se utilizará en el área de los paneles solares, permitirán que el agua precipitada en el AeP se siga infiltrando casi de manera original, es decir la infiltración se seguirá realizando alrededor de cada uno de los postes que soportaran los paneles solares. De acuerdo a la valoración de cada uno de los atributos utilizados para determinar la incidencia, este impacto fue calificado como un impacto no significativo

Tabla V.18: Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos

ALTERACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO POR POSIBLE DERRAME DE ACEITES, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES O SUSTANCIAS RELACIONADAS CON LA MAQUINARIA Y POR EL MANEJO INADECUADO DE RESIDUOS								
Factor en el que incide	Suelo	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	Las actividades que se deberán realizar para la construcción del proyecto implican el uso de maquinaria y equipos diversos que funcionan con gasolina, Diesel y aceite de motor; su manejo podría ocasionar derrames accidentales o fugas no previstas que de no ser atendidas adecuadamente podrían afectar la calidad del suelo. Este impacto podría ocurrir en cualquiera de las etapas del proyecto debido a que en todo momento se utilizará en mayor o menor medida maquinaria, equipos y vehículos. Si bien la mayor cantidad de residuos serán generados durante la etapa de construcción, durante todas las etapas del proyecto se generarán residuos (sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos) que, de no ser manejados adecuadamente, podrían alterar de forma inmediata la calidad fisicoquímica del suelo, principalmente en el caso de los residuos peligrosos. Este impacto es previsible en todo momento, evitando su presencia mediante una gestión adecuada para el manejo y disposición de residuos. Se trata de un impacto que puede ser considerado como parte de la fracción no cuantificable, en virtud que no existen parámetros de referencia para la zona del proyecto; no obstante, su magnitud dependerá de la aplicación de acciones preventivas y el manejo adecuado de los residuos tal como lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, su reglamento y la normatividad estatal. Con base en los atributos de utilizado para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto no significativo							

Tabla V.19: Modificación puntual del relieve original

MODIFICACIÓN PUNTUAL DEL RELIEVE ORIGINAL								
Factor en el que incide	Suelo	**Subfactor en el que incide**	Topografía	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	El sitio seleccionado para el emplazamiento del proyecto, se ajusta en la medida de lo posible a las condiciones originales de relieve del predio, en la etapa de construcción se requiere realizar actividades como el desmonte, despalme, movimiento de tierras, excavación, nivelación, compactación que indudablemente modificaran la topografía del terreno, pero son actividades necesarias para dar cavidad y seguridad a los elementos que conforman el proyecto, tales como la plataformas y construcción cimentaciones mayores y menores, construcción de edificio de control, entre otros. La modificación del relieve original será evidente desde la etapa de preparación del sitio y persistirá durante todas las etapas del proyecto. Con base en los atributos que se utilizaron para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto destacable.							

Tabla V.20: Incremento de la susceptibilidad de erosión

INCREMENTO DE LA SUSCEPTIBILIDAD DE EROSIÓN								
Factor en el que incide	Procesos del medio abiótico	**Subfactor en el que incide**	Erosión	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	La erosión es un fenómeno natural causado por la acción del agua o del viento y la combinación de varios factores tales como las pendientes pronunciadas, el clima las características del suelo, su uso, el tipo y estado de la cubierta vegetal, provocando la perdida de las partículas del suelo (sus componentes minerales y orgánicos). Este proceso se acelera cuando el ecosistema es perturbado por las actividades humanas tales como el cambio de uso de su suelo[10] Considerando que las obras del proyecto implican, actividades como el desmonte, despalme, excavación, corte, circulación de vehículos y maquinaria durante las etapas de preparación y construcción, el suelo durante algún tiempo estará más expuesto a proceso erosivo. Si bien los procesos erosivos no son representativos, las acciones del proyecto podrían acelerar su degradación por las actividades del viento y agua. El efecto será evidente desde la etapa de preparación del sitio, dado que las actividades del proyecto implican la remoción de vegetación desde la raíz y las raíces desempeñan una función ecológica importante porque su estructura forma una especie de malla que protege la tierra, evitando que se desprenda ante los elementos que la golpean; adicionalmente, al adherirse a las partículas del suelo, lo mantienen unido. Con base en los atributos de utilizado para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto destacable.							

Tabla V.21: Afectación puntual del curso de escorrentías

AFECTACIÓN PUNTUAL DEL CURSO DE ESCORRENTÍAS								
Factor en el que incide	Procesos del medio abiótico	**Subfactor en el que incide**	Drenaje superficial	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x

AFECTACIÓN PUNTUAL DEL CURSO DE ESCORRENTÍAS	
Síntesis descriptiva	El sitio seleccionado para el emplazamiento del proyecto, se ajusta en la medida de lo posible a las condiciones originales de relieve del predio del predio, en la etapa de construcción se requiere realizar actividades como el desmonte, despalme, movimiento de tierras, corte, excavación, nivelación, compactación que indudablemente modificaran los escurrimientos naturales presentes en el terreno, pero son actividades necesarias para dar cavidad y seguridad a la implementación de los elementos que conforman el proyecto, tales como la plataformas y construcción cimentaciones mayores y menores, construcción de edificio de control, entre otros. Si bien la afectación al curso de escorrentías es un impacto potencial previsto por las actividades proyecto, es importante no perder de vista que: en el área de establecimiento del proyecto solo se presentan escurrimientos intermitentes y de primer orden y que el área de estudio no corresponde a un ecosistema conservado ya que aun y cuando conservan remanentes de vegetación forestal (vegetación secundaria de selva baja caducifolia), se encuentra alterada por las actividades antrópicas que se desarrollan en el sitio y en las áreas adyacentes, como las actividades agrícolas). Con base en los atributos que se utilizaron para determinar la incidencia del impacto, este impacto fue calificado como un impacto destacable.

Tabla V.22: Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE FAUNA QUE UTILIZAN EL ÁREA ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Riqueza y abundancia	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	Este impacto hace referencia a la necesidad de remover De acuerdo con la prospección en campo se determinó que el AeP para la construcción del proyecto será necesario remover parte de la vegetación presente y que el tipo de fauna está en correlación directa con el tipo de vegetación, se considera que en primera instancia la fauna que utiliza el AeP se verá afectada por el retiro de la vegetación. Asimismo, las actividades de construcción podrían provocar el atropellamiento de los animales por el tránsito de vehículos y maquinaria, aunado a que la fauna es ahuyentada por los ruidos provocados por las actividades del proyecto y por la presencia humana. Si no se toman las medidas adecuadas y necesarias la fauna podría ser, aplastada, mutilada, quedar atrapada, etc. durante las actividades que demanda el proyecto principalmente en su etapa de preparación del sitio y construcción tales como delimitación de áreas, ingreso de personas, ingreso de vehículos, ingreso de maquinaria, desmonte, despalme, nivelación, compactación, realización de zanjas para acometida de cables, realización de cimentaciones, hincado de fustes, instalación de equipos eléctricos, habilitación de viales internos, excavación para cimentación, provocando la muerte de individuos de fauna que hagan uso del área de establecimiento del proyecto. Si bien este es un impacto latente, se considera que debió a la capacidad de desplazamiento de la fauna y a su instinto de sobrevivencia, en la mayoría de los casos, cuando la fauna detecten la presencia de personas, vehículos y maquinara, se desplazará por sus propios medios hacia áreas donde no se estén realizando este tipo de actividad, o donde se sientan seguros y a salvo; aunque existe la posibilidad de que individuos menores o de lento desplazamiento no migren fuera del área de establecimiento de proyecto Este impacto podrá manifestarse de forma inmediata después de que se inicien las actividades de preparación y construcción del proyecto. El impacto es relevante, por lo que se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar la integridad de las especies de fauna que habitan el área de estudio.							

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE FAUNA QUE UTILIZAN EL ÁREA ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO	
	Para algunos de los individuos de fauna que actualmente se distribuyen en el área de estudio, el efecto será temporal, toda vez que dependiendo de su etología podrán regresar al sitio. Si bien la afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto es un impacto latente, de acuerdo con la naturaleza del proyecto y los índices de diversidad obtenidos no prevé ocasionar daños a comunidades de fauna silvestre.
Magnitud	• Indicador: Número de especies presentes en el AeP y número de especies potencialmente presentes en el SAR • Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies que se localizan en el sitio del proyecto y que son susceptible de afectación, comparado con el número de especies potenciales que se reportaron en el SAR • Expresión $$A_{fa} = \frac{Sp_{ae}}{Sp_{sar}}$$ Donde A_{fa} = Valor de afectación a la fauna Sp_{ae} = Número de especies presente en el área de establecimiento del proyecto) Sp_{sar} = Número de especies potenciales en el sistema ambiental regional Las actividades que se desarrollen en el área de establecimiento del proyecto, si no se toman las medidas necesarias podría afectar a la fauna que habita el predio de estudio, por lo que una forma de medir la probable afectación es conociendo en número de especies presente en el sitio del proyecto y el número de especies potenciales en el SAR, ya que la fauna posiblemente afectada es la que se presenta en el sitio del proyecto. Es importante mencionar que la afectación de los individuos de fauna presente en el AeP **no** significa que las especies o sus poblaciones se ponga en riesgo o en peligro de extinción.

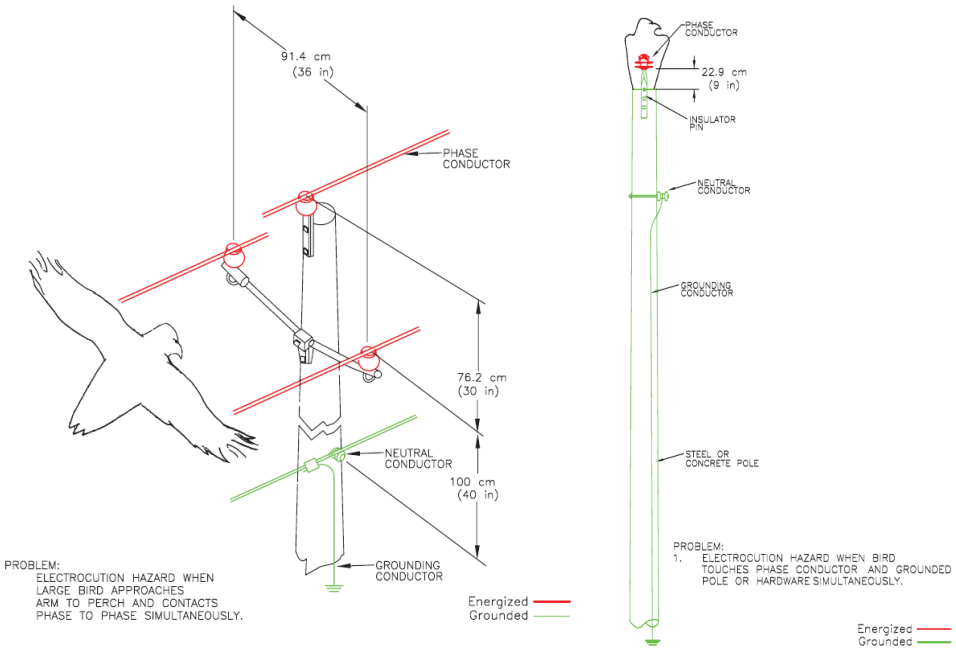
Tabla V.23: Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución

INCREMENTO EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LA FAUNA DERIVADO DEL ATROPELLAMIENTO, LA COLISIÓN Y LA ELECTROCUCIÓN								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Riqueza y abundancia	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Síntesis descriptiva	Durante las etapas de preparación, construcción y abandono el posible incremento de la mortalidad de fauna se debe principalmente a la presencia de maquinaria, pudiendo ocasionar atropellamiento de individuos menores de fauna, tales como lagartijas, serpientes, anfibios y mamíferos de talla pequeña. En estas etapas el grupo de las aves es el grupo menos impactado debido a su capacidad de vuelo. En la etapa de operación y mantenimiento este impacto (incremento de la tasa de mortalidad) afecta principalmente al grupo de las aves tiendo dos orígenes probables: electrocución y colisión. Tal como fue descrito en al capítulo IV de este estudio, la electrocución de un ave en las líneas de transmisión eléctrica se produce cuando el ave toca dos fases energizadas o una fase y una parte metálica. Entre los equipos que presentan riesgo de electrocución están los transformadores La segunda forma de electrocución ocurre en las torres eléctricas al momento de percharse, si llega a existir contacto con alguna fase conductora el ave sirve como puente entre esta y la estructura de la torre. Esta forma de electrocución depende más de los hábitos que del tamaño							

INCREMENTO EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LA FAUNA DERIVADO DEL ATROPELLAMIENTO, LA COLISIÓN Y LA ELECTROCUCIÓN

de las especies, ya que algunas especies suelen anidar en torres eléctricas, y muchas otras las utilizan como sitios de descanso, en estos casos se han reportado especies de rapaces tanto diurnas como nocturnas como principales víctimas de este tipo de electrocución, sin embargo, también existen reportes de especies de garzas, pájaros carpinteros, gorriones, cuervos, urracas, zorzales y palomas (APLIC, 2006).

Figura V.4 Electrocución de aves con líneas de transmisión



Entre las especies más frecuentemente electrocutadas en las líneas eléctricas, de las cuales se tiene información para México, se encuentran

- Águila real (*Aquila chrysaetos*). Considerada particularmente vulnerable debido a su gran tamaño (la envergadura de sus alas tiene cerca de dos metros), además de la inexperiencia de los jóvenes al volar y el uso que estos hacen de los postes, para perchar y cazar.
- Aguililla real (*Buteo regalis*). Suele hallarse posada en el suelo o perchada en postes de cercas o postes de líneas eléctricas.
- Aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*). Suele perchar y cazar en postes de líneas de energía eléctrica.
- Aguililla rojinegra (*Parabuteo unicinctus*).
- Gavilán pescador (*Pandion haliaetus*). Suele utilizar los postes de las líneas de energía como sitios de anidación.
- Cernícalo americano (*Falco sparverius*)
- Halcón mexicano (*Falco mexicanus*)
- Halcón peregrino (*Falco peregrinus*)
- Búho cornudo (*Bubo virginianus*)
- Cuervo llanero (*Corvus cryptoleucus*). Utilizan los postes de energía eléctrica durante el cortejo y para anidar.
- Garza morena (*Ardea herodias*)
- Cuervo común (*Corvus cora*x)
- Zopilote Común (*Coragyps atratus*)

INCREMENTO EN LA TASA DE MORTALIDAD DE LA FAUNA DERIVADO DEL ATROPELLAMIENTO, LA COLISIÓN Y LA ELECTROCUCIÓN	
	De acuerdo con el INE (2002)[11] las características de los sitios potencialmente críticos para la electrocución de aves corresponde a áreas cercanas a cuerpos de agua (lagos, lagunas, ríos y humedales, zonas costeras y corredores migratorios para aves acuáticas) y que las aves más susceptibles de electrocución son las acuáticas, lo que hace del área de establecimiento de este proyecto, un sitio menos probable a la electrocución de aves toda vez que la línea de transmisión se encuentra lejos de cuerpos de agua La altura de vuelo un factor muy importante a considerar cuando se habla de riesgo de colisión contra el cable de guarda y los conductores de una línea de transmisión eléctrica, en este sentido, las aves que vuelan a la altura de los conductores y el cable de guarda, así como en un rango de hasta 50 m por encima del cable de guarda, son las que corren mayor peligro (De la Zerda y Roselli, 2003)[12]. Por lo anterior y considerando como zona de riesgo el intervalo entre los 45 y 60 m de altura (se considera una catenaria o curva del cableado de 8 m), se seleccionaron como especies potencialmente vulnerables a aquellas cuya altura de vuelo se registró entre este intervalo.
Magnitud	• Indicador: Número de especies susceptibles a colisión y electrocución • Descripción La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies potenciales en el SAR y aquellas que podrían presentar riesgo de colisión o electrocución • Expresión $$I_{CE} = \frac{Sp_{pce}}{SP_{psar}}$$ Donde ICE = Valor de riesgo de colisión y electrocución Sp_{psar} = Número de especies de aves potenciales en el SAR Sp_{pce} = Número de especies de aves potenciales en el SAR con riesgo de electrocución y colisión. Es importante no perder de vista que en este impacto para determinar la magnitud se están considerando el total de las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR, sin embargo, eso no significa que todas las especies van a estar presente en el AeP o que todas esas especies puedan colisionar o electrocutarse con alguno de los elementos del proyecto. Debido a su capacidad de movilidad se decidió considerar a todas las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR.

Tabla V.24: Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT NATURAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Hábitat	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	
Síntesis descriptiva	Con base en que el hábitat se define como el lugar de condiciones apropiadas para que viva un organismo, especie o comunidad animal o vegetal[13], entonces el impacto al hábitat va a depender de la diversidad biológica que existe en la zona de estudio, por lo que el hábitat se verá directamente afectado por la pérdida de la cobertura vegetal afectando a la flora y haciendo que las especies emigren hacia otros lugares. Si bien la construcción del proyecto traerá consigo la modificación del hábitat natural es importante no perder de vista que de acuerdo con la prospección en campo en el AeP se detectó la presencia de especies de los grupos de aves, reptiles y mamíferos (no se obtuvo ningún registro de anfibios), lo que indican un ecosistema perturbado. Aunado a esto es							

MODIFICACIÓN DEL HÁBITAT NATURAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO	
	importante no perder de vista que el tipo de vegetación que se va a remover en el sitio del proyecto tiene una distribución que va más allá de los límites del polígono del proyecto, por lo que se reafirma que la afectación al hábitat dentro del SAR será baja. La remoción de la vegetación y el nuevo uso propuesto traerá consigo la posible pérdida de espacios que en condiciones naturales la fauna está utilizando como nido, refugio, sitio de alimentación, sitio de paso, sitio de descanso, etc. Este es un impacto residual, ya que los sitios perdidos por la construcción del proyecto no se recuperarán. Sin embargo, las nuevas condiciones que se generen, podrán ser atractivas para individuos de otras especies de fauna y en algunos casos la fauna original podrá reincidir y ocupar nuevamente el sitio modificado. Asimismo, se trata de un impacto puntual en virtud de que la eliminación de la vegetación sólo modificará el área de establecimiento del proyecto. El efecto se manifestará desde las primeras acciones del proyecto (desmonte y despalme); se trata de un impacto relevante, residual

Tabla V.25: Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE ESPECIES DE FAUNA ENDÉMICAS O CON CATEGORÍA DE RIESGO								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Endemismo y especies en riesgo	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Síntesis descriptiva	Las actividades relacionadas con la preparación del sitio, la construcción y el abandono ocasionaran afectaciones a la fauna que ven desde en primer lugar y en el mejor de los casos el desplazamiento de los individuos de fauna que hacen uso del predio de estudio, asimismo si no se toman las medidas necesarias la fauna podría morir atropellada por vehículos y maquinaria, enterradas con el movimiento de tierras, etc., en estas etapas los grupos más vulnerables son las los reptiles, los anfibios y los mamíferos menores. En la etapa de operación y mantenimiento el grupo más afectado será el de las aves debido a la posible electrocución y colisión por la presencia de la línea de transmisión. Estas afectaciones podrían incidir sobre especies endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019). Es importante mencionar que en este impacto se incluyen a las especies em bajo alguna categoría de la NOM-059-SEMARNAT-2010 debido a la capacidad de desplazamiento de la fauna, lo que permitiría que en algún momento individuos de fauna con categoría de riesgo hicieran uso del predio. En el caso de algunas especies este impacto será temporal, ya que dependiendo del tamaño de los individuos algunos podrán regresar al sitio del proyecto, pero en otros casos debido al vallado perimetral su reincidencia en el área del proyecto será imposible. El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de preparación y construcción, toda vez que al detectar la presencia de personas y maquinaria laborando en el área las especies de fauna endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) podrían ser afectadas por cualquiera de las actividades previstas. Para salvaguardar la integridad de los individuos de fauna en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) y endémicas que habitan el área de estudio se deberán tomar las medidas necesarias							
Magnitud	• Indicador: Número de especies endémicas y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles de afectación • Descripción La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-							

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE ESPECIES DE FAUNA ENDÉMICAS O CON CATEGORÍA DE RIESGO	
	SEMARNAT-2010 que se localizan en el sitio del proyecto, comparado con el número de especies potenciales endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se reportaron en el SAR • Expresión $$I_{EyNOM} = \frac{Sp_{epaep}}{SP_{epsar}}$$ Donde I_{EyNOM} = Valor de afectación potencial a individuos de especies de fauna endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) SP_{epAeP} = Número de especies de fauna endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) en presente en el AeP. S_{Pesar} = Número de especies de fauna endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) potenciales en el SAR. Es importante no perder de vista que en este impacto para determinar la magnitud se están considerando el total de las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR, sin embargo, eso no significa que todas las especies van a estar presente en el AeP o que todas esas especies puedan colisionar o electrocutarse con alguno de los elementos del proyecto. Debido a su capacidad de movilidad se decidió considerar a todas las especies susceptibles de colisión potencialmente presentes en el SAR..

