MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL
MODALIDAD REGIONAL

PROMUEVE:
KENERWATTS S.A.P.I. DE C.V.

PROYECTO:
OCOTE SOLAR

Resumen ejecutivo

Capitulo I

El nombre oficial del proyecto es: "Ocote Solar", en lo sucesivo se identificará como "el proyecto" u "Ocote Solar", por lo que al citar "el proyecto" u "Ocote Solar", nos estaremos refiriendo a la misma obra. La dirección del Proyecto es en la Carretera Pachuca-Tulancingo Km 22+200, Singuilucan, Hidalgo. El proyecto pretende instalarse en predios aledaños a la carretera y estos se encuentran distribuidos entre el municipio de Epazoyucan y Singuilucan. Se estima un lapso de vida útil del proyecto de 35 años, cubriendo las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento y, eventualmente el desmantelamiento y abandono. El lapso previsto para la etapa de preparación del sitio y construcción será de aproximadamente 24 meses; la operación y mantenimiento se estima en un plazo de 35 años y, eventualmente la etapa de desmantelamiento y abandono podría ocupar hasta 24 meses adicionales, los cuales no se computan en los 30 años de lapso total, antes citado. En el capítulo II de este documento, se presenta el "Programa general de trabajo" del proyecto.
El promovente es la jurídica colectiva **KENERWATTS S.A.P.I. DE C.V.** la cual es una empresa que opera principalmente en el sector de la Energía Eléctrica y fue constituida ante la Fe del Notario Público Nº 70, Lic.Pedro Vazquez Nava, de la Ciudad de México, de lo cual resultó el testimonio Nº 40,156, libro 903 y folio inicial 83,328, de fecha 24 de junio de 2019

Capítulo II

El proyecto consiste en la instalación y operación de una planta de generación de energía eléctrica por medio de un arreglo de paneles fotovoltaicos conectados a la red nacional, con una potencia instalada de 257.51 MW_{DC} (195MW_{AC}) El proyecto Ocote Solar contará con la instalación y operación de 440,181 módulos monocristalinos, bifaciales, de 585 W cada panel 689 inversores tipo "*string*" y 34 centros de transformación.
El proyecto contará con una superficie de componentes esenciales o primarios donde se ubican los paneles solares, inversores, otros equipos, la Línea de Transmisión ("LT") de alta tensión de 230 kV para el enlace con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), el espacio para el Sistema de Almacenamiento de Energía (SAE) y la Subestación Elevadora del proyecto; así como otros espacios o superficies de componentes secundarios donde se encuentran el camino de acceso principal y caminos internos (secundarios), área para oficinas permanentes a usarse durante los periodos de construcción, operación y mantenimiento, entre otras obras adicionales, que en conjunto ocuparán una superficie total de 528.3935 ha.
Por la naturaleza del proyecto, la intervención en el suelo para la instalación de todos los elementos arriba mencionados se realiza en gran parte de la superficie del proyecto a una profundidad no mayor a los 2.5 metros. Otros espacios, que representan el mínimo de área del proyecto, como el espacio donde se coloca la Subestación Elevadora del proyecto, requieren de intervenciones que no exceden los 5 metros de profundidad.
El Proyecto se ubica en los municipios de Singuilucan y Epazoyucan, estado de Hidalgo, en terrenos ejidales parcelados y de propiedad privada; el acceso al sitio del Proyecto se ubica en el km 22+200 de la carretera N° 130, Pachuca - Tulancingo, Singuilucan, Estado de Hidalgo.
La empresa KENERWATTS S.A.P.I. de C.V. es la promovente del proyecto, que para fines de practicidad dentro de este documento se le hará referencia a ésta solo como "KENERWATTS", "La promovente"; o, simplemente, "El Proyecto".
En el Proyecto, mediante la instalación de paneles solares o módulos fotovoltaicos, se convierte la radiación solar en energía eléctrica a través de un efecto fotovoltaico donde los fotones de luz solar provocan los electrones en un material semiconductor, generando corriente eléctrica. Los paneles solares serán instalados sobre estructuras (seguidores a un eje horizontal). Este seguidor consiste 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 transforma en corriente alterna a través de inversores trifásicos. El cableado entre los módulos fotovoltaicos y los inversores se ubicarán tanto en conductos

anclados a la propia estructura como directamente enterrados por zanjas que se ubicarán por toda la planta fotovoltaica, en lo que se conoce como el sistema colector.

La totalidad de la energía eléctrica a generar se entregará a la Comisión Federal de Electricidad directamente en la Subestación de Maniobras planeada para el entronque que se realizará con las líneas de alta tensión que discurren paralelas a la carretera Pachuca – Tulancingo, las cuales a su vez se ubican próximas a los terrenos del proyecto, mediante una línea de transmisión de 230 kV.

Se pretende establecer un proyecto de generación de energía eléctrica a través de la captación y transformación de la radiación fotovoltaica de la luz solar. Este proceso de generación de energía eléctrica consiste en la captación de la radiación solar por parte de módulos fotovoltaicos ("módulos FV"), mismos que gracias al material del que están hechos, pueden transformar esta radiación en corriente directa ("DC"), la cual se envía a los inversores para transformar la energía eléctrica de DC a corriente alterna ("AC"), esto a un nivel de tensión ("voltaje") de **800 voltios** a la salida del inversor, nivel de voltaje considerado como de "Baja Tensión" ("BT"), posteriormente mediante centros de transformación ("CT"), este voltaje es elevado a **34,500 voltios ("34.5 kV"),** nivel de voltaje considerado como de "Media Tensión" ("MT"), mediante un transformador de potencia que tiene como función elevar el nivel de voltaje de BT a MT, ubicado en dichos CT. La energía continúa su trayectoria mediante cableado de MT instalados vía subterránea hasta la subestación elevadora ("SEE") , en la cual toda la energía eléctrica en MT llega a equipos denominados "celdas de media tensión", las cuales "recolectan" la totalidad de la energía eléctrica para dirigirla al transformador principal de potencia que elevará por última vez el voltaje de MT a **230,000 voltios ("230 kV")**, denominada Alta Tensión (AT), para que así se pueda inyectar o entregar a la Red Nacional de Transmisión ("RNT") que forma parte del Sistema Interconectado Nacional ("SIN") de la Comisión Federal de Electricidad, mediante el enlace de una Línea de Transmisión ("LT") del Proyecto desde la SEE del Proyecto a una Subestación Eléctrica de Maniobras ("SEM"), posiblemente llamada Ocote Maniobras, la cual será construida por la promovente, pero no forma parte del conjunto de obras que se integran en esta MIA-R.

Por la naturaleza del proyecto, la intervención en el suelo para la instalación de todos los elementos arriba mencionados se realiza en gran parte de la superficie del proyecto a una profundidad no mayor a los 2.5 metros. Otros espacios, que representan el mínimo de área del proyecto, como el espacio donde se coloca la Subestación Elevadora del proyecto, requieren de intervenciones que no exceden los 5 metros de profundidad.

En virtud de lo expuesto, la naturaleza del proyecto lo ubica en el sector secundario de la economía, dado que implica establecer la infraestructura necesaria para la conversión de energía solar en energía eléctrica; por ello en términos de las actividades económicas, el proyecto corresponde a infraestructura para la generación de energía eléctrica a partir de la energía solar, según lo establecido por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía.

La superficie total que pretende ocupar el proyecto será de **528.3935 ha**.; la superficie de ocupación de las instalaciones internas del proyecto se delimitará por una valla perimetral de aproximadamente 2 metros de altura, dentro de la cual se establecerán los módulos fotovoltaicos, seguidores (*trackers*), los centros de transformación, entre otros.

La LT de interconexión correrá por una superficie de 7.0935 ha (DdV), entre la Subestación Elevadora dentro del polígono del Proyecto y la Subestación de Maniobras a establecerse cerca de las líneas de transmisión propiedad de la CFE; dentro de esta franja de que ocupará el DdV, se ubicarán en torres de transmisión y sobre ellas el cableado de alta tensión.

El acceso al parque se ha diseñado a partir del Km 22+200 de la carretera federal 130 (Pachuca - Tulancingo), de donde entronca un camino rural existente que conduce a la comunidad de Jalapilla; esa vía rural será empleada hasta el sitio donde interconecta con el exterior de los terrenos del proyecto, ocupando una superficie de 1.2870 ha, extendiéndose desde la carretera. Los permisos y aprobaciones municipales y regionales para la adecuación del camino, necesarias para activar este tramo como camino de acceso al proyecto, se tramitarán en un futuro próximo ante las autoridades pertinentes.

Se contempla la construcción de 9 tramos de caminos internos de terracería, los cuales ocuparán una superficie de 7.8436 ha. En general, las obras que conforman al proyecto serán: los paneles solares, incluyen autosoportes, seguidores, centros de transformación, inversores, la Línea de transmisión, el área destinada para baterías, o sistema de almacenamiento de energía SAE, el camino de acceso al Proyecto, los caminos internos, la superficie de edificaciones, entre otras.

El Proyecto está diseñado para entregar a la red eléctrica una potencia neta de 195 MW_{AC}. Dicha instalación estará formada por aproximadamente 440,181 módulos fotovoltaico, con una potencia instalada de aproximadamente 257.51 MW_{DC}.

Complementariamente se informa que estos módulos serán montados sobre una estructura de acero del tipo seguidor solar (*tracker*) a un eje en posición horizontal.

La energía generada por los módulos fotovoltaicos pasa por un convertidor de corriente directa ("DC") a corriente alterna ("AC"), realizado por los inversores solares los cuales envían esta energía hacia los centros de transformación ("CT") para ser elevada de un nivel de tensión de **800 V** a la salida de los inversores hasta un voltaje de **34.5 kV** mediante un transformador de media tensión ("MT") ubicado en dichos CT.

La potencia de salida de los transformadores de MT ya adecuada a 34.5 kV, se dirige hacia la Subestación ("SE") elevadora mediante una red de circuitos de MT, donde finalmente se elevará del nivel de media tensión de 34.5 kV hasta el alta tensión de 230 kV mediante un transformador de Potencia **34.5 kV/230 kV**, esto anterior sucediendo en la Subestación Elevadora del Proyecto

Finalmente, la electricidad generada en el parque fotovoltaico se transmitirá por una Línea de Transmisión Eléctrica de aproximadamente **1,776.69** metros de longitud (LT de interconexión), que va desde la Subestación Elevadora del Proyecto hasta la SE de Maniobras en la cual se realiza la interconexión con las líneas existentes de la Comisión Federal de Electricidad ("CFE"), donde el fluido eléctrico se incorpora al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

El proyecto contará con un circuito cerrado de televisión ("CCTV") con el fin de vigilar y salvaguardar los equipos y las instalaciones de la planta solar fotovoltaica, también contará con las adecuaciones necesarias para el drenaje de agua pluvial en caso de que esta pudiera ocasionar erosión en el terreno y afectar la zona de operación de la central. El terreno cuenta con una pendiente natural suficiente para que estas adecuaciones no generen mayor impacto.
El proyecto tendrá una vida útil de 30 años, con la posibilidad de prolongarla como resultado de las operaciones oportunas y eficientes de mantenimiento y a la adaptación de las nuevas tecnologías que vayan surgiendo al paso del tiempo.
La instalación de los módulos fotovoltaicos considera un diseño basado en la conexión serie/paralelo, la cual hace referencia 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.
Los componentes del proyecto se han catalogado en dos apartados: componentes primarios y componentes secundarios, los primeros son los considerados de manera esencial para la planeación de cualquier proyecto de carácter fotovoltaico, y los segundos son los que, si bien no son considerados de manera particular para ese tipo de proyectos, fungen como auxiliares para poder permitir la operación optima de los aquellos:
Componentes primarios: módulos fotovoltaicos, seguidores (trackers), inversores, centros de transformación, sistema de cableado (red de media tensión), subestación de elevación, línea de transmisión de interconexión, y espacio reservado para baterías.
Componentes secundarios: cercado perimetral, caminos de acceso, caminos internos, estación meteorológica y obras permanentes (almacén de equipos herramientas e insumos, zonas de acopio de material, sanitarios portátiles y almacenes de residuos).

Capítulo III

El análisis que se desarrolla en este capítulo examina la relación entre las características y alcances del proyecto, y los instrumentos legales en materia ambiental y de planeación que rigen las obras y actividades relacionadas con este tipo de proyectos.
En resumen, este capítulo anticipa que el proyecto cumplirá con lo establecido en los ordenamientos de planeación y jurídicos aplicables, siguiendo un proceso de planificación orientado hacia la viabilidad ambiental y la sustentabilidad.
En ninguno de los contenidos constitucionales analizados se definen obligaciones directas que el gobernado deba considerar, como implicaciones directas a terceros para regular su actuación y vincular sus iniciativas a ellas; a riesgo de caer en una tautología evidente, se reitera que todas esas disposiciones son derechos de los ciudadanos y, consecuentemente son obligaciones para las autoridades; en consecuencia no ha lugar realizar un análisis de vinculación entre las características del proyecto con esas disposiciones propias de la Constitución en materia ambiental; en último caso, el acatamiento a las disposiciones que derivan de las Leyes Reglamentarias de los principios constitucionales evidencian la parte de cumplimiento que le corresponde asumir al promovente del proyecto y estas se desglosan y analizan en los textos siguientes.
Algunos de los tratados y otros acuerdos de los que México forma parte contratante son:

a) El tratado entre los Estados Unidos de América, los Estados Unidos Mexicanos y Canadá (TMEC): no obstante su naturaleza de acuerdo comercial, contiene disposiciones que se refieren a asuntos ambientales, se subraya la correspondiente al derecho que se reconoce a cada país para adoptar, mantener o aplicar sus propias normas ambientales, ello denota el alcance de instrumento de alcance legal cuyas obligaciones atañen a los Estados.
b) Convención sobre los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas (1971, 1986).
c) Declaración de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente humano (1972).
d) Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES) (1973 1991).
e) Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono (1985, 1987).
f) Convenio sobre Pueblos Indígenas y Tribales, 1989. (Núm. 169) de la Organización Internacional del Trabajo OIT (1989).
g) Declaración de Río sobre el medio ambiente y el desarrollo (1992).
h) Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992, 1993).
i) Convenio sobre la Diversidad Biológica (1992, 1993).
j) Acuerdo Regional sobre el acceso a la información, la Participación Pública y el Acceso a la Justicia en asuntos Ambientales en América Latina y El Caribe. Escazú
k) Protocolo de Kioto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
l) Agenda 2030.

Algunos de los instrumentos antes referidos han sido incorporados a nuestro marco jurídico como herramientas complementarias orientadas a la protección de determinados recursos; en este sentido destacan la Convención sobre los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
Programas de ordenamiento ecológico. Al carácter inductivo del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio para los particulares 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 que limita la consideración de una iniciativa de los sectores social y privado en la escala de un proyecto.

De acuerdo a lo dispuesto por la LGEEPA, en el POEGT se define la Regionalización ecológica del país, la cual 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, en relación al espacio geográfico en el cual pretende 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 que integre los estudios que sustenten a la MIA-R y, por lo tanto, el esquema de regionalización utilizado para delimitar el SAR fue el que define a la Región Ecológica la región 16.10 al interior de la cual se ubica la UAB 57 denominada "Depresión Oriental de Tlaxcala y Puebla", la cual cubre una extensión de 12,108.51 km^2 , geográficamente abarca el Sureste del Estado de Hidalgo, el centro, norte y este del Estado de Tlaxcala, el Centro Occidente de Veracruz y el Centro Norte del Estado de Puebla.

El Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (OETEH) en su Propuesta actualización integra el modelo de ordenamiento ecológico, que incluye la delimitación de las unidades de gestión ambiental (UGA), así como también la definición de los usos del suelo, las políticas ambientales, los lineamientos ecológicos, las estrategias y los criterios ecológicos. En su elaboración se utilizó una escala 1:50,000 para la construcción del modelo, así como en el trazado de las 2,373 Unidades de Gestión Ambiental (UGA); al respecto el AeP se ubica dentro de la UGA 0506. Dicho modelo es la representación de las unidades de gestión ambiental y sus respectivos lineamientos ecológicos. Una unidad de gestión Ambiental (UGA) es la unidad mínima del territorio a la que se asignan determinados lineamientos y estrategias ecológicas. Los criterios ecológicos orientaran las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente para actividades productivas, asimismo en la ubicación de asentamientos humanos, teniendo el carácter de instrumentos de la política ambiental

Usos de suelo: la UGA en la que se pretende incorporar el AeP, presenta un uso de suelo predominante agrícola de temporal y, los usos condicionados que corresponden a la propia agricultura de temporal y a los proyectos de parques fotovoltaicos, ambos con un índice de aptitud de 4/5. El uso de suelo para energía fotovoltaica es definido en el OETEH como el *Aprovechamiento del suelo dentro y fuera de los centros de población para la construcción y operación de sitios de aprovechamiento de energía solar por medio de paneles fotovoltaicos*.

Respecto al carácter de uso condicionado que se asigna a los proyectos de parques fotovoltaicos, ello significa que dicho uso de suelo *se puede llevar a cabo en un área de la UGA 0506 con peculiaridades edafológicas concretas, pero que estará sujeto a condicionantes de uso, que impida su deterioro provocado por la pérdida de su estructura y funcionalidad*, las cuales son definidas en los criterios de regulación ecológica que se desarrollan más adelante. Respecto a lo anterior, cabe diferenciar un uso condicionado de un uso incompatible, ya que, proyectos que pretendan hacer uso del primero (uso condicionado) pueden aplicarse en cualquier espacio de la UGA, sí y solo si, se satisfacen los alcances de los criterios de regulación ecológica que el OETEH le aplica, en tanto que, los usos incompatibles, no tienen cabida en ningún espacio de la UGA.

En resumen, las recomendaciones y criterios de esta UGA no exteriorizan alguna limitante que el proyecto no pueda satisfacer y, para ello, habrán de considerarse los alcances generales que se detallan en los criterios antes transcritos.

Planes y programas de desarrollo urbano:

De acuerdo con lo establecido en la fracción III del artículo 13 del RLGEEPAMEIA, las MIA-R, que sean sometidas a evaluación de la autoridad ambiental a efecto de obtener la autorización correspondiente, deberán evidenciar el cumplimiento con los alcances de los instrumentos de planeación y **ordenamientos jurídicos aplicables**.

Asimismo, el primer y segundo párrafo del artículo 35 de la LGEEPA disponen que una vez presentada la MIA-R, la autoridad ambiental iniciará el procedimiento de evaluación, para lo cual revisará que la solicitud se ajuste a las formalidades previstas en dicho instrumento, el RLGEEPAMEIA y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables, e integrará el expediente respectivo en un plazo no mayor de diez días, así mismo deberá verificar que las obras y actividades se sujeten a lo que establezcan los ordenamientos antes señalados, así como **los Programas de Desarrollo Urbano** y de Ordenamiento Ecológico del Territorio, las Declaratorias de Áreas Naturales Protegidas y las demás disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

En este sentido se hizo una investigación a efecto de determinar la existencia y disponibilidad de un PDU legalmente vigente emitido tanto por el H Ayuntamiento de Epazoyucan como por el H. Ayuntamiento de Singuilucan, sin embargo, no se encontró ninguna versión de instrumentos de esa naturaleza vigente. Al respecto se hizo la consulta telefónica con las áreas de Obras Pública y Desarrollo Urbano de ambos Ayuntamientos y se confirmó que en ninguno de los dos Municipios se dispone de PDU en vigor y; consecuentemente se puede afirmar que ni en el Municipio de Epazoyucan, ni en el de Singuilucan y particularmente sus capitales, las ciudades del mismo nombre, no dispone de un PDU jurídicamente vinculante con el proyecto y, consecuentemente no puede elaborarse un ejercicio de vinculación al respecto, ya que, por

mandato del artículo 115 de la CPEUM, solo los Ayuntamientos tienen la facultad de regular el uso del suelo en los Centros de Población.

Instrumentos jurídicos aplicables en materia ambiental: en este rubro de la MIA-R se identifican los instrumentos jurídicos de naturaleza ambiental que contienen disposiciones vinculantes al proyecto, estos son:

- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y sus reglamentos en materia de:
  - Evaluación del Impacto Ambiental,
  - Áreas Naturales Protegidas,
  - Ordenamiento Ecológico del Territorio,
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento;
- Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento,
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento.
- Ley General de Cambio Climático.
- Ley del Sector Eléctrico (LSE) y su Reglamento.
- Ley de Planeación y Transición Energética (LTE).

Este conjunto de instrumentos conforma la normatividad ambiental de aplicación directa y obligatoria para el proyecto y en cada uno de ellos existen disposiciones jurídicamente vinculantes, cuya satisfacción de los alcances correspondientes, pondrá en evidencia la forma como esta iniciativa se ajusta a tales disposiciones.

Por otro lado, considerando lo previamente indicado, así como la fracción II del artículo 28 de la LGEEPA y a las fracciones I a IV del inciso K del 5° artículo del RLGEEPAMEIA, la evaluación del impacto ambiental de los proyectos de generación de energía eléctrica son competencia de la Federación y, en consecuencia, la construcción de proyectos fotovoltaicos también recae en ese nivel de gobierno. Por ello y como evidencia fehaciente del cumplimiento de estas disposiciones de la ley y de su reglamento, el proyecto cuya evaluación del impacto ambiental se presenta en ésta MIA-R es sometido a la evaluación y dictamen de la autoridad ambiental federal, esto es la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, a través de la DGIRA ya que es la autoridad competente para atender esta gestión.

Considerando que la construcción e implantación del proyecto incidirá en su mayor cobertura sobre áreas donde el uso de suelo ha sido modificado derivado de la explotación agrícola, principalmente de temporal y que, solo una proporción reducida de la superficie total del AeP, en su oportunidad habrá de requerirse, no es necesario solicitar a la autoridad competente la autorización en materia de impacto ambiental mediante la presentación de una MIA-R por motivos del cambio de uso de suelo; sin embargo, considerando que el proyecto es del sector eléctrico, se consideró la guía que ofrece la autoridad como instrumento orientador para la integración de la MIA-R.

Así, las disposiciones de la LGEEPA y de se Reglamento que son vinculantes con el proyecto y la forma como éste se ajusta a las mismas, no evidencian ninguna limitación que impida el establecimiento del proyecto.

Ley General de Vida silvestre: La LGVS es reglamentaria del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73 de la CPEUM; es de orden público y de interés social, su finalidad es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Es evidente que sus disposiciones vinculan el sentido y alcance de las particularidades del proyecto, especialmente en lo relativo a los efectos que éste pudiera tener sobre las poblaciones de la vida silvestre establecidas en el espacio geográfico donde pretende desarrollarse; en tal sentido el análisis realizado no evidencia ninguna restricción para el desarrollo del proyecto.

Ley General de Prevención y Gestión Integral de Residuos y su Reglamento: tiene por objeto reglamentar la LGPGIR 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).

Ley General de Cambio Climático y su Reglamento : Este instrumento fue publicado el 6 de junio de 2012 y su última reforma fue el 11 de mayo de 2022 (D.O.F., 2022); 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.

Entre sus objetivos está 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. El proyecto que se presenta en esta MIA-R, se ajusta a las disposiciones aplicables de esta ley.