Tabla V.26: Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto

REMOCIÓN DE INDIVIDUOS DE VEGETACIÓN NATURAL PRESENTE EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide	Fauna	**Subfactor en el que incide**	Endemismo y especies en riesgo	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x			
Síntesis descriptiva	Para la constricción del proyecto será necesario remover la vegetación actualmente presente en el sitio de estudio. Si bien la afectación a la flora es un impacto potencial previsto por las actividades proyecto, es importante no perder de vista que: con base en los índices de diversidad obtenidos para la vegetación presente en el AeP se puede asegurar que es un ecosistema perturbado. Aunado a esto es importante no perder de vista que el tipo de vegetación que se va a remover en el sitio del proyecto tiene una distribución que va más allá de los límites del polígono del proyecto, por lo que se reafirma que la afectación a la vegetación dentro del SAR será baja. De acuerdo a la valoración de cada uno de los atributos utilizados para determinar la incidencia, este impacto fue calificado como un impacto destacable.							

Tabla V.27: Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto

REDUCCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL FORESTAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
	Flora			**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**

REDUCCIÓN DE LA CUBIERTA VEGETAL FORESTAL EN EL ÁREA DE ESTABLECIMIENTO DEL PROYECTO								
Factor en el que incide		**Subfactor en el que incide**	Cobertura de vegetación natural		x			
Síntesis descriptiva	El establecimiento del proyecto implica la remoción de vegetación secundaria de selva baja caducifolia en donde se establecerá la Línea de Alta Tensión. La manifestación del impacto se concretará en la reducción de los índices de diversidad, abundancia y riqueza de la vegetación natural, como consecuencia de la remoción de individuos de las especies que conforman las comunidades de vegetación. El impacto tendrá un efecto inmediato y acumulativo dependiente del desarrollo de obras en el SAR. La persistencia del efecto permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto, lo que evidencia el carácter residual del impacto y la imposibilidad absoluta de lograr una reversibilidad natural. La relevancia del impacto es que incidirá de manera negativa sobre los valores remanentes de la integridad de los ecosistemas presente en el área de estudio, sobre su calidad, reduciendo los índices estimados en el T0 y sobre la capacidad de carga del ecosistema al incrementar las tasas de modificación del uso de los suelos de las áreas donde se establezcan las obras. Se trata de un impacto residual, aunque también se podría registrar un flujo de acumulación con el efecto similar de otros proyectos que se encuentran insertos en el SAR desde hace ya, varios años.							
Magnitud	• Indicador: Superficie cubierta con vegetación en el AeP y la superficie cubierta con vegetación en el SAR. • Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación de la superficie con vegetación en el AeP y la superficie con vegetación en el SAR. • Expresión: $$I_v = \frac{A_{vaep}}{A_{vsar}}$$ Donde Iv = Valor de la perdida de cobertura vegetal A_{vsar} = Superficie cubierta con vegetación en el SAR A_{vaep} = Superficie cubierta con vegetación en el AeP							

Tabla V.28: Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE ESPECIES DE FLORA ENDÉMICAS O CON CATEGORÍA DE RIESGO								
Factor en el que incide	**Flora**	Subfactor en el que incide	Cobertura de vegetación natural	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x			
Síntesis descriptiva	Las actividades de desmonte ocasionaran que en el área de establecimiento del proyecto se elimine a los individuos de flora endémica y en régimen de protección de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 en caso de encontrarse alguna especie de este tipo que no se hubiera registrado durante las actividades de muestreo de vegetación.							

AFECTACIÓN A INDIVIDUOS DE ESPECIES DE FLORA ENDÉMICAS O CON CATEGORÍA DE RIESGO	
	Este impacto será permanente, ya que por las características del proyecto solo se permitirá la revegetación natural debajo de los paneles solares con especies principalmente herbáceas. El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de desmonte, toda vez que dicha actividad está encaminada a derribar toda la vegetación presente incluyendo a las especies de flora endémica y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en caso de existir alguna Se deberán tomar las medidas necesarias para salvaguardar a los individuos de flora endémica y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Magnitud	• Indicador: Número de especies endémicas y en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 susceptibles de afectación • Descripción La magnitud del impacto será determinada por la relación del número de especies endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se localizan en el sitio del proyecto, comparado con el número de especies potenciales endémicas o en régimen de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 que se reportaron en el SAR • Expresión $$I_{EyNOM} = \frac{Sp_{epaep}}{SP_{epsar}}$$ Donde I_{EyNOM} = Valor de afectación potencial a individuos de especies de flora endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) SP_{epAeP} = Número de especies de flora endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) en presente en el AeP. S_{Pesar} = Número de especies de flora endémicas y en régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (Anexo Normativo III actualizado al 17-12-2019) potenciales en el SAR.

Tabla V.29: Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales

ALTERACIÓN DE LOS PATRONES NATURALES DE DESPLAZAMIENTO DE LA FAUNA POR LA PRESENCIA DE BARRERAS O POR LA INDUCCIÓN A LA BÚSQUEDA DE SATISFACTORES VITALES								
Factor en el que incide	Procesos del medio abiótico	**Subfactor en el que incide**	Movilidad de especies	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
							x	
Síntesis descriptiva	Para la construcción del proyecto, el sitio del proyecto sufrirá modificaciones significativas tales como la eliminación de vegetación natural y principalmente el cercado perimetral del área de paneles; se considera posible que la fauna que actualmente utiliza el área para: descanso, refugio, alimentación, zona de tránsito al no encontrar las condiciones pertinentes que satisfagan sus requerimientos y al toparse con el cercado perimetral, se verá en la necesidad de modificar su conducta de desplazamiento, alimentación, o cualquiera de las actividades que desarrollaba inicialmente en el área del proyecto y que con la implementación del proyecto ya no será posible.							

ALTERACIÓN DE LOS PATRONES NATURALES DE DESPLAZAMIENTO DE LA FAUNA POR LA PRESENCIA DE BARRERAS O POR LA INDUCCIÓN A LA BÚSQUEDA DE SATISFACTORES VITALES	
	Este será un impacto residual, ya que los sitios perdidos por la construcción del proyecto no se recuperarán. Asimismo, se trata de un impacto puntual en virtud de que la eliminación de la vegetación, el cercado perimetral sólo modificará el área de establecimiento del proyecto. El efecto será evidente en cuanto se inicien con las actividades de preparación y construcción, toda vez que se modificaran las características que actualmente brindan las áreas de estudio para la fauna, este efecto se verá reforzado durante la etapa de operación debido al impedimento que representará la cerca perimetral para el libre tránsito de la fauna terrestre.

Tabla V.30: Modificación del paisaje

MODIFICACIÓN DEL PAISAJE								
Factor en el que incide	Paisaje	**Subfactor en el que incide**	Calidad	**Etapas**	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
						x	x	
Síntesis descriptiva	Para evaluar la calidad del paisaje se consideran aspectos como intervisibilidad, altitud, vegetación, agua y singularidades geológicas. El análisis de dichas variables en el AeP mostró un sitio poco heterogéneo, al instalar en proyecto, dependiendo de la percepción visual la heterogeneidad podría incrementar, al alterar la gama básica de contrastes y las tonalidades que predominan en el área de establecimiento, lo que perceptualmente puede resultar en inconformidades sociales. Este impacto es importante debido a que es persistente durante toda la operación del proyecto. Este es un impacto residual, ya que mientras se encuentre en operación el proyecto no habrá medidas que puedan contrarrestar la alteración del paisaje. Impacto de carácter negativo, acumulativo y residual, toda vez que permanecerá a lo largo de la vida útil del proyecto.							

V.1.4Impactos residuales

La residualidad es una característica sobresaliente de los impactos ambientales; se trata de efectos irrecuperables en el ambiente ocasionados por una o más acciones del proyecto. En este caso, la alteración del medio o la pérdida de algunos de sus atributos es imposible de reparar de manera natural o por la acción humana mediante la aplicación de medidas de mitigación.

Conceptualmente se asume que toda obra o actividad que ocupa un espacio físico para su establecimiento puede derivar en impactos residuales, pero no solo eso, cuando el efecto no tiene una forma técnicamente razonable, económica, ambientalmente viable y socialmente aceptada para anularlo, estamos ante impactos de residualidad.

La identificación, evaluación y descripción de los impactos residuales, permite separar y dar el peso adecuado a los impactos que no son posibles de mitigar totalmente, que son inevitables y que forman parte del propio proyecto por lo que es necesario dedicar una sección especial del presente capítulo a su análisis. Con

la aplicación de medidas de prevención y mitigación, es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del SAR, reduzca su efecto o destacabilidad. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales.

Como se menciona con anterioridad, la identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal, la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el SAR.

En muchos casos de residualidad cabe la aplicación de medidas de compensación, esto representa una estrategia de sustitución de un elemento ambiental perdido por otro de igual valor o de la misma función o como la sustitución de la acción productora del efecto negativo; en estos casos para asegurar la eficacia y la eficiencia de la medida compensatoria, es necesario que esta sea aplicada en el mismo ecosistema modificado por el efecto del impacto residual.

La alteración que supone un impacto residual puede ser atenuada, pero no necesariamente evitada en la totalidad de su efecto, en todo caso, estamos ante un impacto residual (Conesa, F. V., 2010)[14]. En este sentido, esta descripción está alineada a la definición que hace el Reglamento de la LGEEPA en materia de IA, el cual define a estos impactos como aquellos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación; al respecto, si bien la definición no es incorrecta, si pudiera ser incompleta ya que hay ciertos casos en los cuales ni siquiera cabe la aplicación de medidas de mitigación, tal es el caso del área que ocupa la carpeta asfáltica de una carretera en relación al impacto sobre la remoción de vegetación que ocupaba ese mismo espacio o el cambio de régimen dinámico de un cauce en el cual se construye una represa al pasar de un medio lentico a un medio lotico, etc.

En esta MIA-R la identificación de ese tipo de impactos se llevó a cabo en función del atributo de **recuperabilidad** (o irrecuperabilidad) que se identifica en los impactos ambientales destacables, previamente identificados y evaluados, por lo que aquellos factores del ambiente que no podrán volver a su estado original, de ser el caso, aún con la aplicación de medidas de mitigación, son considerados como afectados por impactos residuales, ellos representan el costo ambiental del proyecto.

De esta forma, la identificación de estos impactos deriva de un análisis lógico, basado en el conocimiento del proyecto, del ambiente y del estatus de las técnicas

aplicables a la mitigación de los impactos correspondientes (Espinoza, G, 2001)[15] ; así, en el conjunto de los 17 impactos negativos identificados se reconocen 7 impactos como residuales (impactos no recuperables), mismo que incidirán sobre el factor suelo (topografía), fauna (riqueza-abundancia y hábitat), flora (riqueza-abundancia y cobertura de vegetación natural) procesos del medio biótico (movilidad de especies) y paisaje (calidad) (Tabla V.31)

Tabla V.31: Impactos con carácter de residual

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto	Recuperabilidad	
					Si recuperable	No recuperable
Aire	Calidad	1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-	●	
	Confort sonoro	2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-	●	
Agua	Calidad	3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	●	
	Cantidad	4	Disminución puntual de la infiltración	-	●	
Suelo	Calidad	5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-	●	
	Topografía	6	Modificación puntual del relieve original	-		●
Procesos del medio abiótico	Erosión	7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-	●	
	Drenaje superficial	8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-	●	
Fauna	Riqueza y abundancia	9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto		●	
		10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución			●
	Hábitat	11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-		●
	Endemismo y especies en riesgo	12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-	●	
Flora	Riqueza y abundancia	13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-		●
	Cobertura de vegetación natural	14	Reducción de la cobertura vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-		●
	Endemismo y especies en riesgo	15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo		●	
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales			●
Paisaje	Calidad	17	Modificación del paisaje	-		●
				Total	**10**	**7**

Con base en lo antes expuesto los impactos residuales identificados son:

- Modificación del relieve original
- Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución
- Modificación del hábitat natural
- Remoción de individuos de vegetación natural
- Reducción de la cobertura vegetal forestal
- Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales
- Modificación del paisaje

V.1.5Impactos acumulativos

El impacto ambiental acumulativo es aquel efecto que puede ocurrir sobre una parte de algún factor del ambiente, sobre el propio factor o incluso sobre todo el ambiente (incluyendo al factor social como parte del mismo) y que ocurre en el tiempo y en el espacio de manera incremental como resultado de la(s) acción(es) que lo(s) provoca(n), aumentado por el efecto similar ocurrido en el pasado, o que está ocurriendo actualmente o que podría llegar a ocurrir.

El impacto ambiental acumulativo visto desde la perspectiva ecosistémica se materializa en:

a. Efecto incremental en el tiempo: esto es cuando el resultado del desarrollo de un proyecto alcanza paulatina o aceleradamente valores incrementales por la integración de efectos propios del proyecto y que inciden en un mismo factor del ambiente.
b. Impactos de otros proyectos sobre el mismo espacio o sobre el mismo factor ambiental, y
c. Impactos que incrementan su valor como consecuencia de la combinación de efectos y de la naturaleza propia de la acción que lo(s) provoca. En si se trata de un fenómeno de sinergia que es, al fin y al cabo, una concreción de la acumulación.

Visto así, los impactos ambientales acumulativos son el resultado bruto o neto de la adición de efectos de una serie de proyectos o actividades, incluso no relacionadas entre sí, que dan lugar a valores incrementales en el espacio o en el tiempo (CEARC, 1988[16]). Los impactos acumulativos resultan de las interacciones entre acciones, entre acciones y factores del ambiente y entre los propios factores

ambientales; la vía resultante de esas causas y efectos es frecuentemente el objetivo de la evaluación de los impactos acumulativos (Ramachandra, T.V., et al, 2006[17]). Las vías cómo pueden expresarse los impactos acumulativos son:

- Transporte fisicoquímico. Acontece cuando el constituyente físico o químico es transportado lejos del sitio donde se desarrolla la acción objeto de análisis y, en esa nueva localización, interactúa con otras acciones de otros proyectos.
- Pérdida gradual. Consiste en la pérdida gradual de tierra y hábitat.
- Inducción a la acumulación potencial. Cada nueva acción puede inducir futuros efectos de dimensiones mayores y persistentes, a manera de efecto de retroalimentación y esos efectos pueden ser razonablemente predecibles.
- Combinación en el espacio y en el tiempo. En estos casos, el impacto acumulativo en una región es el resultado de un proyecto en curso (o de un proyecto terminado), en combinación con otros proyectos o actividades que están funcionando bien o van a trabajar en un futuro próximo con efectos destacables. Los impactos acumulativos son los impactos ambientales incrementales de un agente causal, persistente en el tiempo; estos impactos pueden ocurrir cuando el sistema está siendo afectado o perturbado en varias ocasiones por el mismo agente local, con la frecuencia suficiente de forma tal que no hay tiempo para recuperarse entre cada uno de esos eventos (acumulación en el tiempo) o el sistema afectado está siendo perturbado por varios agentes o actividades similares, o por diferentes actividades que producen un efecto similar en un espacio geográfico, relativamente pequeño, para asimilar los efectos de los impactos combinados (acumulación en el espacio).

Lo que es una realidad es que, como en muchos campos de la EIA, la acumulación va a depender de la vulnerabilidad y/o fragilidad de los factores ambientales y de la naturaleza del proyecto que origina las acciones potencialmente perturbadoras; así, para el caso del “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”, se había anticipado al inicio de este capítulo que los factores ambientales más vulnerables son: la fauna, flora y, particularmente el cambio de uso de suelo; y el paisaje. En torno a estos tres elementos constitutivos del ambiente se prevé que se identifiquen efectos de alcance acumulativo, en cualquiera de sus fases de desarrollo.

Es importante destacar que el Reglamento de la LGEEPA en materia de evaluación del impacto ambiental, en la fracción VII de su artículo 3 define al impacto ambiental acumulativo como *el efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente*.

Bajo estas consideraciones la determinación de los impactos ambientales acumulativos inició con la identificación de los impactos ambientales del proyecto que nos ocupa “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”; y además se consideran las obras y actividades de otros proyectos que se encuentran en el SAR y que se prevé pudieran estar generando efectos sobre factores del ambiente[VI] que pudiesen adicionarse a los procesos de acumulación de los impactos que puede generar el proyecto.