Áreas Naturales protegias y sistema de regiones prioritarias: en el desarrollo del capítulo III de la MIA R, se demuestra que el proyecto no incide ni incidirá dentro del espacio geográfico de ninguna ANP, ni de competencia federal, ni de competencia estatal, siendo las más cercanas el Parque Ecológico de Cubitos (municipio de Pachuca) y el Parque Estatal El Hiloche (municipio de Real del Monte). Por lo que se refiere al siatema de regiones terrestres prioritarias, Si bien, este tipo de espacios geográficos son definidos en los esfuerzos de conservación del propio gobierno federal, de los gobiernos locales, de organizaciones civiles y de instituciones de investigación, es un hecho que no conforman parte del Sistema Nacional de áreas Naturales Protegidas (SINAP); se trata de esfuerzos de apoyo dentro de las estrategias nacionales de conservación, no

de disposiciones jurídicas que pudieran obligar a un proyecto a vincularse a ellas (Arriaga, L., *Et al*. *Op. Cit.*), dado que su concreción no deriva de un acto administrativo concebido conforme a la Ley Federal de Procedimiento Administrativo.
Instrumentos aplicables del Sector Eléctrico: el capítulo III de la MIA R, hace un análisis vinculatoria en materia ambiental de la Ley del Sector Eléctrico, de la Ley de Planeación y Transición Energética y, de la Ley de la Comisión Nacional de Energía, en términos ambientales estos instrumentos no disponen alcances que incidan sobre el proyecto y, respecto a otros alcances de tipo administrativo o normativo, el desarrollo del capítulo II, evidencia su cumplimiento.
El desarrollo de esta capítulo amplía sus alcances con otros instrumentos como la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos (1972 y su Reglamento (1975), para los cuales el proyecto evidencía el cumplimiento de sus alcances aplicables**.**
En el mismo sentido, se realizó el análisis de Instrumentos jurídicos de competencia estatal como la Ley para la Protección al Ambiente del Estado de Hidalgo la cual tiene como propósito establecer el marco legal para la conservación ecológica y la protección ambiental en la entidad, promoviendo el desarrollo sustentable y garantizando el derecho de las personas a vivir en un entorno adecuado para su desarrollo, salud y bienestar. De acuerdo con el Artículo 1 de esta ley, sus disposiciones son de orden público e interés general, y tienen como finalidad regular las acciones a cargo del Estado y los Municipios en materia de conservación ecológica y protección al ambiente y, la Ley de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Estado de Hidalgo (LGIRH) la cual tiene como propósito principal garantizar el derecho de toda persona a un medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable. Para lograrlo, establece un marco normativo que regula la prevención en la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no estén expresamente atribuidos a la Federación. Asimismo, aborda la prevención de la contaminación y la remediación de suelos contaminados con residuos, conforme a lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. El primer instrumento no dispone lineamientos diferentes a los que el proyecto se ciñe y que son competencia de la Federación, en tanto que el segundo detalla disposiciones concretas para el manejo y la disposición de los residuos de manejo especial y de los residuos sólidos urbanos, respecto de los cuales, las evidencias que presenta el proyecto satisfacen tales alcances.
Normas Oficiales Mexicanas: Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) en materia ambiental son instrumentos de la política ambiental dirigidas al aseguramiento del aprovechamiento sustentable de los recursos naturales según lo dispone el Artículo 36 de la LGEEPA. Tomando en consideración el carácter obligatorio que le imprime el artículo antes citado de la LGEEPA a las NOM's en el PEIA, nueve son aquellas que resultan aplicables por su carácter vinculante, de acuerdo a la naturaleza, características y particularidades del proyecto, así como por los atributos ambientales del AeP; el analisis realizado conckluye que el proyecto satisface el alcance vinculante de cada NOM aplicable.
Por lo que se refiere a los los instrumentos de planeación aplicables en materia ambiental
Los instrumentos de planeación son aquellos elementos que concretan las proyecciones del sistema nacional de planeación democrática, concretados en el Plan Nacional de Desarrollo y en los Programas sectoriales, los cuales, al conformar herramientas del sistema nacional de planeación democrática, son aplicables a las dependencias y entidades de la administración pública federal (artículo 12 de la Ley de Planeación) y conforman los ejes rectores de su actuación programática y administrativa. Estos instrumentos no constituyen instrumentos vinculantes con la actuación de los regulados o los gobernados, sin embargo la gestión del proyecto retoma lineamientos y estrategias coincidentes para alinear su desarrollo a los alcances aplicables de dichos planes.
En general, los instrumentos de planeación del Gobierno Federal y, acotando el alcance al territorio del Estado de Hidalgo también los de alcance estatal, no son jurídicamente vinculantes de forma directa y automática para una iniciativa del proyeco promovido por una persona moral, sin embargo, estos instrumentos pueden tener efectos indirectos. No son jurídicamente vinculantes de forma directa porque: no son leyes ni reglamentos: son lineamientos políticos y técnicos, no normas con fuerza coercitiva inmediata. No imponen sanciones a particulares por no alinearse con sus contenidos y, están dirigidos principalmente a dependencias y entidades públicas, como guías para el ejercicio del gasto, permisos, obras públicas y prioridades de inversión.
Estos planes y programas, son condicionantes indirectos para para los proyectos de obras y actividades que promueven personas morales porque:
Las autoridades que otorgan permisos o autorizaciones (SEMARNAT, CRE, SENER, municipios, etc.) deben actuar conforme a estos instrumentos. Para el caso de esta MIA-R, pueden influir en la aprobación del proyecto en materia de impacto ambiental ya que la SEMARNAT evalúa la congruencia del proyecto con planes nacionales, regionales y estatales. Condicionan decisiones sobre interconexión eléctrica ya que CFE y SENER pueden priorizar ciertos proyectos o regiones alineadas con sus planes sectoriales. En otrtos casos, dan prioridad o exclusión a ciertos apoyos, estímulos o financiamientos. Por su parte, los municipios pueden aplicar restricciones en el uso de suelo y licencias de construcción, en función de sus planes de desarrollo urbano. Por lo antes expuesto el desarrollo de este apartado en el capítulo III de la la MIA-R se pone en evidencia que estos instrumentos no toenen carácter vinculante cuando sus alcances son tutelados directamente por Unidades Administrativas de la Administración Pública Federal.
El análisis vinculatorio desarrollado en este capítulo, respecto a los diversos instrumentos jurídicos, reglamentarios, normativos y aquellos otros derivados de instrumentos de la política ambiental como el ordenamiento ecológico del territorio y las normas oficiales mexicanas, así como de los instrumentos de planeación jurídicamente aplicables, pone en evidencia que no se registran disposiciones, lineamientos criterios ecológicos o especificaciones que el diseño del proyecto y/o las características ambientales de su área de establecimiento no pueda ser cumplidas en su desarrollo.

El cumplimiento de tales obligaciones se sustenta en los alcances que se detallan en las medidas de prevención, mitigación y/o compensación del capítulo VI de esta MIA-R y en los programas que se relacionan en dicho apartado.

Capítulo IV

La estructura del apartado se fundamenta en la necesidad de presentar a la autoridad un análisis detallado de las características del sistema ambiental regional (SAR), en el cual se pretende desarrollar el proyecto "**Ocote 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 ambientales del SAR), y con esto poder realizar un análisis y diagnóstico del entorno para definir su línea base o situación ambiental en el T_0, describiendo paralelamente 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.

La propuesta de sistema ambiental regional para este proyecto está definida bajo un enfoque ecosistémico, debido a que su área de establecimiento se localiza en un espacio perturbado, con remanentes de vegetación secundaria, en el que se debe considerarla 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.

El proceso de la delimitación del SAR, se desarrolló en dos fases: la primera de análisis y la segunda de síntesis. En la primera, se recopiló la información cartográfica del espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto (información vectorial y ráster), de los factores bióticos y abióticos más relevantes para el estudio ambiental, definiendo las unidades ambientales que delimitaban particularmente a aquellos factores como la vegetación, la topografía, los usos de suelo, etc., para obtener la zonificación de cada una de ellas denominadas en este proceso como unidades naturales significativas lo cual permitió englobar las características bióticas y abióticas más singulares del espacio geográfico, y delimitar un espacio en el cual unidades naturales interactúen uniforme y continuamente

Las principales fuentes de información fueron: SEMARNAT, CONABIO, CONAGUA e INEGI y el programa temático de Google Earth, además de 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.

Para realizar la delimitación de las unidades de análisis se consultaron las capas cartográficas disponibles del POEGT, de los factores topografía, edafología, topoformas, uso de suelo, microcuencas, degradación de suelos y características sociales; se intentó hacer lo propio con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo (POETEH), lo cual no fue posible ya que aún la autoridad responsable de su administración no publica su enlace cartográfico por UGA. El análisis de la superposición geográfica de las cartas antes referidas se desarrolló con apoyo del software GIS ArcGIS, estas capas fueron cruzadas espacialmente para delimitar un área común a través de lo cual se fueron definiendo los límites del SAR. La justificación para usar **ArcGIS** en un sistema de información geográfica (GIS) para delimitar el área que reúna características específicas a partir de la superposición de múltiples factores ambientales y un programa de ordenamiento ecológico tiene múltiples **ventajas clave**, especialmente en contextos de perturbación por cambio de uso de suelo, como es el que domina el espacio geográfico de la región ecológica. El resultado del análisis y síntesis se concretó en un la delimitación de un espacio geográfico que conforma el SAR con una superficie de 11.980.27 ha, que se caracteriza por tener uniformidad y continuidad en los componentes bióticos y abióticos más destacables de la región, esto de acuerdo a las características del proyecto y a las cualidades del territorio. La extensión del SAR se ubica en los municipios de Epazoyucan y Singuilucan, Estado de Hidalgo.

Caracterización y análisis del sistema ambiental regional: El espacio geográfico donde se pretende ubicar el proyecto se localiza en el estado de Hidalgo, en el municipio del mismo Epazoyucan. El área geográfica se caracteriza por su climas templado sub – húmedo, lo que los tipos de vegetación que se encuentran establecidos en esa región del Estado nos permite prescribir que la vegetación potencial en este espacio geográfico es, además de vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule considerar que se ubica en la Región Hidrológica 26 "Pánuco" la cubre prácticamente todo el Estado de Hidalgo.

De acuerdo a las dos campañas de muestreo en campo realizadas en el SAR y en el AeP, el 79.99% de la cobertura del SAR se usa para la actividad agrícola de temporal, el 6.08 % está cubierto por vegetación secundaria arbustiva de bosque de táscate, el 1.44 % tiene una cobertura de vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule y el 1.95 % corresponde a matorral crasicaule; estos registros son ligeramente diferentes a los que reporta el INEGI en su serie VII, lo cual pudiera derivar de la escala a la que se formulan las cartas del INEGI y del año de publicación de dicha cartografía, por lo que ese reporte cartográfico pudiera corresponder a una cobertura que actualmente (2024) ya ha sido más perturbada.

Como resultado de este procedimiento cartográfico, se concluyó que el área del sistema ambiental regional se encuentra alterado, como consecuencia del desarrollo de la actividad agrícola.

Medio biótico: vegetación es un componente fundamental para arribar a planteamientos relativos a la calidad ambiental y el estatus de conservación o perturbación del espacio geográfico correspondiente. Para estudiar la vegetación, el muestreo de las poblaciones en campo es esencial y su diseño, es la parte que requiere mayor atención ya que de sus resultados

depende el tipo de análisis e interpretación a realizarse; para que un muestreo sea suficientemente representativo y confiable, la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda la población, así la representatividad está dada por el número de réplicas a tomarse en cuenta y por el conocimiento de los factores ambientales que puedan influir en una determinada variable.

Vegetación: para poder determinar la composición vegetal del área de interés (AeP y SAR), en primera instancia se generó un listado potencial de especies probables a encontrar, así como la clasificación de los usos del suelo en los terrenos del AeP, AiP y SAR a partir de la carta de usos de suelo y vegetación del INEGI, Serie VII, cuya información fue corroborada *in situ* mediante la planeación y ejecución de un muestreo aleatorio estratificado en dos diferentes temporadas del año, logrando con esto contar con un comparativo de especies registradas en ambas temporadas, los cuales son estadísticamente representativos y exhiben niveles de confianza del 95%, ello afirmado con base en el cálculo de la estimación del número de muestras representativas, que se presenta más adelante en este apartado. Se realizaron 38 puntos de muestreo en el AeP y 56 en el SAR para cada una de dos temporadas en que se realizaron los trabajos de campo, sobre los mismos usos de suelo que se caracterizaron al interior del área del proyecto. Considerando el área mínima que cada estrato requiere para desarrollar o demostrar su composición y estructura característica, el registro de especies en cada uno de los puntos de muestreo tuvo una superficie de 500,100 y 1 m^2 en función del estrato a caracterizar y componentes del proyecto. Del trabajo de campo, se obtuvieron datos como nombre de las especies presentes en cada sitio, frecuencias y datos dasométricos (en el caso del estrato arbóreo). Posterior a los dos muestreos, se procedió a realizar el trabajo de gabinete, donde se destaca que, de todas las especies registradas, 3 se encuentran con la categoría de sujeta a protección especial (Pr) dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010**,** la especie *Cupressus lusitánica* está registrada al interior del AeP, sin embargo esta fue reforestada por propietarios y no se encuentra de forma natural, las especies *Eryngium proteiflorum* y *Stenocactus coptonogonus* fueron únicamente registradas en el SAR, estos registros tienen similitud entre ambas temporadas, se identificó que el uso de suelo dominante pertenece a agricultura de temporal (TA) y al interior del AeP el 5.34% sustenta vegetación forestal del tipo Matorral crasicaule y Bosque de táscate ambos en estado secundario en un estrato arbustivo esto de acuerdo a la carta de usos de suelo y vegetación del INEGI Serie VII.

La riqueza específica en lo que refiere a la temporada de invierno (enero de 2024) fue de 46 especies en el AeP, todas estas se encuentran representadas dentro de las 58 especies que fueron registradas en el SAR, en lo que respecta a los trabajos realizados en la temporada de otoño (octubre de 2024), la riqueza es de 61 especies registradas en el AeP y para el SAR se obtuvo un total de 72 especies, lo que denota un incremento de especies observadas entre las distintas temporadas debido a los diversos factores que se presentan entre cada temporada, dichas especies registradas se encuentran distribuidas en tres tipos de uso de suelo que fueron muestreados (Agricultura (TA), Vegetación secundaria arbustiva de Matorral Crasicaule (VSa/MC) y Vegetación secundaria arbustiva de Bosque de Táscate (VSa/BJ). Del análisis de diversidad, destaca que las especies con mayor valor de importancia en cada comunidad y sus índices de diversidad alfa (medido a través del índice de Shannon) coinciden con lo reportado por otros autores para las mismas comunidades vegetales y con cierto grado de disturbio, así mismo, los valores de Shannon en este trabajo se mantuvieron por debajo del valor estimado de H´max, lo que respalda la afirmación del estado perturbado de la vegetación en el área del proyecto y sus inmediaciones dentro del SAR.

Particularizando sobre el área de establecimiento del proyecto (en adelante, AeP) que corresponde a una superficie de 536.3269 ha, dentro de las cuales, de acuerdo con la carta temática de uso de suelo y vegetación del INEGI serie VII, se reportan 28.6968 ha de vegetación forestal (0.1634 ha de MC, 18.3717 ha de VSa/BJ y 10.1617 ha de VSa/MC) mientras que el resto 507.6301 ha ocupan superficie agrícola de temporal la cual se considera como No forestal (Tabla IV.16 y Figura IV.9)

Sin embargo, mediante un análisis exhaustivo con ayuda de las imágenes satelitales de la plataforma *Google Earth* y los trabajos de muestreo realizados *in situ*, se determinó un área forestal dentro del AeP de 32.4515 ha con presencia de bosque de táscate (24.4601 ha) (VSa/BJ) y matorral crasicaule (7.9914 ha) (VSa/MC)**,** de las cuales el 100% están en estado secundario de sucesión vegetal donde dominan el estrato arbustivo**,** por otro lado, resultó coincidente con el análisis cartográfico del INEGI que la mayor superficie del AeP (459.6738 ha, 85.71%) está ocupada por uso de suelo agrícola, adicional se determinaron 8 usos de suelo (Asentamientos humanos 1.4967 ha, DDV Carretera federa Pachuca-Tulancingo 0.1821 ha, Plantación de Agaves- Opuntias 19.0102 ha, Trazo gasoducto 8.4733 ha, Ducto PEMEX 0.4565 ha, Cuerpos de agua 2.6481 ha, Caminos existentes 10.7528 ha y Banco de material 1.1819 ha, los diferentes usos de suelo registrados son distintos al agrícola y forestal y algunos se observaron sin vegetación aparente (SVA).

La diferencia que se reporta en las superficies y tipos de vegetación estimada en la carta de uso de suelo y vegetación serie VII del INEGI (carta base de referencia que utiliza el SIGEIA) y la derivada de los muestreos realizados en campo puede explicarse por dos razones: la primera es la escala a la que es elaborada dicha carta (1:250,000) con equidistancias entre las curvas de nivel de 20, 50 y 100 m (INEGI) y con errores potenciales de determinación cartográfica acordes a la magnitud de dicha escala; la segunda razón deriva de la fecha de origen de los datos; en este sentido cabe citar que los conjuntos de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250.000 Serie VII, contiene información del uso del suelo y vegetación obtenida a partir de la aplicación de técnicas de fotointerpretación con imágenes de satélite Landsat TM 8 seleccionadas del año 2021. Esta interpretación está apoyada con trabajos de campo realizado antes de 2020. Los Conjuntos de datos contienen la ubicación, distribución y extensión de diferentes comunidades vegetales y usos agrícolas con sus respectivas variantes en tipos de vegetación, de usos agrícolas, e información ecológica relevante. Dicha información geográfica digital contiene datos estructurados en forma vectorial codificados de acuerdo con el Diccionario de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación, escala 1:250 000 (versión 3) aplicables a las diferentes unidades ecológicas

(comunidades vegetales y usos antrópicos) contenidos en el conjunto de datos. Consecuentemente, con esas variaciones potenciales derivadas de la escala del levantamiento y la determinada en campo pudo reflejarse en la diferencia registrada.

El trabajo de diagnóstico de la vegetación presente en el AeP, se basó en la planeación de un trabajo técnico forestal correspondiente a dos muestreos del área del proyecto levantados en dos temporadas diferentes (invierno 1er muestreo enero 2024, otoño 2º muestreo octubre 2024), empleando las técnicas de muestreo de recursos forestales convencionalmente aplicadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) para el levantamiento del inventario nacional forestal. El diseño del muestreo se describe más adelante en este capítulo. Y los resultados alcanzados con el muestreo antes referido, ponen en evidencia que la representación cartográfica que hace INEGI en su carta de uso de suelo serie VII es inexacta ya que dicha definición no coincide totalmente con lo encontrado en campo sobre el AeP. La situación anterior corrobora el hecho reconocido en el ámbito profesional de quienes elaboran estudios de cobertura forestal en el territorio nacional, respecto a que la carta de uso de suelo de INEGI, es un instrumento de referencia inicial, pero que para alcanzar determinaciones precisas de los tipos de comunidades establecidas en cualquier espacio, ello queda sujeto a la corroboración con muestreos estadísticamente válidos, que fue lo que se desarrolló en este estudio para poner en conocimiento a la DGIRA que, sobre la base de determinaciones concretas en campo y no únicamente de aproximaciones cartográficas, en los terrenos sobre los cuales se pretende el desarrollo del proyecto la cobertura vegetal en su mayoría corresponde a agricultura de temporal, y está considerado como un uso de suelo no forestal, si bien la superficie es menor los terrenos de interés presentan vegetación forestal.

Metodología para el trabajo de campo. La información se levantó por tipo de estrato (agrupación de forma de vida de los individuos) y para seleccionar la forma del sitio de muestreo se aplicó la recomendación por la CONAFO, la cual hace mención en que para los tipos de vegetación de bosques, comunidades áridas, comunidades semiáridas y palmares las unidades de muestreo tendrán una forma circular mientras que para los demás tipos de vegetación será de forma rectangular, cumpliendo con esta recomendación y verificando la comunidad presente en el AeP, se determinó la forma circular de los PM.

Los sitios de muestreo se ubicaron de manera aleatoria y de manera que fueran representativos del tipo de vegetación y/o uso de suelo. Para cada sitio de muestreo, la vegetación fue dividida en estratos de acuerdo con sus dimensiones y hábitos de crecimiento para agilizar el muestreo. Posterior al levantamiento se procedió a separar los datos por forma de vida, dividiéndolo en 4 agrupaciones: arbórea, arbustiva, cactáceas y herbáceas, con el objetivo de poder analizar en grupo a las principales formas de vida encontradas. Los PM fueron circulares con una dimensión de 500 m^2 (32 Puntos de muestreo en el AeP y 40 PM en el SAR) 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 y otra de 1 m^2 para el registro de especies herbáceas, a manera de conglomerado, para el área de la LT el tamaño de los sitios fue de 100 m^2 (6 Puntos de muestreo dentro del AeP y 16 para el SAR) para los estratos arbóreo, arbustivo y cactáceas, para el estrato herbáceo fue de 1 m^2, esto debido a la anchura del DDV, con esto se aseguró que la vegetación muestreada pertenezca a superficie considerada para el AeP y su representatividad dentro del SAR asegurando las mismas condiciones. 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), 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 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, únicamente para la superficie de la LT los sitios fueron levantados en un tamaño de 100 m^2, esto debido a la anchura del DDV.

El levantamiento de información en campo, entre otros objetivos, se orientó a determinar los diferentes usos de suelo y los tipos de vegetación establecidos en ese espacios geográfico. Los resultados se describen a continuación.

Agricultura de temporal permanente: Este uso de suelo es el dominante del proyecto, abarca el 85.71% del total que se pretende utilizar para la construcción, al interior de los terrenos se observa siembra de cebada, trigo, frijol y maíz en menor cantidad (octubre 2024), igualmente se observaron parcelas en descanso.

Vegetación secundaria Arbustiva de Bosque de Táscate: El porcentaje representado por este tipo de vegetación registra el 4.56% de la superficie total del proyecto, esta comunidad vegetal se encuentra dominada por especies del género Juniperus, el bosque está conformado por estrato arbóreo con hojas en forma de escama (escuamifolios), tienen una altura promedio de 2 a 5 metros y están siempre caracterizados por especies arbustivas, la estructura y composición florística permiten identificar que las especies se encuentran directamente asociadas a espacios perturbados formando comunidades vegetales secundarias.

Vegetación secundaria Arbustiva de Matorral Crasicaule: El porcentaje representado por este tipo de vegetación registra el 1.49% de la superficie total del proyecto**,** se presenta como cubierta vegetal principal especies del género Opuntia siendo las principales especies dominantes, las alturas promedio van desde 1 metro hasta los 4 metros, se observa la presencia de numerosas especies que se encuentran directamente asociadas a espacios perturbados formando comunidades vegetales secundarias.

Asentamientos humanos: Se observaron construcciones de material concreto y de láminas de metal, el espacio registrado es de apenas 0.28% del total que se pretende por la implementación del proyecto.

DDV Carretera federal Pachuca-Tulancingo: Si bien no se realizarán actividades constructivas al interior del DDV de la carretera federal, este espacio considera la conexión entre el proyecto y la carretera federal, se observa un DDV de material asfaltico con dos carriles en cada sentido.
Plantación de Agaves-Opuntias: Se registro que en el 3.54% de la superficie existen plantaciones de los géneros Agaves y Opuntias los cuales son directamente destinados a la producción de agua miel y cosecha de tunas.
Trazo gasoducto: Al interior del AeP cruza el DDV de un gasoducto particular, se menciona que no se plantea la instalación de componentes del proyecto al interior del trazo, el porcentaje es de apenas 1.58% de la superficie total, dentro del DDV del gasoducto se observan plantíos de cebada y otros espacios sin vegetación aparente, el ancho promedio del DDV es de 18 metros.
Ducto PEMEX: El trazo del ducto de PEMEX que atraviesa el proyecto no contine vegetación aparente y se aprecia una habilitación como camino de terracería para el tránsito de los pobladores, no se realizaran trabajos de instalación de componentes del proyecto sobre el ducto.
Cuerpos de agua: Se registraron 4 cuerpos de agua, el porcentaje es de apenas un 0.49% de la superficie total del proyecto, no se prevé la afectación de ninguno de los cuerpos de agua, durante las visitas se observó que contenían agua para consumo de ganado de los pobladores cercanos.
Caminos existentes: Son espacios de terracería con anchos promedio que van desde los 4 metros hasta los 8 metros, se observa que están carentes de vegetación y son transitados por pobladores y dueños de los terrenos al interior o cercanos al AeP, el porcentaje que representa es del 2.0% del total de la superficie que considera el proyecto.
Banco de material: Se observo superficie en la cual se realizó la extracción de material, este espacio se encuentra sin vegetación aparente y se encuentra actualmente en abandono, el porcentaje que representa del total de la superficie del AeP es de 0.22%.
Para la caracterización de la composición florística en el SAR y el AeP se realizó la planeación de dos muestreos en diferentes temporadas la primera se realizó en el mes de enero 2024 durante el invierno, mientras que el segundo muestreo fue realizado en octubre 2024 en el otoño, se desarrollaron los muestreos *in situ* para determinar las especies vegetales presentes en dicha área por comunidad y estrato vegetal, y posteriormente los resultados arrojados fueron analizados para obtener los valores de diversidad. Los trabajos de muestreo implicaron el levantamiento de información en 38 unidades muéstrales o puntos de muestreo (PM) dentro del polígono del AeP y de 56 PM en el SAR, cabe indicar que ambos muestreos (invierno y otoño) fueron realizados en la misma coordenada de ubicación en cada uno de los diferentes PM.
En cuanto al SAR se registraron en total 72 especies, igualmente se muestrearon los mismos tipos de vegetación o usos de suelo registrados en el primer muestreo (enero 2024) y que son coincidentes con el área del proyecto, para la superficie agrícola, el estrato con mayor riqueza especifica corresponde al herbáceo donde se registraron 33 especies; seguido del arbustivo y cactáceas con una riqueza de 19 y 8 especies respectivamente, el estrato menos diverso fue el arbóreo donde únicamente se cuenta con 5 especies, para la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, el estrato con mayor riqueza corresponde al herbáceo donde se registraron 12 especies; seguido del cactáceas y arbustivo con una riqueza de 9 y 8 especies respectivamente, el estrato arbóreo registro 2 especies y para el bosque de táscate en su tipo secundario arbustivo, el estrato con mayor riqueza especifica corresponde al de las hierbas donde se registraron 15 especies; seguido del arbustivo y cactáceas con una riqueza de 10 y 9 especies respectivamente, el estrato menos diverso fue el arbóreo donde únicamente se cuenta con 3 especies (Tabla IV.26).
Del total mencionado (72 especies), tres especies se encuentran incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 con la categoría de sujeta a protección especial (Pr), 21 especies incluidas en la Lista roja de la UICN están consideradas en el estatus de preocupación menor (LC), 1 en peligro (EN), 2 especies están con datos insuficientes (DD) y 48 especies no tienen ninguna categoría, 12 especies de la familia Cactaceae están registradas dentro del apéndice II del CITES, 21 especies cuentan con una distribución endémica, 11 son exóticas, 4 especies son exóticas-invasoras y 36 especies se consideran nativas. Del total general de las especies registradas en el SAR (72), 65 especies fueron registradas en el uso de suelo agrícola, la riqueza de 31 especies pertenece a la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule y 37 especies fueron reconocidas en el bosque de táscate secundario arbustivo.
AeP, primer muestreo general: Los resultados obtenidos de los trabajos en campo del primer muestreo ejecutado en invierno (enero 2024) dentro de la superficie del área de establecimiento del proyecto**,** comenzando por el muestreo total se identificaron cuatro estratos, para el estrato arbóreo se registraron 5 especies, donde *Juniperus deppeana* obtuvo el valor de importancia más alto (IVI=188), mientras que la especie de menor valor fue el *Schinus molle* (IVI=13) en el estrato arbustivo, la especie con mayor IVI, de las 14 registradas, fue *Baccharis conferta* con IVI notablemente más alto (IVI=87). En el estrato herbáceo, compuesto por 17 especies, el Trívium aestivum fue la especie con mayor IVI = 61. Finalmente, en el estrato de las cactáceas**,** se registraron 10 especies, la especie con mayor IVI es *Agave salmiana* con un IVI=100.
En el uso de suelo agrícola para el primer muestreo realizado en invierno en el mes de enero 2024 permitió identificar cuatro estratos, para el estrato arbóreo se registraron 3 especies, donde *Juniperus deppeana* obtuvo el valor de importancia más alto (IVI=184), mientras que la especie de menor valor fue el *Schinus molle* (IVI=47) en el estrato arbustivo, la especie con mayor IVI, de las 14 registradas, fue *Baccharis conferta* con IVI notablemente más alto (IVI=120). En el estrato herbáceo, compuesto por 15 especies, el *Tritium aestivum* fue la especie con mayor IVI = 77. Finalmente, en el estrato de las cactáceas**,** se registraron 7 especies, la especie con mayor IVI es *Agave salmiana* con un IVI=176.
Para disponer de evidencia palpable del escenario antes descrito, se realizó la vinculación de las especies resultando que 42 especies (68.85%) de las 61 registradas en el AeP son de hábitos ruderales y perturbados y otras que probablemente son