Con la finalidad de identificar los impactos ambientales residuales en el SAR se consultó la el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), para conocer los proyectos previamente autorizados a nivel federal dentro del sistema ambiental regional

Con la intención de identificar los impactos ambientales residuales en el SAR provocados por proyectos previamente autorizados a nivel federal dentro del sistema ambiental regional, se consultó la el Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA), arrojando como resultado que al interior del SAR de estudio no hay proyectos previamente autorizados[VII], en tanto que para los proyectos que aparentemente no fueron evaluados en materia de EIA pero que ya están en operación desde hace varios años atrás, los efectos (o mejor dicho los daños al ambiente), fueron detectados durante las visitas realizadas para los trabajos prospectivos y de diagnóstico ambiental, arrojando un total de 25 impactos ambientales en el SAR (

[VI] Durante las visitas de campo se observó que el SAR delimitado para el proyecto de estudio, ha sido alterado principalmente por actividades de agricultura y ganadería donde es posible observar campos con diversos cultivos sembrados, áreas de pastizal (pastizal inducido sembrado para el forraje para el ganado), asimismo también se observó la presencia de carreteras y caminos. Aunado a estos usos se observan el asentamiento de poblaciones humanas. Esta situación es corroborada considerando que de acuerdo con la carta de usos de suelo y vegetación serie VI editada por el INEGI en el SAR el 86.65% de su superficie total es ocupada por terrenos dedicados a la agricultura y el 0.79% de la superficie total tiene pastizal inducido. En el SAR la vegetación forestal se distribuye tan solo en el 8.20% de su superficie, es decir la vegetación forestal está presente en tan solo 1,297.5172 ha. Del total de la vegetación forestal 68.81 ha son ocupadas por vegetación en estado primario y 1228.71 ha están ocupadas por vegetación en estado secundario.

[VII] De acuerdo con los datos reportados por el SIGEIA, en el sistema ambiental determinado para el proyecto, no se tiene la incidencia de proyectos evaluados.

Tabla V.32).

Tabla V.32: Impactos ambientales presentes en el SAR

Factor	Proyecto de estudio	Actividades o proyectos identificados en el SAR				Impacto ambiental resultante
	"Parque Fotovoltaico Arcturus Solar"	Carreteras	Ganadería	Agricultura	Asentamientos humanos	
Aire			Emisión de gases de efecto invernadero	Emisión de gases de efecto invernadero		Emisión de gases de efecto invernadero
	Incremento temporal de partículas suspendidas	Incremento en la concentración de contaminantes y partículas en el aire		Emisión de partículas suspendidas (polvo)		Incremento en la concentración de contaminantes y partículas en el aire
	Incremento temporal en los niveles de ruido	Incremento en el nivel de ruido				Incremento temporal en los niveles de ruido
Agua	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Alteración calidad del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos		Contaminación de las aguas superficiales		Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos
	Disminución puntual de la infiltración	Disminución de la infiltración			Disminución de la infiltración	Disminución de la infiltración
		Incremento de la compactación del suelo			Incremento de la compactación del suelo	Incremento de la compactación del suelo
				Modificación de la calidad del agua subterránea	Modificación de la calidad del agua subterránea	Modificación de la calidad del agua subterránea
Suelo	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Contaminación del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos		Contaminación del subsuelo	Alteración calidad del suelo por derrames (grasas, lubricantes y otros líquidos	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos
				Modificación de las características físicas del suelo		Modificación de las características físicas del suelo
	Modificación puntual del relieve original	Modificación puntual del relieve original		Modificación del relieve original		Modificación del relieve original
Procesos del	Incremento de la susceptibilidad de erosión		Intensifica el proceso de erosión	Intensifica el proceso de erosión		Incremento de la susceptibilidad de erosión

Factor	Proyecto de estudio	Actividades o proyectos identificados en el SAR				Impacto ambiental resultante
	"Parque Fotovoltaico Arcturus Solar"	Carreteras	Ganadería	Agricultura	Asentamientos humanos	
medio abiótico	Afectación puntual del curso de escorrentías	Modificación de las escorrentías que conducen aguas pluviales		Modificación del drenaje superficial		Modificación del drenaje superficial
				Fragmentación del ecosistema		Fragmentación del ecosistema
Fauna	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Desplazamiento temporal de individuos de fauna	Desplazamiento de la fauna silvestre	Desplazamiento de la fauna silvestre	Desplazamiento de la fauna silvestre	Desplazamiento de la fauna silvestre
	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Atropellamiento de fauna				Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución
	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de hábitat	Modificación de hábitat	Reducción de hábitat	Modificación de hábitat	Reducción y modificación del hábitat natural
		Fragmentación del hábitat			Fragmentación del hábitat	Fragmentación del hábitat
				Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat	Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat	Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat
	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo
Flora	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural	Remoción de individuos de vegetación natural
	Reducción de la cobertura vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal	Reducción de la cobertura vegetal forestal
	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo
Procesos del medio biótico	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre	Cambios en la selección de sitios de anidación por alteración del hábitat		Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre
		Efecto barrera				Efecto barrera
Paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje	Modificación del paisaje
Total	**17**	**19**	**10**	**18**	**14**	**25**

De acuerdo con la experiencia del panel de expertos que participo en la elaboración de este y los diferentes capítulos de este estudio, del conjunto de los 25 impactos del SAR (dentro de los cuales se incluyen a los impactos del proyecto “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”), se identificaron 7 impactos potencialmente acumulativos, mismos que actúan sobre los Procesos del medio abiótico y biótico, fauna, flora, y paisaje (

Tabla V.33).

Tabla V.33: Impactos acumulativos

Factor	Impacto ambiental
Procesos del medio abiótico	Incremento de la susceptibilidad de erosión
Fauna	Desplazamiento de la fauna silvestre
Fauna	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución
Fauna	Reducción y modificación del hábitat natural
Flora	Reducción de la cobertura vegetal forestal
Procesos del medio biótico	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna silvestre
Paisaje	Modificación del paisaje

Incremento de la susceptibilidad de erosión. La erosión es una de las formas de degradación del suelo; es un proceso que elimina las capas superficiales del suelo junto con los nutrientes ricos que favorecen la fertilidad, si bien la erosión es un proceso que de forma natura es acusado entre otros factores por la gravedad, el viento y el agua; la susceptibilidad de erosión se incrementa como resultado de las actividades humanas, por lo tanto con una tasa de población cada vez mayor se contribuyen significativamente a la aparición de la erosión debido a la labranza, exceso de deforestación y operaciones industriales como la construcción de carreteras.

Considerando que la presencia de una cobertura vegetal no sólo protege el suelo contra la erosión de impacto, sino que también brinda rugosidad al terreno por el que el flujo superficial viaja, reduciendo su velocidad y, por ende, su poder erosivo (Morgan, 2005[18]), este tipo de degradación será más evidente cuantos más proyectos se establezcan el SAR.

Desplazamiento de la fauna silvestre. Las actividades que demandan cada uno de los proyectos establecidos en el SAR ya sea para su realización o para su operación provocan que la fauna sea ahuyentada en busca de sitios seguros, dependiendo de las actividades que se desarrollen en cada proyecto y el tipo de

construcciones, para muchos de los individuos de fauna el ahuyentamiento es temporal, pero para otros el ahuyentamiento es permanente. Con cualquier nuevo proyecto que se establezca el SAR, la fauna será ahuyentada en búsqueda de sitios que proporcionen alimentación, refugio y todo lo necesario para su subsistencia.

Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivada del atropellamiento, la colisión y la electrocución. En el SAR delimitado para el proyecto, se observó la presencia proyectos que pueden ocasionar en mayor o menor nivel la mortandad de individuos de fauna, tal es el caso de las carreteras y caminos y la presencia de maquinaría durante las actividades de construcción podría derivar en el atropellamiento de individuos de fauna principalmente individuos menores, en el caso de la presencia de líneas eléctricas energizadas (media y alta tensión) podrían provocar efectos de colisión y de electrocución con el registro de mortalidades de individuos en diferentes proporciones, los grupos más afectados por las líneas de transmisión son las aves acuáticas, especialmente las de gran tamaño y las de vuelo poco maniobrable (y a la altura del cableado, se han registrado colisiones de flamencos, zopilotes, palomas, grullas y gansos), así como las de hábitos crepusculares o nocturnos; las aves rapaces medianas y grandes, al utilizar las líneas como sitios para perchar, cazar o anidar, especialmente donde no hay árboles u otras estructuras naturales que puedan usar, las especies migratorias, especialmente las solitarias o de grupos pequeños y las aves cuya altura de vuelo oscila entre los 45 y 60 m.

Reducción y modificación del hábitat natural. Considerando que el hábitat se define como el área que proporciona apoyo directo a una especie determinada (una población o a una comunidad), considerando factores bióticos y abióticos (por ejemplo, espacio físico, calidad del aire, del agua, asociaciones vegetales, alimento, cobertura de protección, suelo, orografía del terreno, entre otras) (Delfin, ***et al.,*** 2013[19]); el retito de la vegetación para el establecimiento de este proyecto y cualquier otro proyecto que se haya llevado a cabo, o, se pretenda ejecutar a futuro, ha afectado y afectará el hábitat de las especies faunísticas que originalmente se distribuían en el SAR haciendo que las dichas especies emigren hacia otros lugares que reúnan las condiciones y características físicas y biológicas necesarias para su .supervivencia y reproducción. Es importante no perder de vista que si bien las nuevas características del área (es decir después de la modificación del hábitat) provocara que las especies migren, en algunos casos las nuevas condiciones que se generen con la implementación del proyecto, podrán ser atractivas para individuos de algunas especies de fauna, por lo que en algunos casos la fauna original podrá reincidir y ocupar nuevamente el sitio modificado o podría suscitarse el uso del área por nuevas especies faunísticas. De acuerdo con las condiciones

actuales observadas en el SAR se puede afirmar en gran parte de este se ha modificado el hábitat natural.

Reducción de la cobertura vegetal forestal. Tal vez este se al impacto acumulativo más sobresaliente y más importante del SAR considerando la vegetación natural, es fundamental en sostenimiento de la biodiversidad, captura de carbono, formación y protección del suelo, mitigación de daños por desastres naturales, regulación del ciclo del agua y del clima, mitigación del cambio climático, entre otros. De acuerdo con los datos reportados por el INEGI en el SAR la vegetación forestal está presente solo en el 20.72 % de la superficie total. La reducción de la cobertura puede ser provocada por casi cualquier actividad (por ejemplo, el crecimiento urbano o de la frontera agrícola, o bien por la intensidad de actividades humanas como el pastoreo, etc.)

Para determinar la magnitud de este impacto, se adoptó el indicador: "porcentaje de variación del valor de conservación de las unidades de vegetación".

- Indicador: Superficie cubierta con vegetación natural
- Descripción: La magnitud del impacto será determinada por la relación de la superficie cubierta con vegetación natural localizan en el sitio del proyecto y que es susceptible de CUSTF, comparado con la superficie cubierta con vegetación natural se reportaron en el SAR
- Expresión

$$I_{CUS} = \frac{VN_{ae}}{VN_{sar}}$$

Donde

ICUS = Valor de cambio uso de suelo

VNae = Superficie cubierta con vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto

VNsar = Superficie cubierta con vegetación natural presente en el sistema ambiental regional.

El SAR, comprende una superficie de 26,771.84 ha donde de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación serie VI editada por el INEGI, domina el uso de suelo agrícola, urbano o sin vegetación que ocupan un 79.28 % del SAR.

Como fue descrito en el capítulo IV del presente estudio, El SAR, como se ha mencionado anteriormente, se localiza dentro del estado de Morelos en los municipios de Yautepec y Cuautla, y comprende una superficie de 26,771.84 ha, donde de acuerdo con la serie VII del INEGI, domina el uso de suelo agrícola, urbano o sin vegetación y solo el 20.72 % presenta vegetación forestal en un estado secundario. (Tabla V.34).

Tabla V.34 Superficie por uso de suelo y vegetación del SAR (Serie VII, INEGI)

Clave	Tipos USV/Veg. Sec.	Sup. en m²	Sup en Ha.	%
ADV	Desprovisto de vegetación	301051.35	30.11	0.11
AH	Asentamientos humanos	54302223.23	5430.22	20.28
PI	Pastizal inducido	8444038.73	844.40	3.15
RA	Agricultura de riego anual	1915.02	0.19	0.00
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	94393137.13	9439.31	35.26
RS	Agricultura de riego semipermanente	12760165.92	1276.02	4.77
TA	Agricultura de temporal anual	42048831.05	4204.88	15.71
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	55050992.53	5505.10	20.56
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	416062.59	41.61	0.16
		267718417.55	26771.84	100.00

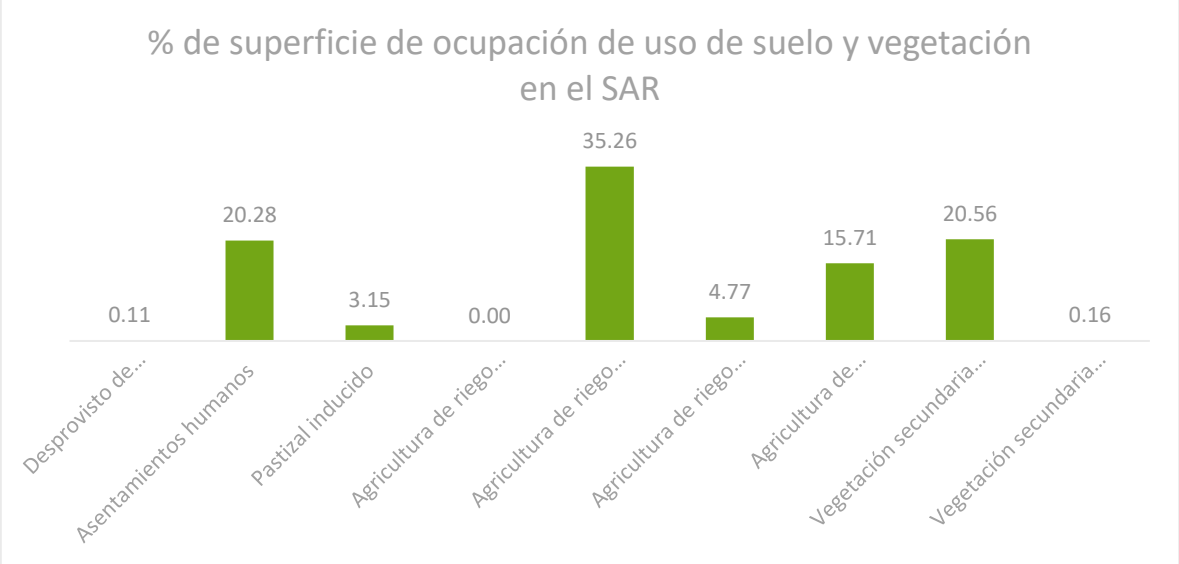


Figura V.5: Superficie ocupara por vegetación forestal en función del tiempo.

Modificación del paisaje

El paisaje donde se prevé instalar el proyecto ya se encuentra perturbado por actividades antrópicas y seguirá cambiando con la implementación de este y nuevos proyectos en el futuro. Considerando los párrafos precedentes, la heterogeneidad del paisaje en el SAR es consecuencia del desarrollo de diversas actividades antrópicas; parte de la vegetación natural fue reemplazada por cultivos agrícolas

desde poco más de tres décadas, por lo que únicamente se conservan remanentes de vegetación forestal, no obstante que la deforestación y degradación de las manchas es bastante evidente.

Considerando que el paisaje se define como la percepción que se posee de un ecosistema, es decir, el área en el que conviven los rasgos naturales así como los influenciados por el hombre y que da lugar a una percepción visual y mental tanto individual como colectiva del conjunto de ese espacio (Solari y Cazorla, 2009[20]), entonces el paisaje es el resultados de las interacciones de la naturaleza y las actividades humanas (Toledo, 2006[21]), bajo estas consideraciones se determina que cualquier actividad que se desarrolle en el SAR tendrá repercusión directa sobre el paisaje

En resumen, el paisaje donde se prevé instalar el proyecto ya se encuentra perturbado por actividades antrópicas y seguirá cambiando con la implementación de este y nuevos proyectos en el futuro.

V.2 Conclusiones

La metodología empleada para la predicción de impactos ambientales ocasionados por la construcción del proyecto “Parque Fotovoltaico Arcturus Solar”, permitió identificar la posible ocurrencia de 20 impactos de los cuales 17 impacto son negativos y 3 son impactos positivos. Para predecir los posibles impactos que ocasionará el proyecto fue necesario conocer las características, actividades y obras que componen el proyecto, asimismo fue necesario conocer el ambiente donde se implementará el proyecto y determinar las interacciones entre proyecto y ambiente.

Después de reconocer los 17 impactos negativos que posiblemente generara el proyecto, se determinó cuáles de ellos podría ser reconocido como impacto ambiental significativo, llegando a la conclusión de que el proyecto en estudio **NO GENERÁ IMPACTOS AMBIENTALES SIGNIFICATIVOS** de acuerdo con la que establece la fracción IX del artículo 3° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA/LGEEPA), el cual define que:

> *El impacto ambiental significativo o relevante es aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.*

En este sentido, asumiendo los alcances de la hermenéutica de esta definición como aquella que implica el que para que un impacto sea significativo éste debe satisfacer todos los supuestos que relaciona esa definición.

Toda vez que la Ley (LGEEPA) dispone en la fracción XXI de su artículo 3° que la manifestación de impacto ambiental es el documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el IMPACTO AMBIENTAL SIGNIFICATIVO y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo, en una aplicación estricta de la norma jurídica, con el resultado alcanzado, debería de haberse concluido la integración de la MIA-R, informándole a la autoridad que no hay impacto ambiental significativo que reportar. Sin embargo, el promotor del proyecto tiene como objetivo impulsar un proyecto sustentable y, ante tal enfoque se abocó a identificar la destacabilidad de los impactos que decide atender por su incidencia y magnitud que les hace destacar por encima del resto de tales efectos, para lo cual se llevó el desarrollo de la técnica de Gómez Orea (op. cit.), con la cual es factible alcanzar este objetivo.

De acuerdo con la técnica desarrollada se determinó que, de los 17 impactos negativos, que con base en la calificación de sus atributos (inmediatez, acumulación, sinergia, momento, persistencia, reversibilidad, recuperabilidad, continuidad y periodicidad), 10 son impactos significativos.

Siguiendo lo que establece la fracción V del artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA, se identificaron los impactos ambientales residuales y acumulativos del SAR. Para el reconocimiento de los impactos ambientales acumulativo se basó en el reconocimiento de la recuperabilidad de los mismos, concluyendo que la construcción del proyecto podrá ocasionar siete impactos residuales.

Para el reconocimiento de los impactos acumulativos fue necesario conocer las características bióticas y abióticas del SAR, la ocurrencia de proyectos autorizado en materia de impacto ambiental en el SAR (para el reconocimiento de estos proyectos se utilizó la plataforma SIGEIA) y una parte fundamental fueron las visitas realizadas al predio de estudio y el SAR. Con base en el análisis de la información recabada se identificaron siete impactos acumulativos en el SAR.

Es importante no perder de vista que el proyecto se insertará en un SAR que ha sido perturbado por actividades antropogénicas (agricultura) que se desarrolla desde hace más de 30 años, De acuerdo con el trabajo realizado en campo en el AeP y en el SAR no se registró la presencia de especies en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo ninguno de los impactos ambientales identificados podrá ocasiona la extinción de laguna especie de flora o fauna.

V.3 Bibliografía

[1] **SEMARNAT. DGIRA. 2019.** Guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental, Modalidad regional. México. 71 p.

[2] **Sanz C., J.L. 1991**. Concepto de impacto ambiental y su evaluación. En: Evaluación y corrección de impactos ambientales. Madrid: Instituto Tecnológico Geominero de España. 302 p

[3] **Canter L. W. 1998**. Manual de evaluación de Impacto Ambiental. Técnicas para la elaboración de estudios de impacto. Madrid: McGraw-Hill. 841 p.

[4] **Conesa F., V. 1993**. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Madrid: Colegio Oficial de Ingenieros Agrónomos de Levante & Mundi-prensa. 276 p.

[5] **Diario Oficial de la Federación. 28 de enero de 1988. Ultima reforma 18 de enero de 2021**. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

[6] **Diario Oficial de la Federación. 30 de mayo de 2000. Ultima reforma 31 de octubre de 2014**. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

[7] **Leopold, L.B. 1971**. A procedure for evaluating environmental impact, Circular 645, US Geological Survey, Washington, D.C.

[8] **Gómez Orea, D. y Gómez Villarino M. T. 2013**. Tercera edición. Evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. Madrid, España. 745 p.

[9] **Diario Oficial de la Federación. 30 de mayo de 2000. Ultima reforma 31 de octubre de 2014**. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

[10] **Almorox, J., López Bermúdez, F. y Rafaelli, S. 2010**. La degradación de los suelos por erosión hídrica. Métodos de estimación. EDITUM. Universidad de Murcica. España. 384 pp.

[11] **INE-Semarnat, 2002**. Electrocución de aves en líneas eléctricas de México: Hacia un diagnóstico y perspectivas de solución. Memorias del Primer Taller sobre electrocución de aves en líneas eléctricas de México: hacia un diagnóstico y perspectivas de solución, pp 88

[12] **De La Zerda, Susana y Roselli, Loreta. 2003.** Mitigación de Colisión de aves contra líneas de transmisión eléctrica con marcaje de cable de guarda. Ornitología Colombiana (2003):43-62

[13] **Real** academia **española**: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.3 en línea]. <https://dle.rae.es> [junio 2020].

[14] **Conesa F.V. 2010**. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 4ª edición. Ed. Mundi Prensa. Madrid, España.

[15] **Espinoza, G. 2001**. Fundamentos de evaluación de impacto ambiental. Banco Interamericano de Desarrollo. Centro de Estudios para el Desarrollo. Santiago de Chile.

[16] **CEARC. 1988.** The assessment of cumulative effects. A research prospecus. Canadian Environment Reserach Council. Hull, Quebec, Canada

[17] **Ramachandra, T.V., MD. Subash Ch., K.V. Gururaja and Sreekantha. 2006**. Cumulative environmental impact assessment. Nova Science Publishers, Inc. New York, 371 pp.

[18] **Ramos, A. G. S. 2018**. Evaluación del impacto ambiental de los procesos erosivos acumulativos sobre la micro cuenca Cabaña en el tramo Los Pinos de Centeno-Puente PSA. Tesis Doctoral. Departamento de Geología.

[19] **Delfín-Alfonso, C. A., Gallina-Tessaro, S., & López-González, C. A. 2013**. El hábitat: definición, dimensiones y escalas de evaluación para la fauna silvestre. Fauna silvestre de México: uso, manejo y legislación, 285-288.

[20] **Solari, F. y L. Cazorla. 2009**. Valoración de la calidad y fragilidad del paisaje. En C. d. Comunicación, Cuaderno 30. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (Ensayos). Págs. 213-226. Buenos Aires, Argentina. Imprenta Kurz

[21] **Toledo, A. 2006.** Agua, hombre y paisaje. México. Instituto Nacional de Ecología (INE-SEMARNAT).

Capítulo VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

[1] SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 1

VI.1 Objetivo 2

VI.2 Impactos ambientales identificados 2

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas 3
VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación 4
VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación 8

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación 9

VI.5 Diseño e integración de las estrategias 25
VI.5.1 Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación 25
VI.5.1.1 Estrategia 1 “conservación de la calidad atmosférica” 26
VI.5.1.2 Estrategia 2 “preservación de la calidad del agua” 27
VI.5.1.3 Estrategia 3 “conservación de las condiciones edáficas” 29
VI.5.1.4 Estrategia 4 “conservación de los indicadores de biodiversidad” 31
VI.5.1.5 Estrategia 5 “conservación de las condiciones paisajísticas” 33

VI.6 Ejecución de las medidas 35

VI.7 Programa de vigilancia ambiental (PVA) 36

VI.8 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas 37

VI.9 Bibliografía 38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VI.1 Impactos ambientales descritos en el capítulo V 2
Tabla VI.2 Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 1 10
Tabla VI.3Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 2 12
Tabla VI.4: Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 3 15
Tabla VI.5: Tabla de medidas de mitigación resultante 18
Tabla VI.6: Medidas de mitigación seleccionadas para el proyecto 23
Tabla VI.7: Conservación de la calidad atmosférica 26
Tabla VI.8: Preservación de la calidad del agua 28
Tabla VI.9: Conservación de las condiciones edáficas 30

Tabla VI.10: Conservación de los indicadores de biodiversidad" 32

Tabla VI.11: Conservación de las condiciones paisajísticas 33

Tabla VI.12: Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados 34

Tabla VI.13: Calendario de aplicación de medidas con base en las etapas del proyecto 36

Tabla VI.14: Estimación de la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación 38

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Una vez identificados los impactos ambientales que pudieran ser originados por el establecimiento y desarrollo de un proyecto específico, se requiere planificar y diseñar un conjunto de acciones o medidas que estén orientadas a la prevención, anulación, reversibilidad y mitigación de los impactos ambientales significativos que se han identificado ya con anterioridad; es decir, elaborar el planteamiento de estrategias de prevención y mitigación de impactos.

El conjunto de medidas de mitigación: protectoras, correctoras o compensatorias tendrán como objetivo principal: evitar, disminuir, modificar, curar o compensar el efecto del proyecto en el ambiente.

Además de que su planteamiento consiste en proponer alternativas que pueden actuar sobre el diseño del proyecto, variación en la ubicación de algún componente o tipos de materiales a utilizar, entre otros.

Las medidas tienen el propósito de aprovechar de forma óptima las oportunidades que brinda el ambiente, para que el proyecto sea sustentable y tenga éxito de acuerdo al principio de integración ambiental que tiene como base la elaboración de esta MIA-R.

En este sentido, la finalidad de este ejercicio es el proponer acciones que se integrarán en estrategias dirigidas a que los impactos ocasionados por el establecimiento del proyecto y su operación lleguen a niveles aceptables, así como compensar el daño mediante la generación de efectos positivos que sean equivalentes a los impactos de carácter negativo y residual.

Con la finalidad de alcanzar una concepción ambientalmente sustentable del proyecto, la identificación de las medidas específicas, se aborda mediante una valoración integral de distintas propuestas desde un enfoque de viabilidad ambiental, de factibilidad técnica y de factibilidad económico – financiera, el diseño de estas medidas se realizó abordando distintos elementos: ya sea atendiendo al agente causante del impacto para mejorar su comportamiento con el ambiente y en caso contrario atendiendo al medio receptor para aumentar su homeostasia y su resiliencia o para atenuar los efectos resultantes.

Considerando las recomendaciones de la guía (DGIRA, 2010)[1] que pone a disposición la autoridad, en este apartado de la MIA-R, las propuestas de acciones o medidas de atenuación, prevención, reversibilidad y compensación que conformarán las diversas estrategias se enfocarán en reducir la relevancia de los impactos adversos que el proyecto pudiera ocasionar en el ambiente, haciendo

énfasis en los significativos, residuales y acumulativos; por lo que, para lograr lo anterior se debe elaborar un plan de manejo o vigilancia ambiental (ANX VIII.VI.1) en el cual se especifiquen las estrategias y se programen todas las medidas, acciones y políticas a seguir para prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos ambientales acumulativos, sinérgicos y residuales derivados del proyecto o del conjunto de proyectos en cada fase y etapa de su desarrollo, incluyendo la de abandono.

Siguiendo el mismo orden de ideas, un factor sustantivo es la consideración de acciones de monitoreo para garantizar el cumplimiento de las medidas que se definan y se propongan, la efectividad ambiental de las mismas, el seguimiento a la prevención, mitigación o compensación.

VI.1 Objetivo

Plantear un conjunto de medidas y acciones, mediante el diseño de estrategias dirigidas a prevenir, anular, atenuar o compensar los impactos destacables que podría generar el proyecto en el ambiente, de modo que se asegure que los estándares de calidad ambiental se conservarán cercanos o iguales a los que se determinaron en el ambiente sin el proyecto (en el T0 o línea base).

VI.2 Impactos ambientales identificados

Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V de esta MIA-R, se obtuvo un listado de 20 impactos (Tabla VI.1). En el presente capítulo se retoma dicha lista para llevar a cabo el proceso de selección de medidas o acciones y la elaboración de las estrategias que atiendan en su totalidad a los impactos de carácter negativo y así asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Tabla VI.1 Impactos ambientales descritos en el capítulo V

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
Aire	Calidad	1	Incremento temporal de partículas suspendidas	-
	Confort sonoro	2	Incremento temporal en los niveles de ruido	-
Agua	Calidad	3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-
	Cantidad	4	Disminución puntual de la infiltración	-
Suelo	Calidad	5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	-

Factor	Subfactor	ID	Impacto ambiental	Signo del impacto
	Topografía	6	Modificación puntual del relieve original	-
Procesos del medio abiótico	Erosión	7	Incremento de la susceptibilidad de erosión	-
	Drenaje superficial	8	Afectación puntual del curso de escorrentías	-
Fauna	Riqueza y abundancia	9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	-
		10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	-
	Hábitat	11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	-
Flora	Riqueza y abundancia	13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	-
	Cobertura de vegetación natural	14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	-
	Endemismo y especies en riesgo	15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	-
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	-
Paisaje	Calidad	17	Modificación del paisaje	-
Condición de ocupación	Empleo	18	Generación de empleos temporales y permanentes	+
Infraestructura	Eléctrica	19	Generación de energía eléctrica mediante una fuente renovable que no contamina y reduce el uso de combustibles fósiles	+
Renta	Valor del suelo	20	Incremento del ingreso que recibe una persona por la renta o venta de los predios para el establecimiento del proyecto	+

VI.3 Proceso para mejorar y adoptar medidas

La selección de las medidas que integrarán las estrategias se basó en un proceso de búsqueda de acciones que puedan prevenir, atenuar o compensar los distintos impactos ambientales, mediante la evaluación de su viabilidad, para lograrlo es necesario realizar:

- Identificación de ideas/acciones: a partir de la relación de impactos que se identificaron en el capítulo V de esta MIA-R, se realizó una consulta a los expertos que participaron en el desarrollo de los distintos estudios que integraron la MIA, para elaborar un conjunto de posibles acciones para prevenir, anular, revertir, mitigar o compensar los impactos ambientales, generando un total de tres posibles listados cuyo análisis y valoración se detalla en los siguientes párrafos.

- Depuración: Se evaluaron y analizaron cada una de las propuestas, para identificar cuál de las posibilidades resulta más viable, mediante los criterios de eficiencia, viabilidad técnica y viabilidad económica.
- Selección: a partir de la depuración se identificaron y seleccionaron las medidas que satisficieron los tres criterios de valoración aplicados.
- Integración: las medidas de mitigación que van dirigidas a un mismo elemento del proyecto o a un factor ambiental se agruparon en estrategias que aseguren la viabilidad ambiental del proyecto.
- Descripción: se realizó una descripción detallada de cada una de las estrategias adoptadas y se establecieron lineamientos para definir su orientación, momento de aplicación y su ámbito entre otras cosas.

Ya establecidas las estrategias con cada una de sus medidas o acciones, se prosiguió a la formulación e integración de un programa de vigilancia ambiental.

VI.3.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Por sus características, las medidas de mitigación que se propondrán en este capítulo pueden clasificarse según su orientación, según su carácter, según la fase de desarrollo del proyecto, de acuerdo al número de impactos que atenderá, según el signo del impacto, según el tipo y gravedad del impacto. Tal como se detalla a continuación:

A. De acuerdo a su orientación

En general las medidas se orientan a los tipos de impacto básicos que generará el proyecto, por lo que habrá medidas para:

1. Minimizar los insumos / influentes.
2. Minimizar los efluentes: con medidas como: evitar, reciclar, recuperar, reutilizar y, solo si lo anterior no es posible, se toma la medida de tratar los efluentes, al final para evitar problemas ambientales.

Para lograr cumplir con ambos objetivos existen tres opciones:

- Modificar los procesos operativos: ahorrar materias primas, agua y energía, así como reducir la cantidad de efluentes y mejorar su calidad.
- Optimizar los procedimientos de operación y mantenimiento: modificaciones en la organización y en las formas de operar; se

trata de medidas rápidas, sencillas y de implantación poco costosas, por ejemplo, control de inventarios, mejora del transporte, optimización del almacenamiento y manipulación de materiales y trabajos de mantenimiento.

3. Cambiar la localización del proyecto o de alguno de sus elementos. En ocasiones la prevención del impacto requiere un cambio del emplazamiento de algunos componentes del proyecto, de alguno de sus elementos o de los lugares de aprovisionamiento o de vertido.

Las primeras dos opciones se dirigen a los impactos de sobreexplotación y contaminación, mientras que la tercera está dirigida a los impactos significativos de ocupación.

B. Según su carácter

1. Protectoras, son medidas que tienen la finalidad de proteger ecosistemas, paisajes o elementos valiosos evitando los impactos que puedan afectarles y actuando, fundamentalmente, sobre la localización de la obra o de sus partes; así, por ejemplo, se protege un ecosistema valioso afectado por el paso del vial interno, desplazando su trazado; pero también puede protegerse por cambios en la tecnología, en el tamaño, en el calendario de construcción o de operación, en el diseño, en los materiales de construcción o en las materias primas para la operación, en la mano de obra, etc.
2. Correctoras, corrigen el proyecto para conseguir una mejor integración ambiental; para ello modifican el proceso productivo, introducen elementos no previstos: reducción de velocidad de los vehículos, normas de seguridad para reducir el riesgo de accidentes, actúan sobre la distribución de los elementos del proyecto: disposición de residuos resguardados de los vientos para evitar arrastres eólicos, a sotavento de la dirección dominante de los vientos, por ejemplo.
3. Curativas, prevén la intervención sobre ciertos impactos una vez producidos, por ejemplo, recuperación de suelos contaminados, tratamientos de áreas afectadas, etc.
4. Potenciativas, favorecen los procesos naturales de regeneración: por ejemplo, tratamientos fortalecedores de la vegetación, etc.

5. Compensatorias, se refieren, propiamente, a los impactos negativos residuales los cuales no admiten una corrección, de tal manera que sólo pueden ser compensados por otros efectos de signo positivo. Estos pueden ser de la misma naturaleza que el impacto que se compensa, por ejemplo, plantar en otro lugar las especies vegetales destruidas, o completamente distintos: compensar económicamente a las personas afectadas por el proyecto.

C. Según las fases de desarrollo del proyecto:

Las medidas pueden aplicarse en las distintas etapas de los estudios previos, anteproyecto y proyecto, así como durante las etapas de construcción, operación y abandono o desmantelamiento. Algunas medidas serán presupuestables, en cuyo caso deben integrarse en el seno del proyecto con sus correspondientes partidas presupuestarias a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) que se expone más adelante en este mismo capítulo.

Es importante señalar que la eficiencia de las medidas es mejor si se aplican durante las etapas tempranas del desarrollo, logrando así el evitar que se presenten importantes impactos secundarios, resultando así más eficaces. Por lo que lo más conveniente es realizarlas, en la medida de lo posible, al mismo tiempo que la obra sustantiva.

D. En cuanto al número de factores o impactos a que se dirigen:

1. Monovalentes o específicas: están dirigidas a un solo impacto, caso poco frecuente dada la condición de sistema del proyecto, del entorno y de la conjunción de ambos.
2. Polivalentes o que atienden a varios impactos a la vez: esto es lo más común ya que corresponde al carácter interactuante de los factores ambientales. Las medidas protectoras y conservadoras del suelo protegen también la vegetación, las aguas, la fauna y el paisaje; la revegetación tiene efectos sobre el ruido, la erosión, el suelo, el paisaje, la fauna, las aguas, etc.
3. Sinérgicas: se trata de cuando la acción combinada de varias medidas supera la suma de los efectos de cada una de ellas actuando aisladamente.

E. Atendiendo al signo del impacto:

1. Dirigidas a prevenir o corregir los impactos negativos del proyecto, en los párrafos anteriores.
2. Dirigidas a mejorar los efectos positivos o introducirlos cuando no los haya: por ejemplo, aprovechar una medida anti ruido para mejorar la situación preexistente, etc.
3. Dirigidas a aprovechar mejor las oportunidades que ofrece el medio para el funcionamiento del proyecto.

F. Según el tipo y gravedad del impacto:

1. Obligatorias, medidas que se aplican a impactos corregibles y ambientalmente inadmisibles.
2. Convenientes, corresponden a impactos corregibles y ambientalmente admisibles.
3. “Enmiendas a la totalidad”, se dirigen a los impactos ambientalmente inadmisibles, sin posibilidad de corregirlos, de modificarlos o de evitarlos, por lo que exigen una modificación en profundidad de todo él, derivándolo hacia otras alternativas.

G. En cuanto a su ámbito:

1. Generales: estas medidas se refieren al conjunto del espacio afectado y de las acciones de la obra, impactos genéricos, como la retirada y conservación de tierras vegetales, la revegetación, la construcción cuidadosa y limpia, etc.
2. Particulares: se dirigen a impactos específicos en lugares concretos.

H. Atendiendo al objeto:

1. Estas medidas se enfocan a adoptar el punto de vista del usuario del proyecto, evaluando los factores perjudiciales y potencializando los benéficos, mejorando las condiciones de seguridad, comodidad de funcionamiento, reducción de riesgos naturales, etc.