aprovechadas por los pobladores, de igual forma en caso de autorizar la construcción del proyecto, las especies se encuentran representadas en el SAR por lo que en ningún momento se pone en riesgo alguna de las 61 especies registradas.
La vegetación del SAR y AeP se observa con diversidad baja en ambos muestreos con respecto a su potencial que pudiera presentar pero es notorio que se presenta una mayor diversidad en el SAR que en el AeP, Por lo anterior, puede concluirse que la vegetación quizá constituirá el factor ambiental menos afectado por la instalación del proyecto, en virtud de su pobre diversidad dentro del AeP y, a que la vegetación forestal que se encuentra al interior del AeP es menor, toda vez que el proyecto y demás elementos constitutivos ocuparán mayormente áreas agrícolas.
De los datos obtenidos, se observa que tal como era de esperarse, la comunidad del AeP es menos diverso a su equivalente dentro del SAR y que en la zona dominan las áreas agrícolas, sin embargo, el SAR presenta mayor riqueza especifica y abundancia con respecto al AeP, existe un 68.85% de especies del AeP que son de habito ruderales y/o arvenses, evidenciando que se trata de terrenos con perturbación, por lo que es viable la instalación del proyecto, con el objetivo de mejorar el uso de suelo.
Fauna: A través de tres procedimientos es posible determinar el estado que presenta la fauna en un sitio:

- ✓ *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 la movilidad natural de los individuos (desplazamientos estacionales, migraciones, búsqueda de alimento, etc.), las características climatológicas de cada anualidad y, por lo tanto, que ofrezca certidumbre estadística respecto a la fiabilidad de los resultados; lo anterior puede ser satisfecho con la realización de campañas de muestreo en diferentes estaciones del año o, los resultados se pueden enriquecer con la aplicación de modelos científicos con algoritmos que permitan estimar el nicho ecológico de una especie en función de variables ambientales.
- ✓ *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.

Mediante la aplicación de estas tres fases se trabajó para obtener conclusiones respecto a la distribución espacial y temporal 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.
Por antes expuesto 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.
Resultados: el trabajo de integración de una relación potencial de vertebrados dio como resultados un total de 162 especies de posible distribución en el SAR del proyecto, de las cuales 9 son anfibios, 16 reptiles, 94 aves, 26 mamíferos terrestres y 17 mamíferos voladores
Lista de especies registradas: durante la visita de campo se registraron un total de 78 especies (617 individuos), distribuidas en 18 órdenes y 40 familias.
En el SAR se registraron 453 individuos de 72 especies y para el Área de establecimiento del Proyecto (AeP) se registraron 164 individuos de 44 especies.
A) Herpetofauna: Se registraron un total de 11 especies y 47 individuos, nueve corresponden al orden Squamata y dos al orden Anura. Las 11 especies fueron registradas en el SAR y cinco se registraron para el AeP.
De las 11 especies registradas cinco especies se encuentran en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) y dos como Amenazada (A) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a la categoría de la UICN, todas las especies se encuentran en la categoría de Preocupación Menor (LC). Referente a endemismos, siete especies son endémicas al país (Tabla 75).
B) Avifauna: Se registró un total de 52 especies con 507 individuos, pertenecientes a 25 familias y 12 órdenes. En el SAR se registraron 46 especies y 376 individuos, mientras que para el AeP 30 especies con131 individuos (Tabla 75).
De las 52 especies registradas, el Gavilán Pecho Canela (*Accipiter striatus*), la Codorniz de Moctezuma (*Cyrtonyx montezumae*) y el Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*) se encuentran en la categoría Sujeta a Protección Especial (Pr) en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Respecto a la UICN, el Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*) y el Verdugo Americano (*Lanius ludovicianus*) se encuentran en la categoría de Casi Amenazado (NT).
Referente a endemismos, se registró el Zacatonero Serrano (*Oriturus superciliosus*) como endémica (EN), el Vireo de Cassin (*Vireo cassinii*), el Gorrión Pálido (*Spizella pallida*) la Calandria Tunera (*Icterus parisorum*) y el Picogordo Tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*) como semiendémicas (SE), y el Junco Ojos de Lumbre (Junco phaeonotus) como cuasiendémica (CE) (Tabla 9).

Con respecto a CITES en el apéndice II se encuentra: el Zumbador Canelo (*Selasphorus rufus*), el Colibrí Orejas Blancas (*Basilinna leucotis*), Gavilán Rastrero (*Circus hudsonius*), el Aguililla Cola Roja (*Buteo jamaicensis*), el Cernícalo Americano (*Falco sparverius*) y el Halcón Peregrino (*Falco peregrinus*).

Composición estacional de las especies de aves registradas: De las 52 especies registradas, 38 son residentes, 11 son migratorias de invierno en época no reproductiva y tres se consideran con estacionalidad bimodal (R/MI). De las 46 especies registradas para el SAR, 35 son especies residentes, nueve son migratorias de invierno en época no reproductiva y dos con estacionalidad bimodal. En el caso de las especies del AeP, 24 son residentes, cinco son migratorias de invierno en época no reproductiva y una especie es bimodal.

C) Mastofauna: Se registraron un total de 15 especies de 63 individuos. En el SAR se registraron 15 especies y 42 individuos, y en el AeP nueve especies y 21 individuos.

La Ardilla de Peters (*Sciurus oculatus*) se encuentra Sujeta a Protección Especial (Pr) por la NOM-059-SEMARNAT-2010 y es una especie endémica. Con respecto a la UICN todas las especies se encuentran como Preocupación Menor (LC).

Eficiencia del Muestreo: la eficiencia del muestreo varió entre el 58.36% y el 83.40% para el sitio estudiado. Según estos estimadores, la riqueza estimada de especies fluctúa entre 13.19 y 18.85, lo que refleja la variabilidad en la capacidad de cada estimador para capturar la diversidad total de especies presentes. En detalle, el estimador Chao, con una eficiencia del 64.14%, sugiere que se han identificado 17.15 especies, dejando un estimado de 6.15 especies por registrar. El estimador Jackknife 1 muestra una eficiencia del 69.10%, con 15.92 especies identificadas y aproximadamente 4.92 especies aún por descubrir. Por su parte, el estimador Jackknife 2, con la menor eficiencia del 58.36%, proyecta una riqueza más alta de 18.85 especies, indicando que hay 7.85 especies no observadas. Contrariamente, el Bootstrap demuestra ser el más eficiente, con un 83.40%, estimando la identificación de 13.19 especies y sugiriendo que solo quedan 2.19 especies por identificar.

El análisis detallado de las curvas de acumulación y las desviaciones estándar de los estimadores no paramétricos para evaluar la riqueza de especies de herpetofauna proporciona varias conclusiones clave:

1. **Eficacia del Muestreo:** El muestreo ha probado ser eficaz para estimar la riqueza de especies de herpetofauna. Esta eficacia se manifiesta en la estabilización progresiva de las curvas de acumulación y en la notable reducción de la desviación estándar a medida que se incrementa el número de transectos. Este fenómeno indica una mejora en la precisión de las estimaciones con un esfuerzo de muestreo más amplio, reflejando la capacidad del muestreo para capturar una representación fiel de la biodiversidad en estudio.
2. **Consistencia entre Estimadores:** Los estimadores, pese a sus diferentes metodologías y sensibilidades, muestran variaciones en sus resultados. Bootstrap destaca por su superior eficiencia del muestreo de 83.40%, lo que indica una alta capacidad para detectar la riqueza de especies presente. Le siguen Jackknife 1 con 69.10%, Chao con 64.14%, y Jackknife 2 con 58.36%. Estas diferencias resaltan la variabilidad en la precisión y confiabilidad de cada método para estimar la riqueza de especies.
3. **Precisión de las Estimaciones:** La combinación de eficiencia del muestreo y desviación estándar sugiere que Bootstrap ofrece la mayor precisión y fiabilidad en las estimaciones, con el menor número de especies pendientes de registro. Mientras tanto, Chao y Jackknife 1, con eficiencias moderadas, y Jackknife 2, con la eficiencia más baja, presentan rangos más amplios de estimación y mayores desviaciones estándar, indicando una precisión y fiabilidad menores en sus estimaciones.

Riqueza de especies: en el AeP, que comprende 30 transectos, la riqueza de especies varía significativamente entre los transectos. El transecto 7 destaca con la mayor riqueza, albergando 8 especies. Por otro lado, el transecto 10 presenta la menor riqueza con 0 especies, indicando la ausencia de registros en ese transecto. La riqueza promedio de especies tiende a ser moderada, pero con variaciones notables, como se evidencia en transectos con solo 1 o 2 especies (transectos 2, 5, 6, 9, entre otros) y aquellos con mayor riqueza, como los transectos 1, 11 y 18 con 5 especies cada uno.

El SAR muestra una mayor riqueza de especies en comparación con el AeP, especialmente en el transecto 36, que registra una impresionante diversidad con 23 especies. Este es el valor más alto de riqueza de especies observado en todo el estudio. Otros transectos con alta riqueza incluyen el 37 con 13 especies y el 35 con 10 especies. La riqueza es más alta que en el AeP, con varios transectos registrando más de 5 especies. La menor riqueza se observa en el transecto 42 con solo 1 especie, pero no hay transectos sin registros de especies, lo que sugiere una mayor dispersión de la biodiversidad en esta área.

Comparación entre el AeP y el SAR: al comparar ambos sitios, es evidente que el SAR posee una mayor riqueza de especies en general, con el transecto 36 sobresaliendo por su excepcional diversidad. En contraste, el AeP tiene un rango de riqueza más variado, incluyendo transectos sin registros de especies, lo que indica áreas de menor biodiversidad o posiblemente condiciones menos favorables para la diversidad de especies en esos puntos específicos. La presencia de transectos sin especies en el AeP contrasta con la continua presencia de especies en todos los transectos del SAR, lo que refleja una distribución más uniforme y una mayor riqueza de especies en el SAR.