De acuerdo con lo anterior y con lo que dispone el reglamento de la LGEEPA en materia de EIA, a lo largo de este capítulo se presenta y describe el proceso de identificación, diseño y definición de las estrategias y las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales, identificados en el capítulo V de esta MIA-R. Cabe mencionar, que para llevar a cabo el diseño de las mismas se consideró la información descrita en el capítulo II, la cual se refiere a la naturaleza del proyecto

y de este modo se identificaron las acciones que pudieran generar impactos ambientales sobre algún factor o sub factor ambiental en particular. De igual modo se consideró la caracterización y el diagnostico de cada uno de los factores del ambiente identificados en el capítulo IV.

Las medidas o acciones que se identifican en el presente capítulo, se pueden clasificar en medidas preventivas o de mitigación de acuerdo a su importancia en la prevención y mitigación de los impactos ambientales, que de acuerdo con el artículo 3° del reglamento de la LGEEPA en materia de EIA se definen del siguiente modo:

- Medidas preventivas: son las acciones que el promovente debe ejecutar para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.
- Medidas de mitigación: conjunto de acciones que debe llevar a cabo el promovente para atenuar los impactos y lograr el restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causara con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

VI.3.2 Criterios de evaluación y selección de las medidas de mitigación

Para la adopción de medidas se consideraron los siguientes criterios:

A. Viabilidad técnica

   Las medidas que se seleccionaron deben estar justificadas técnicamente y tener coherencia con los procesos constructivos, productivos del proyecto, con el requerimiento de superficie, características de funcionamiento, necesidad de mantenimiento, implicaciones legales y administrativas, entre otras.

B. Eficacia y eficiencia ambiental

   Se evalúa la capacidad que tiene la medida para abarcar y lograr los objetivos planteados que se pretenden, incluye el impacto residual y el de la propia medida; en tanto la eficiencia se refiere a la relación existente entre los objetivos que consigue y los medios necesarios para conseguirlos.

C. Viabilidad económica y financiera

   La viabilidad económica se refiere a la relación entre costes y beneficios económicos de las medidas, mientras la financiera evalúa la coherencia

entre el coste de la medida y las posibilidades presupuestarias del promotor.

D. Facilidad de implantación, mantenimiento, seguimiento y control

   En la medida de lo posible, las medidas deben ser fáciles de realizar, conservar y controlar para garantizar su ejecución.

Los criterios anteriormente descritos resultaron fundamentales para la selección de las medidas de mitigación, de las que fueron propuestas por los diferentes profesionales que participaron en el estudio.

VI.4 Selección de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación

Como parte de la selección de medidas que podrían derivar de cada uno de los impactos negativos con potencial manifestación en el SAR e identificados en el capítulo V, se aplicó un análisis de selección basado en los criterios descritos en la sección anterior.

La relación de impactos permitió la identificación de un conjunto de alternativas de medidas de prevención, mitigación y/o compensación, sin más límite que la lógica de cada planteamiento.

Posteriormente, en conjunto con los especialistas que participaron en todas las actividades técnicas de la MIA-R, se llevó a cabo el análisis para identificar aquellas medidas que fueran viables. El grupo fue analizando cada impacto y discutiendo las posibilidades de reconocimiento de medidas que ayudaran a prevenir, mitigar y/o compensar el efecto negativo o potencializar el efecto positivo de cada impacto, mismas que se nominaron como “medidas particulares”.

Así, se integraron tres juegos de medidas posibles de aplicar y, en consecuencia, se desecharon aquellas otras que evidenciaron incongruencia o falta de vinculación con el impacto que se pretendía enfrentar. El resultado alcanzado se detalla en la Tabla VI.2 a Tabla VI.4 y en la Tabla VI.5 se presentan las medidas seleccionadas por ser aquellas que satisfacen los cuatro criterios anteriormente señalados.

Tabla VI.2 Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 1

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Restauración agrológica de áreas abandonadas	SI	NO	NO	NO	NO
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrame y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
			abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.					
			Trasladar a talleres acreditados y especializados la maquinaria y vehículos para reparaciones y mantenimiento	SI	NO	NO	NO	NO
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	Cambiar la ubicación del proyecto	NO	SI	NO	NO	NO
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
		Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Fomento de áreas de atracción de fauna alejadas del proyecto	SI	NO	SI	NO	NO
			Implementación de pasos de fauna	SI	NO	SI	NO	NO
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilidad	
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Elaboración de folleto explicativo del proyecto	SI	NO	SI	NO	NO
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla VI.3Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 2

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Conformar una brigada que este monitoreando que no haya derrames, así como el manejo adecuado de residuos	SI	NO	NO	NO	NO

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			En caso de un posible derrame, restaurar el sitio mediante prácticas eficientes	SI	SI	NO	NO	NO
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	Cambiar la ubicación del proyecto	NO	SI	NO	NO	NO
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			Ejecución de obras de protección de suelos	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
		Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Implementación de pasos de fauna	SI	NO	SI	NO	NO
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Restauración de las áreas intervenidas	SI	NO	NO	NO	NO
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla VI.4: Valoración de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación de la Alternativa 3

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	Monitoreo de partículas suspendidas ocasionadas por tránsito vehicular	NO	NO	NO	NO	NO
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Monitoreo de los niveles de ruido emitido por maquinaria y equipos	NO	NO	NO	NO	NO
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Otorgar incentivos que sean atractivos a los trabajadores por el correcto manejo de residuos	SI	SI	NO	NO	NO
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			Pastización de áreas degradadas	SI	SI	NO	NO	NO
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia		Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
		Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
		Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Conformación de sitios que funjan como hábitat en áreas aledañas al AeP	SI	NO	NO	NO	NO
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Permitir la revegetación natural en la etapa de abandono	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económico	Factibilida	
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla VI.5: Tabla de medidas de mitigación resultante

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
Aire	Calidad	Incremento temporal de partículas suspendidas	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
	Confort sonoro	Incremento temporal en los niveles de ruido	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Agua	Calidad	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
			Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Cantidad	Disminución puntual de la infiltración	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Suelo	Calidad	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	SI	SI	SI	SI	SI
			Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	SI	SI	SI	SI	SI
			El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
	Topografía	Modificación puntual del relieve original	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Erosión	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	SI	SI	SI	SI	SI
			De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	SI	SI	SI	SI	SI
			Ejecución de obras de protección de suelos	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio abiótico	Drenaje superficial	Afectación puntual del curso de escorrentías	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Riqueza y abundancia	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Hábitat	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Fauna	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	SI	SI	SI	SI	SI
			Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Riqueza y abundancia	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
Flora	Cobertura de vegetación natural	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI

Factor	Subfactor	Impacto ambiental	Medida propuesta	Criterios de viabilidad				Medida seleccionada
				Técnico	Eficiencia	Económic	Factibilida	
Flora	Endemismo y especies en riesgo	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	SI	SI	SI	SI	SI
			Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	SI	SI	SI	SI	SI
			Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	SI	SI	SI	SI	SI
Procesos del medio biótico	Movilidad de especies	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI
			El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	SI	SI	SI	SI	SI
			Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	SI	SI	SI	SI	SI

El proceso de depuración seguido, aunque exhaustivo, ayuda a concentrar una serie de medidas de mitigación que se integraran al Plan de Vigilancia Ambiental.

Las medidas fueron analizadas según el alcance que se detectaba para cada una de ellas y, se agruparon en un conjunto más reducido que muestra el carácter polivalente de muchas de ellas, concluyendo en un conjunto de 25 medidas, definidas en esta MIA-R como medidas de aplicación obligatoria (Tabla VI.6).

Tabla VI.6: Medidas de mitigación seleccionadas para el proyecto

Parque Fotovoltaico Arcturus Solar	Impacto ambiental	Incremento temporal de partículas suspendidas	Incremento temporal en los niveles de ruido	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Disminución puntual de la infiltración	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Modificación puntual del relieve original	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Afectación puntual del curso de escorrentías	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Modificación del paisaje	Total
Medida propuesta	**ID**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	
Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	1							x											1
Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	2										x								1
Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	3			x		x													2
Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	4			x		x													2
Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	5			x		x													2
Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	6			x		x													2
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	7	x	x	x		x													3
El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	8			x		x													2
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	9	x		x		x													1
Ejecución de obras de protección de suelos	10							x											1
Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	11								x										1
Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	12									x	x		x		x	x			5

Parque Fotovoltaico Arcturus Solar	Impacto ambiental	Incremento temporal de partículas suspendidas	Incremento temporal en los niveles de ruido	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Disminución puntual de la infiltración	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos	Modificación puntual del relieve original	Incremento de la susceptibilidad de erosión	Afectación puntual del curso de escorrentías	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales	Modificación del paisaje	Total
Medida propuesta	**ID**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**	**17**	
De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	13	x						x											2
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	14			x		x												x	1
Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	15			x		x													2
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	16				x		x	x	x	x		x		x	x	x	x	x	11
Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	17													x	x	x			3
La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	18							x		x	x		x						4
Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	19									x	x		x						3
Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	20									x			x						2
Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	21				x			x	x										3
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	22		x	x		x				x	x		x		x	x			8
Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	23			x		x													2
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	24			x		x												x	1
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	25				x			x						x					3
Tota		**3**	**2**	**12**	**3**	**12**	**1**	**7**	**3**	**6**	**5**	**1**	**5**	**3**	**4**	**4**	**1**	**3**	

VI.5 Diseño e integración de las estrategias

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicables al proyecto, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias[II] que agrupan las medidas de mitigación, las cuales son:

- Conservación de la calidad atmosférica;
- Preservación de la calidad del agua;
- Conservación de las condiciones edáficas;
- Conservación de los indicadores de biodiversidad;
- Conservación de las condiciones paisajísticas.

VI.5.1 Descripción de las estrategias o sistema de medidas de mitigación

Al concluir el análisis de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación aplicable al proyecto, éstas se agruparon de acuerdo a lineamientos de acción y al factor en el que inciden los impactos ambientales, los cuales se orientan a alcanzar un objetivo en específico, dando como resultado estrategias que agrupan las medidas de mitigación.

Basándose en este ejercicio, se describen a continuación las estrategias de mitigación que se aplicarán para atenuar, disminuir o mitigar el efecto de los impactos ambientales negativos.

La descripción que se presenta sigue un esquema en el cual los impactos se agrupan por la incidencia hacia determinado factor y subfactor del ambiente y por la etapa del proyecto en la cual se prevé pudieran registrarse los impactos destacables. En cada estrategia se incluyen las medidas orientadas a atender los impactos correspondientes.

De igual forma se citan los diferentes impactos objetivo que las diversas medidas se orientan a prevenir, evitar, regular, mitigar o compensar y, en cada caso se detalla el período de aplicación que se compromete para alcanzar los resultados esperados, mismos que habrán de ser reportados en los informes de seguimiento ambiental.

[II] Serie de acciones previamente analizadas, encaminadas hacia un fin determinado. RAE: Es un concepto regulable, conjunto de las reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento.

VI.5.1.1 Estrategia 1 “conservación de la calidad atmosférica”

Esta estrategia agrupa medidas particulares que se orientan a propiciar el mantenimiento de las condiciones que caracterizan al factor atmósfera en el SAR. Las actividades que se realizaran durante la preparación del sitio, construcción y abandono podrían alterar de forma puntual y temporal la calidad atmosférica, debido a que el tránsito vehículos y maquinaria, así como el movimiento de tierras, la realización de las zanjas para acometida de cables, el despalme, ocasionaran que se levanten partículas edáficas y que se incremente el nivel sonoro; razón por la cual se plantea esta estrategia.

Mediante el riego con agua tratada de los viales y áreas de los frentes de trabajo, se evitará incrementar la concentración de partículas suspendidas, aunque la presencia de material particulado será temporal y local, por lo que no es un impacto que se extienda a grandes distancias.

Asimismo, para evitar incrementar la concentración de otros materiales, como gases provenientes de la combustión, el parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente. De forma adicional, se prevé el mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, vehículos y equipo, con la finalidad de evitar averías y fuentes potenciales de contaminantes.

Tabla VI.7: Conservación de la calidad atmosférica

CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA								
Impactos que atiende:	- Incremento temporal de partículas suspendidas. - Incremento temporal en los niveles de ruido.							
Factor ambiental:	- Aire	**Subfactor ambiental**:	- Calidad - Confort sonoro	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x		x
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la “Conservación de la calidad atmosférica”, debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, así como del personal de obra. Para lo cual se plantean las siguientes medidas.							

Medida	**Periodo de aplicación**
De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	Durante todas las etapas del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	Durante todas las fases del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.

CONSERVACIÓN DE LA CALIDAD ATMOSFÉRICA	
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del proyecto que podrían ocasionar afectaciones.
Eficacia:	La ejecución de esta medida asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación de todo el personal participante.
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso aire mantenga su calidad en el ecosistema.
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado, quien podrá reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los resultados del plan de manejo de residuos, de las bitácoras, los manifiestos de entrega/recepción, las autorizaciones de las empresas subcontratadas para el mantenimiento de los sanitarios portátiles, principalmente.

VI.5.1.2 Estrategia 2 “preservación de la calidad del agua”

Esta estrategia tiene como objetivo principal mantener la calidad del agua, mediante buenas prácticas durante la construcción y el manejo adecuado de residuos. Principalmente durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se aplicarán las medidas contenidas en esta estrategia, considerando que las afectaciones se encuentran relacionadas con el manejo adecuado de residuos, el mantenimiento vehicular, de maquinaria y equipo y el diseño del proyecto.

Durante la preparación del sitio y construcción, el parque vehicular y maquinaria deberán contar con un kit antiderrames, el cual será empleado para la atención de emergencias mecánicas y durante la recarga de combustible, esto con la finalidad de evitar que los hidrocarburos originen un deterioro de la calidad del agua, no solo en el AeP sino en los cuerpos de agua que pueda haber en las inmediaciones. Asimismo, cuando la maquinaria se encuentre estacionada y sin ser utilizada, o que no tenga una supervisión constante, se prevé la colocación de material impermeable debajo, lo que evitará que posibles derrames de hidrocarburos alcancen el suelo o escorrentías.

La capacitación constante al personal de obra ayudará a reducir la probabilidad de accidentes que provoquen el deterioro en la calidad del agua. Lo mismo acaece con el mantenimiento periódico al parque vehicular, maquinaria y equipo, siendo responsabilidad de cada contratista que se encuentre involucrada en las diferentes etapas del proyecto y con lo cual se prevé detectar posibles averías que podrían originar afectaciones al factor hídrico.

Se presentan los lineamientos del programa de manejo integral de residuos, el cual contiene las acciones básicas que permitirán el manejo adecuado de éstos, impidiendo la contaminación del recurso hídrico, así como la colocación de letrinas portátiles, cuyas aguas residuales que será generadas durante la etapa de construcción estarán a cargo de una empresa debidamente acreditada para el manejo, traslado y disposición de las mismas. Mientras que, durante la etapa de

operación, se prevé la instalación de una fosa séptica, la cual recibirá mantenimiento periódico que evitará afectaciones al recurso hídrico por descargas de aguas provenientes de los sanitarios.

Tabla VI.8: Preservación de la calidad del agua

PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA								
Impactos que atiende:	- Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos - Disminución puntual de la infiltración - Afectación puntual del curso de escorrentías.							
Factor ambiental:	- Agua - Procesos del medio abiótico	**Subfactor ambiental**:	- Calidad - Cantidad - Drenaje superficial	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia se encuentra encaminada a la "Conservación de la calidad atmosférica", debido a que el impacto ambiental identificado pudiera alterar la concentración de partículas suspendidas o del confort sonoro debido a la presencia de maquinaria, vehículos y equipo, así como del personal de obra. Para lo cual se plantean las siguientes medidas.							

Medida	Periodo de aplicación
Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	Durante todas las etapas del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP
El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	Durante la etapa de operación y mantenimiento
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.
Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	Durante todas las etapas del proyecto
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	Durante todas las etapas del proyecto
Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	Durante la etapa operativa
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	Durante el abandono
Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos	Durante la construcción

PRESERVACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA	
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	Durante la construcción
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	Durante todas las etapas del proyecto
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del proyecto que podrían ocasionar afectaciones.
Eficacia:	La ejecución de esta medida asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación de todo el personal participante.
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso hídrico mantenga su calidad en el ecosistema.
Supervisión:	La supervisión de esta estrategia estará dada por el personal asignado, quien podrá reportar la implementación de las medidas que integran esta estrategia a través de los resultados del plan de manejo de residuos, de las bitácoras, los manifiestos de entrega/recepción, las autorizaciones de las empresas subcontratadas para el mantenimiento de los sanitarios portátiles, principalmente.

VI.5.1.3 Estrategia 3 “conservación de las condiciones edáficas”

Durante la identificación de los impactos ambientales que podrán ser generados por el desarrollo del proyecto, se determinaron tres relacionados con el factor edáfico, debido a la remoción de vegetación, el tránsito vehicular, de personal o de maquinaria, modificación de las características físicas e incremento en la susceptibilidad de erosión; por lo que, se identificaron dieciséis medidas encaminadas a evitar, disminuir o compensar estas alteraciones.

En esta estrategia se incluyen las medidas que evitarán afectaciones a las zonas adyacentes, el uso del suelo orgánico que sea extraído durante el despalme en el mejoramiento de áreas erosionadas; además, con la implementación del programa de manejo integral de residuos, se prevé mantener la calidad del suelo, evitando la contaminación por descargas de aguas residuales, manejo inadecuado de residuos, traslado y disposición final de éstos, poniendo énfasis a los residuos peligrosos.

El suelo orgánico que sea extraído durante el despalme, se prevé sea acopiado en áreas delimitadas que fungirán como almacenes temporales. Estas áreas serán determinadas dependiendo del volumen de suelo recuperado en cada frente de trabajo y se encontraran dentro del AeP, evitando ocasionar afectaciones a las zonas aledañas al proyecto y a los remantes de vegetación que existen. Asimismo, el suelo orgánico recuperado podrá ser utilizado durante las actividades de reubicación de la planta rescatada o bien para mejorar los suelos de las parcelas agrícolas que se encuentren en las inmediaciones del AeP.

En todo momento y durante todas las etapas del proyecto, para el traslado y disposición final de residuos peligrosos se hará a través de una empresa que cuente

con la debida acreditación y autorización para el manejo y disposición de este tipo de materiales.

Para evitar incidentes relacionados con vertidos de grasas, aceites o hidrocarburos por falta de mantenimiento de vehículos, equipo o maquinaria, se deberá verificar que éstos estén en condiciones óptimas; además, las reparaciones se realizarán tomando las precauciones necesarias que eviten derrames en el suelo. Ante la eventualidad de tener que realizar alguna reparación de emergencia o uso de hidrocarburos, los operadores de maquinaria o vehículos contaran con un kit antiderrame.

Para evitar las descargas de aguas residuales e impedir que estas causen afectaciones al suelo, se colocaran sanitarios portátiles en los frentes de trabajo, su mantenimiento estará a cargo de empresas acreditadas, quienes se encargaran del traslado y disposición final de los residuos.

Así, esta estrategia agrupará once medidas polivalentes específicas para atender total o parcialmente tres impactos.

Tabla VI.9: Conservación de las condiciones edáficas

CONSERVACIÓN DE LAS CONDICIONES EDÁFICAS								
Impactos que atiende:	- Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos - Modificación puntual del relieve original - Incremento de la susceptibilidad de erosión							
Factor ambiental:	- Suelo - Procesos del medio abiótico	**Subfactor ambiental**:	- Calidad - Topografía - Erosión	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	Los impactos relacionados con la calidad, la susceptibilidad de erosión y la modificación al relieve natural pueden provocar una inestabilidad en los suelos, situación que puede afectar a otros componentes ambientales, por lo que las medidas propuestas se enfocan a evitar estas alteraciones durante la preparación del sitio, construcción, operación y abandono, de tal forma que las características edáficas se mantengan lo más similar posible que en el T0.							

Medida	**Periodo de aplicación**
Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono

CONSERVACIÓN DE LAS CONDICIONES EDÁFICAS	
El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	Durante todas las etapas del proyecto que involucren el acceso de vehículos al AeP
El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono
Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.	Durante la etapa de operación y mantenimiento
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.
Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	Durante todas las etapas del proyecto
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	Durante todas las etapas del proyecto
Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	El acopio se realiza durante la preparación y su uso se realiza durante la construcción.
Ejecución de obras de protección de suelos	Durante la construcción
La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	Durante la preparación del sitio
Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.	Durante la etapa operativa
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	Durante el abandono
De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	Durante la etapa de preparación del sitio y construcción
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto	Durante la construcción
El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	Durante todas las etapas del proyecto
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	Durante la etapa de preparación y construcción
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado todos los procesos del proyecto que podrían ocasionar afectaciones.
Eficacia:	Estas medidas, al ser aplicadas correctamente son altamente eficaces y eficientes e involucra a todo el personal.
Eficiencia ambiental:	La ejecución permitirá minimizar los posibles impactos de afectación que se puedan originar por el desarrollo del proyecto, permitiendo que el recurso edáfico mantenga su estabilidad en el ecosistema.
Supervisión:	La promovente designará al personal responsable de dar seguimiento a las medidas planteadas en la presente estrategia, siendo incluidos los resultados en los informes periódicos que se entregaran a la autoridad durante las fases de preparación de sitio y construcción.

VI.5.1.4 Estrategia 4 “conservación de los indicadores de biodiversidad”

El diseño de esta estrategia considera los impactos ambientales identificados que pudieran afectar los valores de diversidad vegetal y de fauna, ya sea de forma

directa sobre los individuos de algunas de las especies presentes en el área de establecimiento del proyecto, alterando consigo los valores de abundancia e índices de diversidad.

Se prevé la instalación de señalización que regulen los límites de velocidad, no solo dentro del AeP, sino en las vías alternas, aunado a que, por políticas de cada contratista, se deberá concientizar al personal de obra sobre la importancia de cuidar la flora y fauna silvestre, dentro y fuera de las áreas de trabajo, además de la importancia de no circular en áreas fuera de las vialidades.

Se conformarán un par de brigadas encargadas de realizar las actividades de rescate y reubicación de flora y fauna, siguiendo los lineamientos establecidos en cada uno de los programas propuestos. Asimismo, se prevé la instalación de salvapájaros en los cables de la línea de transmisión, elementos que incrementaran la visibilidad del cableado y reducirá las colisiones potenciales de aves con estos elementos.

Para ello se diseñaron e integraron 8 medidas de mitigación, siete de ellas inciden directamente sobre el factor vegetación y la fauna.

Tabla VI.10: Conservación de los indicadores de biodiversidad"

<table>
<tr><th colspan="10">CONSERVACIÓN DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD</th></tr>
<tr><td>Impactos que atiende:</td><td colspan="9">- Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto
- Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución
- Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto
- Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo
- Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto
- Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto
- Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo
- Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Factor ambiental:</td><td rowspan="2">- Fauna
- Flora
- Procesos del medio abiótico</td><td rowspan="2">Subfactor ambiental:</td><td rowspan="2">- Riqueza y abundancia
- Hábitat
- Endemismo y especies en riesgo
- Cobertura de vegetación natural
- Movilidad de especies</td><td rowspan="2">Fase de ejecución:</td><td>PS</td><td>C</td><td>OyM</td><td colspan="2">A</td></tr>
<tr><td>x</td><td>x</td><td>x</td><td colspan="2">x</td></tr>
<tr><td>Descripción de la estrategia:</td><td colspan="9">La estrategia está diseñada para mantener las condiciones adecuadas para la conservación de los valores de diversidad faunística y florística que podrían verse alterados a causa de los impactos ambientales identificados para estos factores.</td></tr>
<tr><td colspan="7">Medida</td><td colspan="3">Periodo de aplicación</td></tr>
<tr><td colspan="7">El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada</td><td colspan="3">Durante todas las etapas del proyecto</td></tr>
<tr><td colspan="7">La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones</td><td colspan="3">Durante la preparación del sitio</td></tr>
<tr><td colspan="7">Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto</td><td colspan="3">Durante la preparación del sitio y la construcción</td></tr>
</table>

CONSERVACIÓN DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD	
Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”	Durante la construcción y operación del proyecto
Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	Durante todas las etapas del proyecto
Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	Durante la preparación del sitio, construcción y abandono de forma recurrente, durante la etapa de operación y mantenimiento se deberá concientizar a todo el personal por lo menos una vez al inicio de sus actividades en el AeP.
Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	Durante la preparación del sitio
En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural	Durante el abandono
Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	Durante todas las etapas del proyecto
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las diferentes etapas de ejecución, así como las acciones respectivas, y todas ellas presentan valores de viabilidad.
Eficacia:	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación antes y durante de los efectos de los impactos ambientales referidos.
Eficiencia ambiental:	La ejecución de la estrategia permitirá minimizar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula, recuperando poco a poco las características ambientales descritas para el T0.
Supervisión:	El supervisor ambiental será el encargado de inspeccionar que se apliquen de forma correcta las medidas planteadas y contenidas en la presente estrategia, quien, además, deberá reportar si existen afectaciones que no fueron previstas inicialmente y proponer nuevas medidas que minimicen o compensen las afectaciones.

VI.5.1.5 Estrategia 5 “conservación de las condiciones paisajísticas”

Se ha encontrado que uno de los impactos ambientales identificados pudiera afectar al paisaje, ya sea por afectación directa sobre algunos elementos clave del paisaje, trastornando consigo las características en el tiempo cero; por lo que esta estrategia está encaminada a la “Conservación de las condiciones paisajísticas”. La estrategia está formada por tres medidas de prevención, mitigación y compensación.

Tabla VI.11: Conservación de las condiciones paisajísticas

CONSERVACIÓN DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD								
Impactos que atiende:	- Modificación del paisaje							
Factor ambiental:	- Paisaje	**Subfactor ambiental**:	- Calidad	**Fase de ejecución**:	**PS**	**C**	**OyM**	**A**
					x	x	x	x
Descripción de la estrategia:	Esta estrategia está diseñada para el mantenimiento de las condiciones paisajísticas, toda vez que este factor puede verse afectado por un impacto ambiental identificado. En este sentido, la estrategia aquí abordada se compone de tres diferentes medidas compensatorias y de control.							
Medida					**Periodo de aplicación**			
Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto					Durante la construcción			

CONSERVACIÓN DE LOS INDICADORES DE BIODIVERSIDAD	
El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	Durante todas las etapas del proyecto
Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	Durante la preparación del sitio y la construcción
Viabilidad:	No enfrenta ninguna limitación de tipo técnico, puesto que se han considerado las diferentes etapas de ejecución, así como las acciones respectivas, y todas ellas presentan valores de viabilidad.
Eficacia:	La ejecución de este tipo de medidas asegura su eficacia y la eficiencia, toda vez que incide en la actuación durante de los efectos de los impactos ambientales referidos.
Eficiencia ambiental:	La ejecución de la estrategia permitirá compensar cada uno de los impactos ambientales descritos en esta cédula.
Supervisión:	Esta estrategia involucra la participación de todo el personal, desde el promovente, el equipo de ingenieros civiles, los trabajadores y encargados ambientales; quienes estarán a cargo de supervisar que las medidas aquí propuestas, sean aplicadas.

Con base en la información precedente y derivado de las medidas propuestas se plantearon los lineamientos de seis programas específicos (enunciados en su estrategia correspondiente), los cuales son:

1. Programa de información y capacitación ambiental
2. Programa de conservación de suelos
3. Programa de conservación de escurrimientos
4. Programa de manejo integral de residuos
5. Programa de rescate y reubicación de flora silvestre
6. Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre

Los programas formaran parte del Programa de vigilancia ambiental (PVA); los resultados esperados, así como los indicadores de éxito de estos programas (Tabla VI.12) están en función del factor objetivo de aplicación, por lo que los indicadores pueden o no ser cuantificables.

Tabla VI.12: Relación de los programas planteados, sus indicadores de éxito y resultados esperados

Programa	Indicador	Resultados esperados
Programa de información y capacitación ambiental	◦ Número de empleados capacitados ◦ Número de reportes de no conformidad por negligencia de las cuadrillas	Se espera que todo el personal involucrado en las distintas etapas del proyecto, sea capacitado, con la finalidad de no causar afectaciones a los factores ambientales por la presencia de personal, maquinaria y vehículos.
Programa de conservación de suelos	◦ Número de obras propuestas y las realizadas ◦ Manejo de suelos: superficie afectada y autorizada ◦ Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de este programa se espera, por un lado, el mantener las condiciones de la capa edáfica presente en el AeP y, por el otro, implementar obras que detengan los procesos erosivos que pudieran llegar a suceder por la construcción del proyecto

Programa	Indicador	Resultados esperados
Programa de conservación de escurrimientos	° Relación de acciones propuestas y realizadas	Con la aplicación de este programa se espera mantener las condiciones de los escurrimientos e implementar obras que detengan los procesos erosivos previstos en el área.
Programa de manejo integral de residuos	° Bitácoras de residuos ° Manifiestos de traslado y disposición final ° Reportes negativos por mal manejo y disposición de residuos dentro del AeP ° Volúmenes de residuos generados y evidencia de manejo y disposición final ° Correcta aplicación de las medidas ante contingencias por derrames accidentales	Con la aplicación del presente programa se pretende tener un control del 95% de los residuos generados por las obras que contempla el proyecto. Además de un manejo adecuado a cada uno de los residuos producidos, mediante la clasificación y un resguardo adecuado. En caso de derrames accidentales, correcta aplicación de las medidas propuestas.
Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	Sobrevivencia de los ejemplares reubicados al cabo de 6 meses	Se espera reubicar a individuos clave de las especies vulnerables de lento crecimiento y que tengan importancia por sus características bióticas; se busca minimizar el daño a las poblaciones presentes en el sitio al asegurar la supervivencia de los organismos reubicados. Elevar al máximo el porcentaje de sobrevivencia de los organismos reubicados, evitando causar daño excesivo durante el trasplante.
Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	Sobrevivencia al 100% de los ejemplares capturados y reubicados	Se espera no causar afectaciones a individuos de fauna presentes en el AeP, a través del rescate y reubicación a zonas fuera de la construcción; lo cual será reforzado mediante la concientización ambiental de los trabajadores.

VI.6 Ejecución de las medidas

La atención de las diferentes medidas de mitigación particulares por fase o componente del proyecto no está definida en el tiempo puntualmente, sino que cada una de ellas iniciará una vez que se inicie la fase o componente que causa el impacto, salvo aquellas medidas que sean de prevención, las cuales iniciarán antes (Tabla VI.13).

Tabla VI.13: Calendario de aplicación de medidas con base en las etapas del proyecto

ID	Medida propuesta	Preparación	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono
1	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran	x			
2	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”			x	
3	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.	x	x		x
4	Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos	x	x		x
5	Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.	x	x		x
6	Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.	x	x		x
7	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico	x	x	x	x
8	El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.	x	x		x
9	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente	x	x	x	x
10	Ejecución de obras de protección de suelos		x	x	
11	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos		x	x	
12	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.	x	x	x	x
13	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.	x	x		x
14	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto		x		
15	Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.			x	
16	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada	x	x	x	x
17	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora	x			
18	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones	x			
19	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto	x	x		x
20	Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.	x	x	x	x
21	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.			x	
22	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.	x	x	x	x
23	Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto	x	x	x	x
24	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto	x	x		x
25	En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural				x

VI.7 Programa de vigilancia ambiental (PVA)

La integración de las medidas de prevención, mitigación y compensación, así como las obligaciones en materia ambiental que la autoridad atribuya a la empresa promovente, a través de los Términos y Condicionantes del oficio resolutivo que en

su caso sea emitido, será a través del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA), el cual es el instrumento idóneo para concentrar el seguimiento que habrá de darse a cada una de las medidas adoptadas en los tiempos de aplicación precisos para cada una. En este sentido, el PVA tiene como objetivo el plantear una serie de acciones e indicadores con la finalidad de garantizar el cumplimiento tanto de las medidas planteadas en este capítulo como de las obligaciones impuestas por la autoridad en materia.

No obstante que, es importante destacar que el programa de vigilancia ambiental en su versión actualizada será integrado y entregado a la autoridad competente, una vez autorizado el proyecto motivo de esta MIA-R, de manera que puedan incorporarse las obligaciones impuestas junto con las medidas propuestas en este capítulo.

El PVA, en su versión final, conformará un documento de seguimiento y control que habrá de contener al conjunto de criterios técnicos que con base en la predicción elaborada sobre los efectos ambientales del proyecto, permitirá al promovente realizar un seguimiento sistemático, tanto de los compromisos propuestos en esta MIA-R, como de las condiciones que la autoridad llegará a imponer en su autorización y de aquellas otras situaciones que fuese necesario atender derivadas de alteraciones que no fueron previstas, principalmente por la complejidad del comportamiento del factor evaluado (impactos supervinientes) para ir realizando evaluaciones correctivas sobre la marcha del proyecto.

Adicionalmente, se entregará a la autoridad en materia, el informe de cumplimiento que corresponderá a un documento periódico, con la periodicidad que ésta impute en la resolución, el cual integrará las evidencias de cumplimiento de todas las actividades ejecutadas y objetivos alcanzados. En síntesis, el PVA asegura:

- Indicarle a la administración responsable de la ejecución del proyecto, dentro de la empresa (promovente), cuáles son los aspectos objeto de la vigilancia,
- El cabal cumplimiento de los términos, condicionantes y medidas de mitigación propuestas;
- Que, con la atención a los indicadores estratégicos ligados al proyecto, se asegura que se conserva la calidad ambiental de los ecosistemas que lo acogieron.

VI.8 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Considerando lo estipulado en el artículo 51 del REIA, la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras

puedan producirse daños graves a los ecosistemas. Por lo que en este apartado se presenta la información que podrá ser considerada para el otorgamiento del instrumento de garantía que dé cumplimiento al precepto indicado previamente.

El importe estimado para la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y/o compensación es de $2,002,071.00 (dos millones dos mil setenta y un pesos 00/100 MN) (Tabla VI.14), enfatizando en que dicho valor corresponde a un estimado preliminar, toda vez que el monto final incluirá los costos de ejecución de los Términos y/o Condicionantes que dictamine la autoridad en el oficio resolutivo; por lo anterior, el Estudio Técnico Económico que fungirá como base para fijar el monto de la fianza a obtener por la promovente y garantizar el cumplimiento de sus obligaciones, será integrado y entregado a la autoridad competente una vez sea autorizado el proyecto en materia de impacto ambiental.

Tabla VI.14: Estimación de la aplicación de recursos destinados a la prevención y mitigación

ID	Actividad	Monto
1	Programa de Vigilancia Ambiental[1/]	$ -
2	Programa de información y capacitación ambiental	$ 120,000.00
3	Programa de conservación de suelos	$ 570,650.00
4	Programa de conservación de escurrimientos	$ 466,450.00
5	Programa de manejo integral de residuos	$ 376,256.00
6	Programa de rescate y reubicación de flora silvestre	$ 143,135.00
7	Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre	$ 325,580.00
	Total	$ 2,002,071.00

[1] Presupuesto previsto en cada uno de los programas.

VI.9 Bibliografía

[1] DGIRA. 2010. Guía para la elaboración de la manifestación de impacto ambiental, modalidad regional. Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México. 39-41 pp

Capítulo VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la “Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional”, publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

1 SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 1

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto 1

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 6

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 9

VII.4 Pronóstico ambiental 12

VII.5 Evaluación de alternativas 13

VII.6 Conclusiones 13

VII.7 Bibliografía 14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla VII.1: Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SAR a través del tiempo (Serie VII, INEGI) 2

Tabla VII.2: Criterios para asignar valor biológico, de amenaza o riesgo y oportunidad de conservación 3

Tabla VII.3 Valoración de los criterios de calidad ambiental en el SAR al tiempo cero 5

Tabla VII.4: Impactos destacables identificados en el capítulo V 7

Tabla VII.5 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto 8

Tabla VII.6: Medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI 10

Tabla VII.7 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto y medidas de mitigación 11

Tabla VII.8: Pronósticos de los tres escenarios del SAR 12

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura VII.1 Escenario de la calidad ambiental al tiempo cero 6

Figura VII.2 Escenario de la calidad ambiental con proyecto 9

Figura VII.3 Escenario de la calidad ambiental con proyecto y medidas de mitigación 12

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Con base en la integración y el análisis de la información contenida en los capítulos II y IV, en los que se describen las características del proyecto y del sistema ambiental regional, así como de los capítulos V y VI donde se evalúan los impactos potenciales destacables producidos por el desarrollo del proyecto, y se seleccionan las medidas tendientes a reducir, mitigar o compensar dichos impactos, es posible estructurar el escenario ambiental actual del SAR del proyecto (línea base); y desarrollar los pronósticos ambientales del mismo sistema en dos escenarios más, uno de ellos considerando los impactos ambientales destacables del proyecto, y otro más ilustrando el resultado de la acción de las medidas correctivas o de mitigación sobre estos impactos.

En este sentido, el primer escenario se desarrolló a partir del análisis retrospectivo y del diagnóstico de la calidad ambiental del SAR formulados en el capítulo IV de esta MIA-R, sin considerar el proyecto como variable de cambio. En tanto que para los otros dos escenarios se revaloró la calidad ambiental sobre el mismo esquema utilizado en el capítulo IV, pero superponiendo teóricamente los impactos destacables y las medidas seleccionadas para mitigarlos.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Retomando la información presentada en el capítulo IV, es posible definir que las tendencias de deterioro del SAR están notoriamente relacionadas con el incremento de actividades antrópicas, donde destaca la agricultura y la ganadería, mismas que se extienden al 79.28% de su superficie, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal.