Por lo que se refiere al uso del espacio que le dan estos grupos al AeP, las zonas de descanso no se verán afectadas por la realización del proyecto ya que, por ejemplo las especies de rapaces y no rapaces utilizan o prefieren espacios fuera del sitio donde se pretende realizar la instalación del Fv El Ocote.

Por lo que se refiere a la migración, particularmente en el grupo de las aves, con base en la información disponible desarrollada en el capítulo IV de la MIAR, los patrones de migración de las especies, la instalación del proyecto Fv El Ocote no se anticipa como un riesgo significativo para las especies migratorias. La localización estratégica del proyecto, alejada de las principales rutas migratorias sugiere un impacto mínimo en la migración y actividad de estas especies.

Capítulo V

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 Ocote 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.

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, 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 supuestos 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 destacables sobre bases convencionales que pudieran ser supletorias de las que ofrece la fracción IX del artículo 3° del RLGEEPAMEIA.

Un último rubro que se destaca respecto al procedimiento seguido en esta MIA-R, y, con base en el alcance de la definición de la MIA que establece la fracción XXI del artículo 3º de la LGEEPA, la cual dispone: "*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, asi como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo",* dado el alcance de esta definición en este documento se privilegió la identificación de los efectos o impactos negativos, toda vez que, al determinar los impactos al ambiente, tal y como lo dispone el precepto antes señalado en el capítulo VI de esta MIA-r se definirán las medidas para evitarlos o atenuarlos.

La técnica para la identificación y evaluación de los impactos ambientales en el Capítulo V de la MIA-R, adaptó la propuesta de Gómez Orea (2013), 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 T_0 determinada como corolario del Capítulo IV de esta MIA-R, tanto para cada impacto potencial a generar como por el proyecto en su conjunto; este método ayuda a limitar la incertidumbre asociada a la predicción de los impactos. Por ello, con ligeras adaptaciones, esta es la metodología medular a desarrollar en esta MIA-r y es la que se aplica para identificar, evaluar y describir los impactos ambientales significativos que puede generar el proyecto.

La primera parte del proceso implicó realizar un ejercicio de determinación de interacciones del cual la relación final de acciones seleccionadas y la relación de factores del ambiente permitieron identificaron 388 interacciones entre las 38 acciones del proyecto y los 43 subfactores del ambiente, hipotéticamente podrían registrar un total de hasta 1,634 interacciones, en el hipotético e inviable caso de que para cada subfactor se registrará una interacción con una acción del proyecto, por lo que las 388 estimadas en el ejercicio representan un 23.74%. A partir de este ejercicio se vislumbran que el medio que registra más interacciones (y potencialmente más impactos) es el medio abiótico con 146 interacciones y el medio con menor registros fue el de servicios. Con base en el número de interacciones identificadas el pronóstico desarrollado indica que el factor ambiental que podría recibir el mayor número de efectos negativos es el suelo con el 16.8% de los 388 efectos totales del proyecto; ello principalmente por las acciones sobre su calidad, suelo orgánico, compactación y uso de suelo; le sigue en cuantificación la fauna en lo relativo a su riqueza y abundancia, tamaño de sus poblaciones, hábitat y endemismo y especies en riesgo con el 15.8% de interacciones. Los factores del ambiente vivo (biótico) tienen un comportamiento uniforme, con poco más del 36% de efectos que potencialmente pueden recibir la fauna, la flora y los procesos propios de estos elementos constitutivos del ecosistema.

El resto de los factores ambientales tiene índices cualitativos muy bajos: desde el 9.7% hasta el 0.4%, señal anticipada de que su susceptibilidad a evidenciar algunas alteraciones por efecto del establecimiento del proyecto, no parece ser relevante.
El avance alcanzado con la determinación de las interacciones proporciona la base para realizar una agrupación y una depuración de las interacciones con base en su naturaleza y en el o los efectos ambientales sobre el factor en el que inciden; ello deriva de la repetibilidad de efectos de alcance idéntico ocasionados por diferentes acciones del proyecto sobre un mismo factor.
En este sentido, se prevé la posible presencia de 43 impactos, tres de los cuales pueden ser de carácter mixto (en un escenario pueden ser negativos y en otro, positivos) y los 40 restantes, son de carácter negativo (Tabla V.9), aun no calificados como significativos o no; cabe mencionar que solo serán evaluados los impactos negativos en cuanto su incidencia y 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.
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 identificó 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 RLGEEPAMEIA. Mientras que la segunda se basó en la propuesta de Gómez Orea, modificada que permite aplicar las definiciones y disposiciones del marco jurídico que regula este procedimiento (LGEEPA y su reglamento en materia de evaluación del impacto ambiental
Para determinar si alguno de los impactos negativos que podría generar el proyecto 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. 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 37 impactos negativos del proyecto. Considerando los resultados obtenidos de la identificación de significancia se arribó a la conclusión de que ninguno de los impactos 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 impacto ambiental. Se destaca que la interpretación sistemática, armónica, gramatical e integral de las definiciones de cada uno de los supuestos que señala la fracción invocada, 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 29 impactos negativos del proyecto.
Derivado de lo anterior, fue preciso aplicar un procedimiento supletorio, dicha técnica establece que una vez identificados los impactos es necesario determinar, su valor de la incidencia. 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 los atributos que detalla el procedimiento, que caracterizan dicha alteración) y con base en la incidencia la categoría de destacabilidad, misma que pudiera ser homologada a "significancia", sin embargo dado que la definición reglamentaria tiene otro alcance y otro significado, en esta MIA-R se opta por no utilizar ese término; el ejercicio desarrollado con los 29 impactos preliminares permitió reconocer 34 impactos destacables, 3 impactos no significativos y 7 impactos despreciables.
Impactos residuales: 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; así, en el conjunto de los 43 impactos negativos identificados se reconocen 28 impactos como residuales (impactos no recuperables), mismo que incidirán sobre el factor suelo, fauna, flora, procesos del medio biótico y paisaje
Impactos acumulativos: 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 "PFv Ocote Solar" y, para cada uno de los 43 impactos se hizo la determinación del efecto compuesto que podrían tener con los correspondientes a las obras y actividades de otros diez proyectos que se encuentran en el SAR y que se prevé pudieran estar generando efectos sobre factores del ambiente que pudiesen adicionarse a los procesos de acumulación de los impactos que puede generar el proyecto, así se identificaron 14 impactos ambientales acumulativos, de los cuales 11 alcanzan también el estatus de impactos sinérgicos..

Los valores de acumulación así obtenidos, fueron valorados aplicando un el índice de incidencia y, el umbral de selección que definió como impactos acumulativos determinantes de la calidad ambiental a aquellos que tuvieron un valor igual o

superior a 0.670 puntos (de un valor máximo potencial de 1.0 puntos), lo cual significará además que estos impactos deberán disponer de medidas concretas de prevención y/o mitigación, al menos para el correspondiente al proyecto que se aborda en esta MIA ya que la vigilancia del cumplimiento de la variable ambiental de todos los demás es materia de las autoridades correspondientes, tano del ámbito federal como estatal.
Los impactos acumulativos son:

(1) Alteración físico – química y biológica del suelo por afectación de su estructura y características edafológicas.
(2) Alteración del apelmazamiento natural del suelo por afectación de su estructura como consecuencia del tránsito de personas, maquinaria y equipo, afectando su porosidad y la actividad biológica en su interior.
(3) Pérdida de áreas agrícolas derivado de la implementación del proyecto:
(4) Reducción en la disponibilidad de suelo orgánico como resultado de la remoción de la capa superficial durante los trabajos de preparación del sitio y construcción.
(5) Afectación de las características del suelo derivadas de la remoción de su cobertura vegetal, lo que puede derivar en la alteración de los procesos ecológicos que se realizan en dicho sustrato.
(6) Incremento en el proceso de pérdida de la capa superficial, por acción del viento y del agua (erosión).
(7) Afectación de las características del suelo derivadas de la remoción de su cobertura vegetal, lo que puede derivar en la alteración de los procesos ecológicos que se realizan en dicho sustrato.
(8) Incremento en el proceso de pérdida de la capa superficial, por acción del viento y del agua (erosión):

El carácter determinante del efecto acumulativo conjunto de estos impactos acumulativos sobre la calidad ambiental del suelo se incrementa con la evidencia de sinergia entre ellos, considerando no solo el establecimiento del parque fotovoltaico y, sustancialmente de la presencia de otros diez proyectos similares establecidos o por establecerse en el SAR, se estima que acumulación y la sinergia se fundamentan en la intensificación y persistencia de múltiples impactos que, al actuar de forma conjunta en un mismo territorio, superan la capacidad de recuperación natural del ecosistema edáfico. El carácter determinante del efecto acumulativo conjunto de estos impactos acumulativos sobre la calidad ambiental del suelo se incrementa con la evidencia de sinergia entre ellos, considerando no solo el establecimiento del parque fotovoltaico y, sustancialmente de la presencia de otros diez proyectos similares establecidos o por establecerse en el SAR, se estima que acumulación y la sinergia se fundamentan en la **intensificación y persistencia** de múltiples impactos que, al actuar de forma conjunta en un mismo territorio, superan la capacidad de recuperación natural del ecosistema edáfico.
Es importante no perder de vista que el proyecto se insertará en un SAR que ha sido perturbado por actividades antropogénicas (agricultura, ganadería y asentamientos humanos) que se desarrollan desde hace más de 50 años. De acuerdo con el trabajo realizado en campo en el AeP y en el SAR se registró la presencia de una especie de flora y cuatro especies de fauna en categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, asimismo ninguno de los impactos ambientales identificados podrá ocasiona la extinción de alguna especie de flora o fauna ni propiciar que alguna de las especies de flora o de fauna registradas en el AeP y en el SAR pudiera ser llevada a alguno de los estatus de riesgo como resultado del establecimiento del proyecto.

Capítulo VI

Proyectar el 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 T_0 o línea base).
Como resultado de la evaluación de los impactos ambientales realizada en el capítulo V de esta MIA-R, se obtuvo un listado de 43 impactos, (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**). En el presente capítulo se retoma dicha relación 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.
En el conjunto de estos 43 impactos, 30 de ellos tienen carácter destacable porpoder alcanzar carácter de residualidad, acumulación o sinérgia, o, un mismo impacto tiene dos caracteres (residual y acumulativos) o, nueve de ellos alcanzan el carácter de impactos simultáneos por tener la posibildad de reunir los tres caracteres residual, acumulativo y sinergico (tabla VI.2).
En el arreglo organizado para iniciar el abordaje de la identificación de las medidas y estrategias de prevención, mitigación y/o compensación, el carácter de simultaneidad es el de mayor consideración por lo siguiente:
Son impactos que:

- Pueden llegar a ocurrir al mismo tiempo (simultaneidad), durante una misma etapa del proyecto (p. ej. construcción).
- Se superponen espacialmente (actúan sobre el mismo sub factor, factor ambiental o espacio geogrñafico).
- Interactúan funcionalmente, dando lugar a efectos **sinérgicos**, **acumulativos** o **residuales.**

Se destaca que la **consideración de los impactos simultáneos** esta MIA es una etapa systantiva ya que, reconociendo a tales impactos se sustenta la garantia del identificar y concretar que as medidas de **prevención, mitigación y compensación** sean **realistas, efectivas y suficientes**, dado que por definición, estos impactos no actúan de forma aislada, sino **concurren e interactúan** en el espacio y en el tiempo y que, soslayar esta simultaneidad puede subestimar la magnitud de los efectos reales del proyecto.

En el marco de la evaluación de impacto ambiental y, con sustento en lo expuesto en los apartados previos de este capítulo VI de la MI-R del proyecto, las medidas de **prevención, mitigación y compensación** representan el eje central de la gestión ambiental del proyecto. Estas medidas se conciben como acciones sistemáticas, planificadas y jerarquizadas que buscan **evitar, reducir, corregir o equilibrar** los efectos adversos derivados de las distintas etapas del desarrollo del proyecto sobre los factores ambientales.

La eficiencia ambiental de estas medidas, se magnifica si se integran a una una **estrategia ambiental articulada** permite organizar, jerarquizar y dar seguimiento coherente a las acciones propuestas frente a los impactos identificados. Esta integración evita la fragmentación de esfuerzos, facilita la asignación eficiente de recursos y fortalece la lógica de intervención ambiental bajo un enfoque sistémico. Además, permite vincular cada medida con sus objetivos específicos, sus indicadores de desempeño y sus plazos de ejecución, generando una ruta de actuación clara, adaptable y verificable. Al concebir las medidas como parte de una estrategia común, se asegura una **gestión ambiental proactiva, progresiva y técnicamente sustentada**, capaz de responder de manera eficaz a la complejidad de los impactos generados por el proyecto.