En este sentido, con el fin de contar con un escenario de la situación del SAR proyectado a futuro, sin la inserción del proyecto que nos ocupa y basado en datos georreferenciados, se desarrolló un pronóstico congruente con las tendencias de desarrollo y deterioro que prexisten en el área, para ello se recurrió a la obtención de la tasa anual de cambio de uso de suelo, conforme a los indicadores básicos de desempeño ambiental que ofrece el SNIA[II] y a partir de un análisis en retrospectiva de las modificaciones en el uso de suelo que ha experimentado el SAR a través del tiempo (Tabla VII.1), teniendo como fuente de información temáticas del INEGI[III]:

II http://www.semarnat.gob.mx/temas/estadisticas-ambientales/snia

III http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/recnat/default.aspx

- 1985: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación Serie I, escala 1:250 000. México.
- 2018: INEGI. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VII, escala 1: 250 000. México.

Tabla VII.1: Modificaciones en el uso de suelo en la superficie del SAR a través del tiempo (Serie VII, INEGI)

Clave	Tipos USV/Veg. Sec.	Sup. en m²	Sup en Ha.	%
ADV	Desprovisto de vegetación	301051.35	30.11	0.11
AH	Asentamientos humanos	54302223.23	5430.22	20.28
PI	Pastizal inducido	8444038.73	844.40	3.15
RA	Agricultura de riego anual	1915.02	0.19	0.00
RAS	Agricultura de riego anual y semipermanente	94393137.13	9439.31	35.26
RS	Agricultura de riego semipermanente	12760165.92	1276.02	4.77
TA	Agricultura de temporal anual	42048831.05	4204.88	15.71
VSa/SBC	Vegetación secundaria arbustiva de selva baja caducifolia	55050992.53	5505.10	20.56
VSA/SBC	Vegetación secundaria arbórea de selva baja caducifolia	416062.59	41.61	0.16
		267718417.55	26771.84	100.00

La tasa anual de cambio de uso de suelo se calculó con la fórmula:

$$r = \left(\left(\left(\frac{S2}{S1} \right)^{1/t} \right) * 100 \right) - 100$$

Dónde:
r = tasa anual.
S2 = superficie final.
S1 = superficie inicial.
T = tiempo transcurrido entre fechas.

Uno de los problemas que a menudo se afrontan respecto a las comunidades vegetales de México, es que no existe un sistema de clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales que sea de uso común, originando confusiones (González-Medrano, 2003[1]). Dicha problemática se observa en este caso donde la superficie por uso de suelo presentada en la tabla anterior exhibe diferencias en la clasificación y nomenclatura de las comunidades vegetales y de los otros usos de suelo debido a los criterios que en su momento el INEGI utilizó para la elaboración de las cartas temáticas que sirvieron de referencia, es por ello que, para este análisis se optó por utilizar sólo dos categorías agrupando los conceptos forestales

y los no forestales, que para el objetivo que se persigue en este apartado, resultan suficientes para proyectar la perdida de superficie forestal en el SAR

Se optó por implementar la metodología de Arriaga *et al*. (2000[2]) que utiliza la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad al determinar las áreas que puedan alcanzar la categoría de Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), descrita en los párrafos subsecuentes, que permite evaluar el estado de la calidad ambiental en regiones de grandes dimensiones.

Mediante la metodología antes señalada, es posible establecer el valor biológico de los atributos de una zona (a través de la valoración de 9 criterios), detectar las situaciones de amenaza o riesgo (6 criterios de evaluación) e identificar sus oportunidades de conservación (3 criterios evaluados). Para calificar dichos criterios se asigna un valor ponderado a cada uno, cuya sumatoria arroja un total que denota de manera general la calidad ambiental (Tabla VII.2).

Tabla VII.2: Criterios para asignar valor biológico, de amenaza o riesgo y oportunidad de conservación

	Criterios	ID	Descripción	Valores
Valor biológico	Extensión de la región	ER	La importancia de este aspecto radica en la correspondencia que existe entre el tamaño de la región y su biodiversidad	0= < 1000 ha. 1= 1000 a 10000 ha. 2= 10000 a 100000 ha. 3= > 100,000 ha
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	Se considera baja, cuando la presencia de plantas nativas y herbívoros silvestres medianos es escasa, así como cuando los procesos naturales de sucesión ecológica han sido alterados significativamente.	0= no se conoce 1= muy bajo 2=bajo 3= medio 4=alto
	Función como corredor biológico.	FC	Este criterio identifica la cualidad de una región de encontrarse conectada o servir de conexión con otra, por cualquier medio físico, el cual permite, entre otras cosas, el movimiento de especies silvestres.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Diversidad de ecosistemas	DE	Con este criterio se evalúa cualitativamente la variedad de ecosistemas que se encuentran representados en el área seleccionada.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Presencia de fenómenos naturales y “extraordinarios”.	FN	Este criterio identifica y evalúa fenómenos que ocurren en la naturaleza y que tienen un carácter “extraordinario”.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
	Presencia de endemismos	PE	Este aspecto se refiere a la existencia de organismos exclusivos de un área	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Riqueza especifica	RE	Este criterio considera el conjunto de las especies y subespecies representadas en un área por los organismos que allí habitan.	0= no se conoce 1=bajo 2=medio 3=alto
	Centro de origen y diversificación natural	CO	Este criterio evalúa la función que determinadas áreas han desempeñado como centros de origen, es decir áreas a partir de las cuales se han dispersado los taxa hasta alcanzar su distribución actual.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante

	Criterios	ID	Descripción	Valores
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	Asigna un valor a aquellas regiones que albergan germoplasma de plantas, ya sea en estado silvestre, semisilvestre o ligado a las actuales practicas productivas, en cantidad significativamente relevante.	0= no se conoce 1= poco importante 2= importante 3= muy importante
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	Área ocupada por ecosistemas conservados respecto al total de una región (expresada en porcentaje) es un indicador dinámico del grado de amenaza que esta presenta.	0= nulo 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)
	Grado de fragmentación de la región	GF	Este criterio se refiere al grado de perdida de conectividad de los ecosistemas de un área.	0= muy bajo 1= bajo 2= medio 3= alto
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	Los cambios en la densidad poblacional de una región son indicadores indirectos de la estructura productiva y los niveles de bienestar social que en ella existen.	0= negativo 1=estable 2= bajo 3= alto
	Presión sobre especies clave[IV].	PSE	Evalúan las actividades de explotación y extracción no controladas que ponen en riesgo la capacidad de regeneración de poblaciones de organismos clave.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Concentración de especies en riesgo	CER	La concentración de especies en riesgo en un área indica su importancia como zona de refugio, su valor como ecosistema relicto o bien, refleja el grado e amenaza al que está sometida la región y sus componentes.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	Evalúa el efecto que tienen las actividades humanas, incompatibles con la conservación de una región en particular.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
Oportunidades de conservación	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	Evalúa el porcentaje de una región en el que se aplica un esquema de manejo compatible con la conservación ya sea, bajo un área protegida en funcionamiento o bajo formas racionales de producción.	0= no se conoce 1= bajo (0-30%) 2= medio (30-60%) 3= alto (60-100%)
	Importancia de los servicios ambientales	SA	Los ecosistemas desempeñan funciones ecológicas importantes para la sociedad, a estas funciones vistas como servicios ambientales, presentados por el ecosistema, se les puede asignar un valor económico, por concepto del servicio y amplitud de su influencia.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
	Presencia de grupos organizados.	PGO	Evalúa la importancia que tiene la presencia de grupos organizados en las diferentes regiones, sean de campesinos, indígenas y asociaciones civiles u otros, que se realicen, apoyen, coordinen o fomenten actividades compatibles con la conservación.	0= no se conoce 1= bajo 2= medio 3= alto
Una zona en óptimas condiciones, una vez calificada con estos criterios sumaria un valor total de 43 puntos.				

La aplicación de los criterios utilizados por la CONABIO a los atributos del SAR se realizó con base en la caracterización y descripción del mismo en el capítulo IV, concretándose en la evaluación presentada en la Tabla VII.3. La puntuación obtenida por la sumatoria de todos los criterios evaluados fue transformada a una escala de 0 a 1 (donde 1 es el valor máximo, con base en el valor idóneo posible),

[IV] Se considera especie clave a aquella cuya distribución determina el límite de una región de importancia para la conservación y se caracteriza por desempeñar una función determinante dentro del ecosistema. (Arriaga *op cit.*)

lo anterior para visualizar el estado de calidad ambiental (CA) que guarda el SAR en los diferentes escenarios, a través de la siguiente expresión:

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio}$$

En este sentido, **el escenario sin proyecto obtuvo una valoración de calidad ambiental de 0.56**, el resultado es congruente con la caracterización del capítulo antes referido en el que de manera cualitativa se describe un SAR donde la calidad ambiental tiende a la baja (Figura VII.1).

Tabla VII.3 Valoración de los criterios de calidad ambiental en el SAR al tiempo cero

	Criterios	ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	2
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	3
	Función como corredor biológico.	FC	3	1
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	1
	Presencia de fenómenos naturales y “extraordinarios”.	FN	3	0
	Presencia de endemismos	PE	3	2
	Riqueza especifica	RE	3	1
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	1
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	3	0
		Subtotal	28	11
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	3
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	3
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	1	2
	Presión sobre especies clave.	PSE	1	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	3
		Subtotal	6	12
Oportunidades de conservación	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	3	0
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	1
	Presencia de grupos organizados.	PGO	3	0
		Subtotal	9	1
		TOTAL	**43**	**24**
		Calidad ambiental	**1**	**0.56**

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{24}{43} = 0.56$$

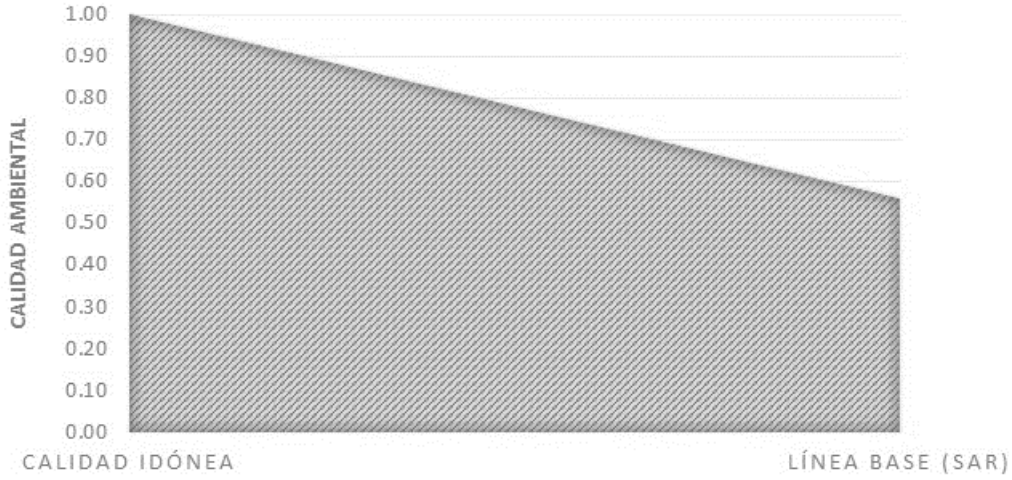


Figura VII.1 Escenario de la calidad ambiental al tiempo cero

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La construcción de este escenario se realizó tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales negativos[V] inherentes al desarrollo del proyecto, identificados en el capítulo V y retomados en la siguiente, sin considerar aún las medidas de mitigación.

[V] De acuerdo con la valoración desarrollada en el capítulo V, la ejecución del proyecto podrá ocasionar 17 impactos negativos, de los cuales 10 son impactos destacables, 4 son impactos no significativos y 3 son impactos despreciables; de los cuales, 7 impactos tienen carácter residual.

Tabla VII.4: Impactos destacables identificados en el capítulo V

ID	Impactos ambiental	Impacto ambiental			Impactos residuales
		Despreciables	No significativo	Destacable	
1	Incremento temporal de partículas suspendidas	●			
2	Incremento temporal en los niveles de ruido	●			
3	Alteración de la calidad del agua por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos		●		
4	Disminución puntual de la infiltración	●			
5	Alteración de la calidad del suelo por posible derrame de aceites, combustibles, lubricantes o sustancias relacionadas con la maquinaria y por el manejo inadecuado de residuos		●		
6	Modificación puntual del relieve original			●	●
7	Incremento de la susceptibilidad de erosión		●		
8	Afectación puntual del curso de escorrentías			●	
9	Afectación a individuos de fauna que utilizan el área establecimiento del proyecto		●		
10	Incremento en la tasa de mortalidad de la fauna derivado del atropellamiento, la colisión y la electrocución			●	●
11	Modificación del hábitat natural en el área de establecimiento del proyecto			●	●
12	Afectación a individuos de especies de fauna endémicas o con categoría de riesgo			●	
13	Remoción de individuos de vegetación natural presente en el área de establecimiento del proyecto			●	●
14	Reducción de la cubierta vegetal forestal en el área de establecimiento del proyecto			●	●
15	Afectación a individuos de especies de flora endémicas o con categoría de riesgo			●	
16	Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras o por la inducción a la búsqueda de satisfactores vitales			●	●
17	Modificación del paisaje			●	●
	Total	**3**	**4**	**10**	**7**

Con base en lo anterior y partiendo de la valoración del escenario de línea base, se restó o sumó medio punto (se restó en el caso de los criterios de valor biológico y oportunidades de conservación y se sumó en los criterios de amenaza y riesgo) sobre aquellos criterios correspondientes a los factores ambientales sobre los que incidirá algún o algunos de los impactos destacables. Cabe señalar que no se consideraron unidades completas en la valoración, pues no se prevé que la magnitud de los impactos provoque que los criterios desciendan o asciendan de calificación según los parámetros o rangos especificados en la metodología utilizada.

El resultado, advierte que, **una vez incorporado el proyecto al sistema ambiental regional, la calidad ambiental** del mismo disminuirá en un 0.01 con respecto a la línea base, pasando de 0.56 a **0.55** (Tabla VII.5; Figura VII.2). El decremento de la calidad ambiental, aunque mínimo, derivaría principalmente de una reducción en los atributos que otorgan valor biológico al SAR debido a aquellos impactos que inciden negativamente sobre el suelo, el agua, la vegetación, la fauna

y la movilidad de esta última; y como efecto de la residualidad de algunos de los impactos ambientales, las situaciones de amenaza o riesgo se incrementarían.

Tabla VII.5 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto

Criterios		ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)	Valor efectivo para el SAR (con Py)
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	2	2
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	3	3
	Función como corredor biológico.	FC	3	1	1
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	1	0.5
	Presencia de fenómenos naturales y "extraordinarios".	FN	3	0	0
	Presencia de endemismos	PE	3	2	1.5
	Riqueza especifica	RE	3	1	0.5
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	1	1
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	3	0	0
		Subtotal	28	11	9.5
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	3	3.5
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	3	3.5
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	1	2	2
	Presión sobre especies clave.	PSE	1	0	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	1	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	3	3.5
		Subtotal	6	12	13.5
Oportunidades de	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	3	0	0
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	1	0.5
	Presencia de grupos organizados.	PGO	3	0	0
		Subtotal	9	1	0.5
		TOTAL	**43**	**24**	**23.5**
		Calidad ambiental	**1**	**0.56**	**0.55**

SAR: Sistema Ambiental Regional; PY: Proyecto evaluado.

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{23.5}{43} = 0.55$$

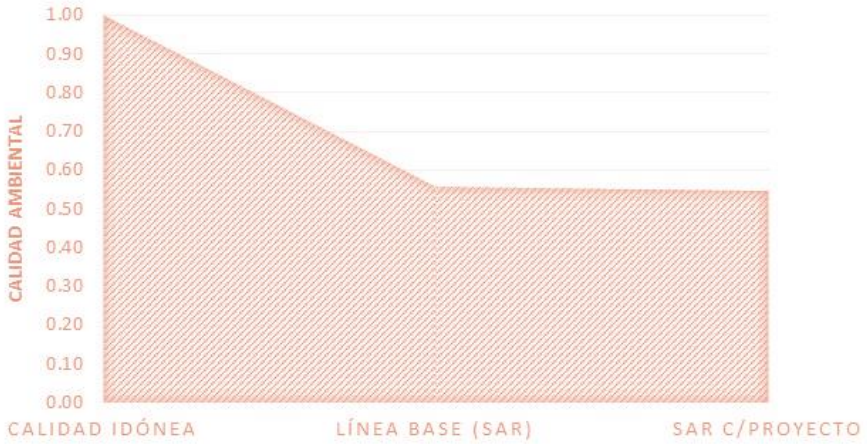


Figura VII.2 Escenario de la calidad ambiental con proyecto

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

El pronóstico en este escenario superpone las medidas de mitigación de aplicación obligatoria descritas en el capítulo VI, cuya propuesta y posterior ejecución está dirigida a reducir o prevenir los impactos previstos e inherentes al desarrollo del proyecto. Por lo que, siguiendo la metodología y valores asignados en el escenario anterior, se evaluaron los criterios de valor biológico, de amenaza y de oportunidades de conservación del SAR, suponiendo ya ejecutadas las medidas de mitigación, con las que se prevé el restablecimiento de algunos de los valores alterados con respecto a la línea base, por efecto de las actividades de rescate de flora y fauna, así como de las medidas preventivas y de concientización. No obstante, se mantuvo la valoración del escenario anterior para aquellos criterios sobre los que inciden impactos, para los que, si bien se aplicarán medidas de para reducir su magnitud, su carácter residual no permitirá el restablecimiento del valor asignado en la línea base (

Tabla VII.7). Pese a esto último, el resultado pronostica la posibilidad de mantener e incluso elevar ligeramente la calidad ambiental del SAR (**Figura VII.3**) gracias a la ejecución de acciones de conservación de suelo y de escurrimientos que se suman al criterio de “prácticas de manejo adecuado” y que actualmente no se ejecutan en el área, lo que podría derivar en un verdadero beneficio en la disminución de la erosión, favorecer la infiltración y del establecimiento natural de vegetación nativa.

Tabla VII.6: Medidas de mitigación propuestas en el capítulo VI

	Medida propuesta
1	Acopio del suelo orgánico para su empleo en mejoramiento de áreas que lo requieran
2	Colocación de elementos físicos en los cables conductores o de tierra que incrementan su visibilidad y/o estabilidad, comúnmente llamados “salvapájaros”
3	Colocar letrinas portátiles a razón de 1 letrina por cada 25 trabajadores, para evitar deyecciones al aire libre.
4	Colocar material plástico debajo de la maquinaria cuando se encuentre estacionada y se tenga la incertidumbre o certeza de estar averiada, con la finalidad de evitar contaminación de suelo y agua con hidrocarburos
5	Cuando se requiera realizar reparaciones o mantenimiento a la maquinaria o equipo y no se pueda trasladar a un taller especializado, los trabajos se realizarán protegiendo previamente el suelo con un material impermeable (plástico, lona, etc.) y sobre este último se colocará un material absorbente (aserrín, estopa, etc.). Una vez contaminados estos materiales deberán ser tratados como residuos peligrosos.
6	Por las noches, se prevé colocar material plástico debajo de la maquinaria, con la finalidad de evitar derrames potenciales de hidrocarburos.
7	El parque vehicular, maquinaria y equipos deberán ser sometidos a mantenimiento periódico
8	El parque vehicular y la maquinaria deberán portar un kit antiderrames y emplearlo tanto para la atención de emergencias mecánicas como durante la carga de combustibles.
9	El parque vehicular deberá contar con la verificación vehicular correspondiente
10	Ejecución de obras de protección de suelos
11	Ejecución de obras para la conservación de escurrimientos
12	Colocar señalizaciones informativas y restrictivas para el cuidado y protección de la fauna y flora silvestre y que regulen la velocidad máxima en las vialidades dentro y en las inmediaciones del proyecto.
13	De forma periódica se humedecerán los viales y aquellas áreas de trabajo que así lo requieran, para evitar la erosión del suelo y generación de polvo.
14	Durante la etapa de construcción y antes de iniciar la etapa de operación deberá realizarse la limpieza del área de establecimiento del proyecto
15	Durante la etapa operativa, el agua residual proveniente de los sanitarios será canalizada a una fosa séptica.
16	El desarrollo de las actividades del proyecto y la construcción de las obras deberán realizarse exclusivamente en el área autorizada
17	Implementar acciones de rescate y reubicación de flora
18	La remoción de la vegetación se realizará de forma gradual y manual para permitir el desplazamiento de la fauna y evitar afectaciones
19	Realizar técnicas de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna en el área de establecimiento del proyecto
20	Se prohíbe introducir fauna doméstica, nociva y/o exótica al área de establecimiento del proyecto.
21	Una vez finalizada la etapa de construcción, se permitirá la sucesión natural, principalmente de herbáceas, en las áreas donde sea posible.
22	Se concientizará y/o capacitará a todo el personal en diversos temas, tales como cuidado del agua, manejo integral de residuos, buenas prácticas durante la preparación, construcción y abandono, uso correcto del equipo de protección personal, cuidado y protección de flora y fauna silvestre.
23	Realizar el manejo adecuado de residuos, tal como se especifica en el programa de manejo integral de residuos de este proyecto
24	Evitar que los materiales y residuos de construcción permanezcan por tiempo prolongado dentro del área de establecimiento del proyecto
25	En la etapa de abandono se permitirá la sucesión natural

Tabla VII.7 Valoración pronosticada de los criterios de calidad ambiental en el SAR con proyecto y medidas de mitigación

	Criterios	ID	Valoración optima	Valor efectivo para el SAR (Línea base)	Valor efectivo para el SAR (con Py)	Valor efectivo para el SAR (con Py + MM)
Valor biológico	Extensión de la región	ER	3	2	2	2
	Integridad ecológica funcional de la región	IE	4	3	3	3
	Función como corredor biológico.	FC	3	1	1	1
	Diversidad de ecosistemas	DE	3	1	0.5	0.5
	Presencia de fenómenos naturales y "extraordinarios".	FN	3	0	0	0
	Presencia de endemismos	PE	3	2	1.5	2
	Riqueza especifica	RE	3	1	0.5	1
	Centro de origen y diversificación natural	CO	3	1	1	1
	Centro de domesticación o mantenimiento de especies útiles.	CD	3	0	0	0
		Subtotal	26	11	9.5	10.5
Amenaza o riesgo	Perdida de superficie original	PS	0	3	3.5	3.5
	Grado de fragmentación de la región	GF	0	3	3.5	3.5
	Cambios en la densidad de poblaciones humanas.	CDH	1	2	2	2
	Presión sobre especies clave.	PSE	1	0	0	0
	Concentración de especies en riesgo	CER	3	1	1	1
	Prácticas de manejo inadecuado	PMI	1	3	3.5	3
		Subtotal	6	12	13.5	13
Oportunidad de	Proporción del área bajo algún tipo de manejo adecuado.	ABM	3	0	0	1
	Importancia de los servicios ambientales	SA	3	1	0.5	1
	Presencia de grupos organizados.	PGO	3	0	0	0
		Subtotal	9	1	0.5	2
		TOTAL	**43**	**24**	**23.5**	**25.5**
		Calidad ambiental	**1**	**0.56**	**0.55**	**0.59**

SAR: Sistema Ambiental Regional; PY: Proyecto evaluado; MM: Medidas de mitigación.

$$CA = \frac{\sum valor\ efectivo\ resultante\ de\ cada\ criterio\ en\ el\ escenario\ evaluado}{\sum valor\ idóneo\ de\ cada\ criterio} = \frac{25.5}{43} = 0.59$$



Figura VII.3 Escenario de la calidad ambiental con proyecto y medidas de mitigación

VII.4 Pronóstico ambiental

A partir del análisis de los tres apartados anteriores, los pronósticos de la situación a la que tendería la calidad ambiental del SAR, desarrollados en este capítulo, se concreta en los siguientes escenarios (Tabla VII.8).

Tabla VII.8: Pronósticos de los tres escenarios del SAR

Escenario	Descripción
Escenario de línea base y pronóstico a 30 años sin proyecto	Se incide sobre un ambiente de calidad ambiental baja, donde existen indicadores de perturbación de origen antrópico, principalmente por la agricultura y la ganadería que ocupan el 79.28 % de la superficie del SAR, lo que ha derivado en el incremento de una tasa de cambio de uso de suelo negativa para la vegetación forestal. No obstante, aunque deteriorado por las actividades antrópicas, los ecosistemas del SAR aún conservan la capacidad de recuperarse por sí solos (resiliencia) en plazos cortos y medianos de tiempo, razón por la cual la mayor superficie forestal que se presenta en el SAR corresponde a vegetación en estado secundario de sucesión ecológica, por lo que puede inferirse que no se ha sobrepasado su capacidad de carga. La aplicación de los criterios utilizados por la CONABIO a los atributos del SAR derivó en un valor de **0.56** (en una escala de **calidad ambiental** del 0 al 1, donde 1 es el valor máximo de calidad ambiental), el resultado es congruente con la caracterización cualitativa del SAR en el capítulo IV, donde se describe una calidad ambiental a la baja.
Escenario con la inserción del proyecto	La inserción del proyecto provocará el cambio de uso de suelo en una medida poco significativa en el contexto del SAR (20.72 % de la superficie forestal del SAR); no obstante, su ejecución sin medidas de mitigación podría incidir directa y negativamente sobre los recursos flora, fauna, suelo, agua y paisaje, reduciendo la calidad ambiental del SAR del valor de 0.56 caracterizado en la línea base, a **0.55** con la inserción del proyecto (sin medidas de mitigación). El decremento de la calidad ambiental deriva de una reducción en los atributos que otorgan valor biológico al SAR sobre el área afectada por el proyecto, de la misma manera que sucede con las oportunidades de conservación, principalmente por aquellos impactos que inciden negativamente sobre la flora, la fauna y la movilidad de esta última y como efecto de la residualidad de algunos de los impactos ambientales, con los que las situaciones de amenaza o riesgo se incrementarán.

Escenario	Descripción
Escenario con proyecto e implementación de medidas de mitigación	Se estima positiva la posibilidad de mantener e incluso elevar ligeramente la calidad ambiental del SAR, reflejándose en el valor de calidad ambiental pronosticado de **0.59** (con el proyecto y medidas de mitigación) con respecto al 0.56 caracterizado en la línea base. Lo anterior se obtuvo suponiendo ya ejecutadas las medidas de mitigación en la metodología utilizada, con las que se prevé el restablecimiento de algunos de los valores alterados con respecto a la línea base, por efecto de las actividades de rescate y medidas preventivas y de concientización. No obstante, se mantuvo la valoración del escenario anterior para aquellos criterios sobre los que inciden impactos, para los que si bien se aplicarán medidas de para reducir su magnitud, su carácter de residual no permitirá el restablecimiento del valor asignado en la línea base. Pese a esto último, el resultado es positivo para la calidad ambiental del SAR, gracias a la ejecución de acciones de conservación de suelo y de escurrimientos, que se suman al criterio de "prácticas de manejo adecuado" y que actualmente no se ejecutan en el área, lo que podría derivar en un verdadero beneficio en la disminución de la erosión, favorecer la infiltración y del establecimiento natural de vegetación nativa sobre aquellos terrenos frágiles dentro del área del proyecto o sus cercanías. Asimismo, la ejecución de acciones de rescate y reubicación de fauna y flora, permitirán salvaguardar estos recursos y derivado de lo anterior, con la aplicación de las medidas de mitigación, las situaciones que sumaban amenazas o riesgos a la calidad ambiental del SAR disminuyen; y con la aplicación de los diversos programas ambientales, las oportunidades de conservación se incrementarán, contribuyendo sustancialmente a hacer ambientalmente compatible al proyecto.

VII.5 Evaluación de alternativas

No existen alternativas técnicas ni de ubicación del proyecto, toda vez que desde su conceptualización y diseño se valoró la viabilidad técnica y ambiental de su ejecución. Aunado a lo anterior, durante la estructuración de esta MIA-R logró acreditarse la viabilidad y compatibilidad ambiental del proyecto, evidenciando mediante los estudios de gabinete y de campo analizados en los diversos capítulos que integran este documento, que el AeP no incide sobre áreas naturales protegidas ni con presencia de especies microendémicas ni protegidas. De manera que su utilización como sitio de implantación del proyecto, con la aplicación de medidas de mitigación, no generará cambios perceptibles sobre la calidad ambiental del SAR.

VII.6 Conclusiones

Se incide en un ambiente deteriorado *a priori*, y de baja calidad ambiental. El área del proyecto no incidirá sobre recursos altamente conservados, sin embargo su ejecución sin medidas de mitigación podría derivar en una disminución sobre la calidad ambiental al aumentar las situaciones no compatibles con la conservación que ponen en riesgo los recursos de valor biológico, por lo que la aplicación de medidas de mitigación será indispensable para salvaguardar los recursos fauna y flora a través de los rescates, y los recursos suelo y agua derivado de su adecuado manejo y obras de conservación. Derivado de lo anterior, con la aplicación de las medidas de mitigación, las situaciones que sumaban amenazas o riesgos a la calidad ambiental del SAR disminuyen aunque no se restablecerá el valor de línea base debido a la presencia de impactos residuales y acumulativos; por otro lado, los

atributos de valor biológico se mantendrán en un nivel ligeramente inferior a lo evaluado en la línea base a causa de la presencia de impactos residuales; y finalmente, con la aplicación de los diversos programas ambientales, las oportunidades de conservación se incrementarán incluso por encima de lo evaluado en la línea base, toda vez que este tipo de actividades actualmente no se ejecutan en el área y contribuyen sustancialmente a hacer más ambientalmente amigable al proyecto.

VII.7 Bibliografía

[1] González Medrano, Francisco. 2003. Las comunidades vegetales en México: propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. México, D.F: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: Instituto Nacional de Ecología. 81 p. 2a. Edición.

[2] Arriaga, L., J.M. Espinoza. C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

+

Capítulo VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

El presente capítulo fue integrado conforme a la estructura y contenido recomendado en la "Guía para la elaboración de la Manifestación del Impacto Ambiental Modalidad Regional", publicada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales[1]

1 SEMARNAT, Guías de Impacto Ambiental, http://dsiappsdev.semarnat.gob.mx/formatos/DGIRA/Guia_MIA-R-DIC-2019.pdf

ÍNDICE DE CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL. 1

VIII.1 Relación de anexos 1

VIII.2 Glosario de términos 1

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN PRESENTADA EN LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1 Relación de anexos

Con el propósito de hacer un uso responsable del papel, los anexos que a continuación se enlistan, se presentan de la siguiente manera:

Anexo 1: Cartografía

VIII.2 Glosario de términos

Abiótico

Denominación que reciben todos los componentes que no tienen vida, como son las sustancias minerales, los gases y los factores climáticos que influyen en los organismos.

Aguas residuales o servidas

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos público urbano, doméstico, industrial, comercial, de servicios, agrícola, pecuario, de las plantas de tratamiento y en general, de cualquier uso, así como la mezcla de ellas.

Ambiente

El conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados.

Antrópico

Todo aquello que tiene que ver con los seres humanos y su posición en cuanto a lo natural, ya que engloba todas las modificaciones que sufre la naturaleza a consecuencia de la acción humana.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

Las AICA’s surgen de un programa de Birdlife International, el cual busca identificar este tipo de áreas en todo el mundo. Mediante criterios como la amenaza que sufren las especies de aves, lo restringido de sus distribuciones y la cantidad de aves que se pueden congregar en un solo sitio.

Áreas Naturales Protegidas (ANP)

Las zonas del territorio nacional y aquellos sobres las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la ley (LGEEPA).

Biodiversidad

La variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte, comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Biótico

Todos aquellos seres vivos de los ecosistemas.

Carta topográfica

Representación impresa o digital de la forma de la superficie terrestre, donde aparecen los elementos naturales de un estado o país, así como las obras hechas por el hombre (presas, zonas agrícolas, carreteras, acueductos u oleoductos, etc.), ubicados con exactitud mediante sus coordenadas geográficas (latitud y longitud).

Coordenadas geográficas

Líneas imaginarias paralelas al ecuador (paralelos: latitud y meridianos: longitud) que sirven para determinar la posición exacta de un punto sobre la superficie terrestre.

Contaminación

La presencia en el ambiente de uno a más contaminantes o de cualquier combinación de ellos que cause desequilibrio ecológico.

Contaminante

Toda materia o energía en cualquiera de sus estados físicos y formas, que al incorporarse o actuar en la atmósfera, agua, suelo, flora, fauna o cualquier elemento natural, altere o modifique su composición y condición natural.

Corriente intermitente

Aquella que solamente tiene escurrimiento superficial durante alguna época del año.

Criterios de significancia

Umbrales cualitativos y cuantitativos que determinan la importancia (significativa o no significativa) de un impacto, y presentan una discusión de la importancia del efecto ocasionado por la actividad del Proyecto en un componente ambiental.

Curvas de nivel

Líneas que unen en mapas topográficos los puntos con igual elevación.

Datum

Sistema geométrico de referencia que expresa numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno. Se define en función de un elipsoide y por un punto en el que éste y la tierra son tangentes.

Desequilibrio ecológico

La alteración de las relaciones de interdependencia entre los elementos naturales que conforman al ambiente, que afecta negativamente la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Disposición final

Acción de depositar o confinar permanentemente residuos en sitios e instalaciones cuyas características permitan prevenir su liberación al ambiente y las consecuentes afectaciones a la salud de la población y a los ecosistemas y sus elementos.

Ecosistema

Es el conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas, y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y nutrientes

Elemento natural

Los elementos físicos, químicos y biológicos que se presentan en un tiempo y espacio determinado sin la inducción del hombre.

Emisión

Liberación al ambiente de toda sustancia, en cualquiera de sus estados físicos, o cualquier tipo de energía, proveniente de una fuente.

Especie

Unidad básica de clasificación taxonómica, formada por un conjunto de individuos que son capaces de reproducirse entre sí y generar descendencia fértil, compartiendo rasgos fisionómicos y requerimientos de hábitat semejantes. Puede referirse a subespecies y razas geográficas.

Especies en riesgo

Aquellas incluidas en alguna de las categorías descritas en la NOM-059-SEMARNAT-2001: Amenazada (A), En peligro de extinción (P), Sujetas a protección especial (Pr) y Probablemente extinta en el medio silvestre (E).

Fauna silvestre

Las especies animales que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo sus poblaciones menores que se encuentran bajo control del hombre, así como los animales domesticados que por abandono se tornen salvajes y por ello sean susceptibles de captura y apropiación.

Flora silvestre

Las especies vegetales, así como los hongos, que subsisten sujetas a los procesos de selección natural y que se desarrollan libremente, incluyendo las poblaciones o especímenes de estas especies que se encuentran bajo control del hombre.

Geomorfología

Ciencia que estudia las formas de la corteza terrestre. Con este nombre se suele designar la ciencia que estudia el origen y la evolución de la tierra firme emergida, pero puede estudiar también los fondos marinos.

Hábitat

Sitio específico en un medio ambiente físico ocupado por un organismo, por una población, por una especie o por comunidades de especies en un tiempo determinado.

Homeostasis

Tendencia de las comunidades hacia la estabilidad dinámica.

Impacto ambiental

Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo

El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente;

Impacto ambiental sinérgico

Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente;

Impacto ambiental significativo o relevante

Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;

Impacto ambiental residual

El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación;

IUCN

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, por sus siglas en inglés.

Lixiviado

Líquido que se forma por la reacción, arrastre o filtrado de los materiales que constituyen los residuos y que contiene en forma disuelta o en suspensión, sustancias que pueden infiltrarse en los suelos o escurrirse fuera de los sitios en los que se depositan y que puede dar lugar a la contaminación del suelo y de cuerpos de agua, provocando su deterioro y pudiendo representar un riesgo potencial a la salud humana y de los demás organismos vivos.

Manejo

Aplicación de métodos y técnicas para la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat.

Manifestación de Impacto Ambiental (MIA)

Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Materia orgánica

La materia orgánica o componente orgánico del suelo agrupa varios compuestos que varían en proporción y estado. La materia orgánica está compuesta por residuos animales o vegetales. Se trata de sustancias que suelen encontrarse en el suelo que contribuyen a su fertilidad.

Paisaje

En sentido geomorfológico se denomina paisaje al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas (relieve tallado o construido sobre el sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada).

Recurso natural

El elemento natural susceptible de ser aprovechado en beneficio del hombre.

Región ecológica

La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Región hidrológica

Área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región

hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados y municipios.

Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

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

Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

Áreas cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particulares importantes desde el punto de vista de la biodiversidad. En particular tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y especifica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga oportunidad real de conservación.

Residuo

Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuo peligroso

Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que le confieran peligrosidad, sí como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio y por tanto, representan un peligro al equilibrio ecológico o el ambiente. El instrumento normativo que proporciona las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos es la NORMA Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

Servicios ambientales

Los beneficios tangibles e intangibles, generados por los ecosistemas, necesarios para la supervivencia del sistema natural y biológico en su conjunto, y para que proporcionen beneficios al ser humano.

Servicios ecosistémicos

Son recursos o procesos de los ecosistemas naturales (bienes y servicios) que benefician a los seres humanos. Incluye productos como el agua potable limpia y procesos tales como la descomposición de desechos.

Topografía

Es la ciencia que estudia el conjunto de principios o procedimientos que tienen por objeto la representación gráfica de la superficie de la Tierra, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales.

UTM

Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (En inglés Universal Transverse Mercator, UTM) basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al ecuador, se hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas geográficas, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar, que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

Vegetación forestal

El conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.