Estrategias integradores: Una estrategia ambiental articulada y coherente es un conjunto planificado de acciones estructuradas que integra las medidas de prevención, mitigación y compensación de forma jerarquizada, lógica y complementaria, orientadas a evitar, reducir o contrarrestar los impactos ambientales de un proyecto. Esta estrategia establece una relación clara entre cada medida y los impactos que atiende, define responsables, cronogramas, indicadores y mecanismos de evaluación**,** y permite su seguimiento sistemático. Al organizar las medidas bajo un mismo marco estratégico, se maximiza su eficiencia operativa y su eficacia ambiental**,** asegurando una gestión proactiva, transparente y adaptativa durante todo el ciclo de vida del proyecto.

Bajo los alcances de las definiciones anteriores, a continuación se aborda la identificación y propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación y su integración a estrategias ambientales.

Medidas para mitigación, prevención y compensación, en lo sucesivo citadas como MPMyC.

- Las medidas de prevención tienen por objetivo evitar la generación del impacto antes de que ocurra, ya sea mediante el rediseño del proyecto, la elección adecuada de tecnología, la ubicación estratégica de sus componentes o la programación temporal de las actividades. Su prioridad es máxima, dado que impiden que el daño ambiental llegue a materializarse.
- Las medidas de mitigación se implementan cuando el impacto no puede ser completamente evitado, y buscan reducir su magnitud, extensión o duración**,** o bien facilitar su reversibilidad. Estas medidas son proporcionales al tipo de impacto y se enfocan a la restauración progresiva del entorno afectado.
- Las medidas de compensación son acciones que se aplican cuando el impacto es inevitable, residual o irreversible, y tienen como finalidad generar beneficios ambientales equivalentes que reestablezcan parcial o totalmente la funcionalidad ecológica, paisajística o social alterada, ya sea dentro o fuera del sitio del proyecto.

Estas medidas han sido diseñadas con base en el tipo, intensidad, extensión, duración y sinergias de los impactos peviamente identificados, y estan acompañadas de indicadores de evaluación, cronogramas de ejecución y mecanismos de monitoreo y ajuste adaptativo, asegurando su eficacia técnica, ambiental y social. Asimismo, deben guardar coherencia con el marco legal vigente y los principios de equidad ambiental, sostenibilidad y participación comunitaria.

En este apartado las medidas se agrupan tomando como referente integrado a el o los factores o subfacrores ambientales receptores de los efectos de los impactos ambientales analizados.

A) Factores receptores: aire.

Impactos potencialmente generadores de efectos:

IA 01: Afectación potencial de la calidad del aire, principalmente oir actividades de preparación del sitio y traslado de materiales.

- ✓ Planificación de rutas y horarios para maquinaria y vehículos.
- ✓ Delimitación de áreas de trabajo para evitar expansión innecesaria de polvo.
- ✓ Programación de actividades en condiciones meteorológiocas favorables (sin viuento fuerte).
- ✓ Riego periódico con agua tratada o de lluvia en caminos y áreas de recarga.
- ✓ Mantenimiento preventivo de maquinaria para reducir emisiones.
- ✓ Plantación de barreras vegetales contra el polvo en zonas sensibles (límites, viviendas cercanas).

IA 02: Alteración potencial, negativa del confort sonoro derivado de las perturbaciones de las modificaciones del ruido ambiental como consecuencia de las actividades del proyecto.

- ✓ Delimitación de zonas de amortiguamiewnto acústico alrededor de fuentes e ruido
- ✓ Planeación de horarios de trabajo diurno.
- ✓ Selección de maquinaria con certificación de bajo nivel de emisión sonora
- ✓ Selección de maquinaria con certificación de bajo nivel de emisión sonora.
- ✓ Mantenimiento preventivo de maquinaria para evitar ruidos excesivos
- ✓ Informes anticipados a comunidades sobre eventos ruidosos programados.
- ✓ Habilitación de zonas de resguardo acústico o descanso alejadas del ruido
- ✓ Monitoreo del ruido con medidores portátiles

IA 03: Alteración de la cantidad, distribución o calidad de la luz natural en el entrno inmediato derivada de las operaciones de luminarias y fanales de vehículos y maquinaria.

- ✓ Planeación y restricción de actividades nocturnas no esenciales
- ✓ Instalación de luminarias con apantallamiento y dirección controlada hacia abajo

- ✓ Selección de fuentes de luz con temperatura de color menor o igual a 3,000 k (luz cálida).
- ✓ Uso de temporizadores, sensores de movimiento o fotoceldas para reducir tiempo de encendido.
- ✓ Barreras vegetales o pantallas físicas en bordes sensibles (viviendas hábitats prioritarios).
- ✓ Reducción del uso de faros de alta intensidad o usos de modos atenuados en maquinaria.
- ✓ Incorporación de buenas prácticas de iluminación en instalaciones permanentes (o. ej. Caminos o subestaciones).

Estrategia ambiental integradora:
Estrategia de Gestión Ambiental del Entorno Atmosférico Local (EGAAL)
Objetivo general: Prevenir, minimizar y controlar de forma integrada los impactos puntuales sobre la calidad del aire, el confort sonoro y la alteración lumínica generados por las actividades del proyecto, asegurando condiciones ambientales adecuadas para el bienestar humano y la conservación del entorno inmediato.

B) Factores receptores: flora, fauna, suelo

Impactos potencialmente generadores de los efectos:
IA 04: Modificación potencial del microclima debajo de los paneles fotovoltaicos con incidencia en la flora y la fauna local y en la humedad del suelo.
IA 30: Modificación de los microambientes en el área de infraestructura del proyecto por alteración de sus condiciones ecológicas.
Medidas de PMyC propuestas:

- ✓ Evitar zonas con vegetación relicta o especies sensibles al microclima.
- ✓ Diseño con espaciamiento y altura óptimos entre hileras para mantener circulación.
- ✓ Establecimiento de vegetación adaptada al sombreamiento bajo los paneles (gramíneas
- ✓ Manejo del suelo con técnicas de conservación de humedad (acolchado natural,
- ✓ Monitoreo de temperaturta. Humedad y biodiversidad del microhábitat en parcelas
- ✓ Restauración de áreas adyacentes con funciones ecológicas equivalentes (vegetación
- ✓ Instalación de microhábitats artificiales (troncos cumulos de piedras, refugios) para favorecer
- ✓ Conservación de zonas de amortiguamiento no intervenidas (bordes, cuerpos de agua.

Estrategia ambiental integradora:
Restauración funcional del microhábitat y conservación de la biodiversidad asociada al microclima.
Esta estrategia busca **minimizar los efectos del cambio microclimático generado por la instalación de infraestructura fotovoltaica**, manteniendo la funcionalidad ecológica a nivel de suelo, vegetación baja y fauna de baja movilidad.

C) Factor receptor: Suelo

Impactos que pueden incidir sobre el factor ambiental:
IA 07: Alteración fisico – química y biológica del suelo por afectación de su estructura y características edafológicas.
IA: 08: Alteración del apelmazamiento (compactación) natural del suelo por afectación de su estructura como consecuencia del tránsito de personas, maquinaria y equipo, afectando su porosidad y actividad biológica en su interior.

Medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas:

- ✓ Delimitación de zonas de exclusión para maquinaria y tránsito pesado
- ✓ Identificación y protección de suelos frágiles (p. ej. Con bajo contenido de materia orgánica)
- ✓ Uso de caminos temporales y placas para reducir compactación
- ✓ Labranza de descompresión o subsoleado en áreas afectadas.
- ✓ Incorporación de materia orgánica (compost, estiércol maduro).
- ✓ Aplicación de bioestimulantes para reactivar la vida del suelo.
- ✓ Restauración edáfica en zonas degradadas fuera del polígono del proyecto
- ✓ Implementación de parcelas de conservación de suelos con monitoreo comparativo.
- ✓ Implementación de parcelas de conservación de suelos con monitoreo comparativo.

IA 09: Pérdida de áreas agrícolas derivado de la implementación del proyecto
IA 10: Reducción de la disponibilidad de suelo orgánico como resultado de la remoción de la capa superficial durante los trabajos de preparación del sitio y construcción.

- ✓ Delimitación de áreas de trabajo para evitar remoción innecesaria

IA 11:Afectación de las características del suelo derivadas de la remoción de su cobertura vegetal, lo que puede derivar en la alteración de los procesos ecológicos que se realizan en dicho sustrato.
IA 13: Incremento en el proceso de pérdida de la capa superficial de suelo, por acción del viento y del agua.
Medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas

- ✓ Retiro y almacenamiento controlado de suelo orgánico (por capas y con cubierta de protección en el área de almacenamiento)
- ✓ Protección temporal del suelo retirado (cubiertas, vegetación temporal.
- ✓ Reincorporación del suelo orgánico en áreas intervenidas al finalizar las obras
- ✓ Aplicación de técnicas de conservación (acolchado, cultivos de cobertura, curvas de nivel).
- ✓ Aporte de materia orgánica complementaria (composta, estiércol estabilizado).
- ✓ Restauración edáfica en zonas degradadas fuera del polígono del proyecto.

- ✓ Aportación de suelo fértil o compostasobre áreas de conservación comunitaria o agroecológica.
- ✓ Aportación de suelo fértil o compostasobre áreas de conservación comunitaria o agroecológica.
- ✓ Establecimiento de parcelas de conservación o regeneración de suelos con monitoreo compartido.

Estrategia ambiental integradora:

Conservación Integral y Restauración Edáfica (CICRE)

Objetivo general: Prevenir, minimizar, compensar y revertir la alteración físico-química y biológica del suelo provocada por la compactación, pérdida de cobertura vegetal, remoción de la capa superficial, y pérdida de materia orgánica, a través de acciones integradas de manejo, protección y restauración, considerando la sinergia e interacción entre los impactos identificados.

D) **Factor receptor:** Procesos del medio inerte.

Impactos ambientales que potencialmente pueden afectar al factor ambiental receptor:

IA 12: Alteración puntual del curso de escorrentias.

IA 06: Incidencia negativa en la cantidad de agua superficial por la modificación del curso de las escorrentías pluviuales y la pérdida de vegetacion.

Medidas de MPy C propuestas:

- ✓ Levantamiento topográfico y diseño hidrológico previo a las obras.
- ✓ Evitar bloqueo de canales naturales de escurrimiento.
- ✓ Diseño de plataformas, caminos y estructuras con pendientes y drenajes adecuados
- ✓ Instalación de cunetas, zanjas de infiltración, bordos y desviadores.
- ✓ Uso de barreas vivas o muros de retención vegetados
- ✓ Revegetación inmediata de áreas expuestas a escorrentía concentrada
- ✓ Restauración de microcuencas alteradas fuera del sitio del proyecto
- ✓ Establecimiento de franjas de retención

IA 17: Pérdida y fragmentación del hábitat disponible para la fauna, principalmente de individuos grandes y medianos en el AeP

Medidas de PMyC propuestas:

- ✓ Ajuste del trazo para evitar parches de vegetación clave y corredores faunísticos.
- ✓ Instalación de pasos de fauna planificados desde el diseño
- ✓ Zonificación ambiental con exclusión de áreas de alta sensibilidad.
- ✓ Mantenimiento y revegetación de franjas de amortiguamiento
- ✓ Instalación de pasos de fauna a nivel del suelo.
- ✓ Señalización, limitación de velocidad y control de trámsito interno.
- ✓ Establecimiento o fortalecimiento de corredorres biológicos externos
- ✓ Instalación de refugios artificiales (¡perchas, cavidades, montículos).

Estrategia ambiental integradora:

Sistema Integral de Manejo Hidrológico y de Conectividad Ecológica (SIMHyCE)

Objetivo general: Restablecer y conservar los procesos físico-naturales del medio abiótico mediante un enfoque conjunto de manejo hidrológico, control de escorrentía y conservación de conectividad ecológica, minimizando los efectos sinérgicos de la modificación del relieve, la pérdida de cobertura vegetal y la fragmentación del hábitat.

E) Factor receptor: Fauna

Impactos ambientales que potencialmente pueden incidir sobre el factor ambiental.

IA 18: Incidencia negativa sobre especies de fauna endémica o con categoría de riesgo.

IA 19: Afectación potencial de especies vulnerables por transformaciones del hábitat o la incorporación de estimulos perjudiciales (patrones de luz).

IA 15: Afectación a individuos de la fauna que utilizan el AeP.

IA.16: Incidencia negativa en el tamaño de las poblaciones de la fauna, debido a la afectación de su hábitat, a la fragmentación del paisaje y a las formas de respuestas de los individuos que las componen.

Medidas de PMyC propuestas:

- ✓ Identificación y marcaje previo de habitats clave o sitios de presencia confirmada.
- ✓ Inclusión de expertos en fauna en la fase de preparación del sitio y construcción.
- ✓ Captura, reubicación y liberación de individuos bajo protocolos éticos y autorizados.
- ✓ Control de estímulos disruptivos: reducción de iluminación nocturna, ruido y tránsito vehicular.
- ✓ Restauración dirigida al microhábitat para refugio o alimentación (perchas, madrigueras, montículos de rocas).
- ✓ Creación o fortalecimiento de áreas de conservación fuera del AeP o núcleos de protección.
- ✓ Apoyo a programas de cría, monitoreo o investigación en colaboración con instituciones

Estrategia ambiental integradora:

Protección Integral, Manejo y Compensación de Fauna Silvestre PIMC-FS.

Objetivo general :evitar, reducir y compensar los impactos negativos sobre la fauna silvestre derivados de la transformación del hábitat, fragmentación del paisaje y estímulos artificiales, mediante acciones integradas de manejo directo, restauración de microhábitats, control de estímulos y compensaciones ecológicas estratégicas

F) **Factor receptor:** flora (vegetación)

Impactos ambientales que pueden incidir sobre el factor:

IA 20: Reducción o modificación de la diversidad de especies vegetales como resultado de la remoción de vegetación.
IA 21: Reducción de las poblaciones de flora presentes debido a la remoción de individuos y alteración del hábitat.
IA 22: Incidencia negativa sobre individuos de especies de flora endemica o con estatus de riesgo.
IA 23 Reducción de la cubierta vegetal forestal en el AeP.
IA 24: Modificación negativa del patrón natural de dispersión de semillas.

Medidas de PMyC propuestas:

- ✓ Delimitación de la zona de exclusión donde haya especies prioritarias o relictas
- ✓ Levantamiento floristico previo y, de ser el caso, ajueste del trazo para evitar núcleos de biodiversidad.
- ✓ Capacitación a persdonal sobre identificación y protección de especies sensibles (especies clave).
- ✓ Rescate y reubicación de individuos de especies clave (protegidas, endémicas y con categoría de riesgo)
- ✓ Revegetación activa con especies nativas adaptadas al sitio.
- ✓ Manejo y control de especies invasoras u oportunistas.
- ✓ Restauración ecológica en zonas equivalentes fuera del sitio.
- ✓ Conservación de parches vegetales de alto valor ecológico bajo esquemas voluntarios o convenios.
- ✓ Conservación "*in situ*" de parches vegetales intactos como núcleos de dispersión.
- ✓ Evitar la compactación en áreas con alta producción natural de semillas.
- ✓ Ajuste del trazo de caminos y áreas para establecimiento de infraestructura, para no incidir en zonas de acumulación de semillas (hondonadas, laderas bajas)
- ✓ Instalación de barreras vivas que favorezcan la retención de semillas.
- ✓ Siembra directa o dispersión manual de semillas nativas de zonas intervenidas.
- ✓ Restauración de áreas naturales de semilleros mediante recolección local y reintegración.

Estrategia ambiental integradora:
Estrategia para la Conservación Integral, Restauración y Manejo de la Flora (ECICRyMF)
Objetivo general: Minimizar la pérdida de diversidad vegetal, proteger especies clave y restaurar la funcionalidad ecológica del paisaje vegetal mediante un enfoque combinado de prevención, mitigación activa y compensación ecológica, con énfasis en la conservación de especies endémicas, prioritarias y zonas de dispersión natural.

G) **Factores receptores:** procesos del medio biótico.

Impactos ambientales que pueden incidir sobre el factor
IA 25: Transformación del hábitat y afectación de la fauna, reduciendo su movilidad, modificando sus patrones de movilidad y provocando estrés o abandono.
IA 26: Alteración de los patrones naturales de desplazamiento de la fauna por la presencia de barreras.
IA 27: Disminución potencial de áreas y recursos de alimentación para la fauna local, principalmente por la modificación del habitat de los agroecosistemas.
IA 28: Aislamiento potencial de rutas de poblaciones de flora y fauna de especies con poca movilidad derivadas del desarrollo de los componentes del proyecto.
IA 29: Afectación potencial negativa de rutas de desplazamiento de la fauna derivadas de la fragmentación de los agroecisistemas y el establecimiento de barreras físicas.

Medidas de PMyC propuestas:

- ✓ Ajustar el diseño de las obras para, de ser el caso, evitar zonas de paso faunístico identificadas (línea base).
- ✓ Realización de estudios de líneas de tránsito y uso de cámaras trampa amntes de iniciasr las obras.
- ✓ Conservación de corredores naturales o vegetación lineal funcional.
- ✓ Instalación de pasos de fauna a nivel del suelo en puntos estratégicos.
- ✓ Control de tráfico, reducción de velocidad y horarios restringidos de circulación.
- ✓ Manejo de ruido y luz; atenuadors acústicos en vehículos (silenciadores) y luminarias direccionadas o de baja intensidad.
- ✓ Restauración o rehabilitación de corredores ecológicos externos que conecten hábitats fragmentados.
- ✓ Establecimiento de zonas de amortiguamiento sin intervención para refugio de la fauna.

Estrategia ambiental integradora:
Integración Ecológica y Conectividad Biológica (IECB)
Objetivo general: reducir los efectos de la fragmentación del hábitat, el aislamiento ecológico y la alteración de patrones de desplazamiento de flora y fauna mediante una estrategia integral de planificación, manejo del territorio, restauración de corredores y control de estímulos disruptivos.

H) Factor receptor: paisaje.

Impactos ambientales que pueden incidir sobre el factor:
IA 31: Alteración de la calidad paisajística derivada de la transformación física, virtual y perceptual del entorno.
IA 32: Afectación de la integridad paisajística consecuencia de la transformación visual, ecológica y cultural del territorio.
IA 33: Incidencia negativa en la conectividad del paisaje derivada de la fragmentación del espacio ocupado por la infraestructura.
IA 34: Alteración de la identidad rural del paisaje por el cambio de uso de suelo agrícola y la dinámica social y cultural.
IA 35: Modificación del contraste visual por la introducción de elementos artificial y repetitivos que modifican la composición visual del entorno.

IA 36: Incidencia negativa y puntual de la conexión cultural del paisaje en el área de establecimiento del proyecto por la incorporación de tecnologías de vanguardia.
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas
- ✓ Localización de infraestructura en áreas ya modificadas (zonas agrícolas, bordes, áres sin pendiente escénica)
- ✓ Diseño paisajístico que considere baja altura, alineación topográfica y ritmos visuales armónicos
- ✓ Pantallas vegetales, franjas de amortiguamiento o barreras visuales vivas
- ✓ Recupaeración o restauración de elementos identitarios del paisaje rual (muros, senderos, árboles patrimoniales)
- ✓ Programa de educación y revaloración del paisaje transformado (señaletica interpretativa).
- ✓ Programa deeducación y revaloración del paisaje transformado (señaletica interpretativa).
- ✓ Conservación de paisajes representativos no intervenidos dentro o fuera del polígono.
- ✓ Establecimiento de miradores, senderos ecológicos o culturales interpretativos como puntos de contemplación y conexión.

Estrategia ambiental integradora:
Estrategia de Integración Visual, Cultural y Ecológica del Paisaje (EIVCEP)
Objetivo general: preservar la integridad visual, ecológica y cultural del paisaje mediante el rediseño armónico de la infraestructura, la implementación de medidas de mitigación visual y ecológica, y la revalorización participativa del entorno transformado por el proyecto fotovoltaico.

I) Factores receptores:población (condiciones de ocupación)
Impactos ambientales que pueden incidir sobre el factor.
IA 37: Incidencia de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto en la oferta de empleo (temporal y, permanente especializado).
IA: 38: Riesgo de desarrollar corrientes negativas de aceptación social del proyecto.
IA 39: Repercusión negativa en la percepción de seguridad en la tenencia de la tierras.
Medidas de prevención, mitigación y/o compensación propuestas.
- ✓ Elaboración de un diagnóstico socio-laboral local para identificar capacidades y perfiles disponibles.
- ✓ Establecimiento de criterios preferentes para la contratación local desde la etapa de licitación.
- ✓ Inclusión de cláusulas de empleo responsable en contratos con contratistas.
- ✓ Implementar una estrategia de comunicación socil participativa desde etapas tempranas.Garantizar espacios abiertos de diálogo (consultas, talleres, entrevstas con actores locales).
- ✓ Mapeo de actores sociales y análisis de percepción y expectativas.
- ✓ Establecimiento de un mecanismo transparente de atención a quejas y sugerencias.
- ✓ Fortalecimiento del vínculo con líderes comunitarios, autoridades y organizaciones sociales.
- ✓ Ajustes visibles y comunicados de actividades del proyecto en respuesra a inquietudes reales
- ✓ Diseño y ejecución de un programa de Responsabilidad social Corporativa.
- ✓ Apoyo a proyectos comunitarios consensuados en áreas como educación, salud, cultura o medio ambiente.
- ✓ Generación de canales permanentes de participación social en la gestión ambiental y social del proyecto.
- ✓ Asegurar que todos los procesos de adquisición o uso del suelo estén respadados por documentación legal, válida y transparente.
- ✓ Realizar reuniones informativas y consultas previas con propietarios y vecinos, explicando claramente derechos y alcances del proyecto.
- ✓ Capacitación al personal del proycto en relaciones comunitarias y enfoque intercultural.
- ✓ Establecimiento de mecanismos de atención de quejas o aclaraciones relacionadas con la propiedad de la tierra.
- ✓ Designación de un enlace territorial comunitario del proyecto.
- ✓ Seguimiento jurídico-social a cada caso con respaldo técnico y respecto a usos y costumbres.

Estrategia ambiental integradora:
Integración Social, Empleo Responsable y Seguridad Territorial (ISEST)
Objetivo general: fortalecer la aceptación social del proyecto fotovoltaico mediante el fomento al empleo local, el respeto a la tenencia de la tierra y la implementación de canales participativos de comunicación y atención comunitaria.

Capítulo VII

El pronóstico ambiental regional se construye a partir de la información obtenida en la caracterización del medio físico, biótico y socioeconómico, integrando aspectos como el cambio en el uso del suelo, la expansión de actividades productivas, los efectos acumulativos de otros proyectos o actividades en la región y los procesos de degradación o recuperación ambiental en curso.La descripción considerar tres escenarios:

1. **Escenario tendencial o sin proyecto:** Describe cómo evolucionaría el ambiente si el proyecto no se lleva a cabo, asumiendo que se mantienen las condiciones actuales, políticas públicas vigentes y dinámicas regionales conocidas.
2. **Escenario con proyecto:** incluye el análisis comparativo para resaltar los contrastes con el escenario tendencial, especialmente en aspectos clave como presión sobre recursos naturales, fragmentación del hábitat o vulnerabilidad ambiental.
3. **Escenario con proyecto y con las medidas de prevención, mitigación y/o compensación:** describe una alusión comparativa para resaltar los contrastes con el escenario tendencial, con el escenario con proyecto y, especialmente el escenario con la aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensación.

Se incide en un ambiente deteriorado *a priori*, y de baja calidad ambiental, aunque en el contexto del SAR hay áreas con poblaciones de flora que proporcionan servicios ambientales significativos lo que las hace ecológicamente destacables como aquellos espacios con vegetación forestal. 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 estrategias de prevención, mitigación y/o compensación, 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.

El pronóstico antes boquejado es halagüeño, pero la única forma de asegurar su sostenimiento es a través, de dos aspectos sustentivos: por una parte el cumplimiento de las obligaciones ambientales que adquiera al recibir la autorización del proyecto en materia de evaluación ambiental, lo cual equivale a asegurar la implantación del Plan de Vigilancia Ambiental aprobado por la autoridad ambiental competente, así como su ejecución, seguimiento y evaluación sistemática; en el mismo sentido, el seguimiento y control que asuma la autoridad en la revisión de los informes de cumplimiento de términos y condicionantes (ICTyC) que periódicamente le presente el promovente en cumplimiento de lo que al respecto disponga dicha autoridad; todo ello serán las únicas condiciones que habrán de asegurar sostener los valores de calidad ambiental estimados en este apartado.