MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

Contenido

CAPITULO I 1

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

I.1 Proyecto 1

I.1.1 Nombre del Proyecto 1

I.1.2 Ubicación del Proyecto 1

I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto 4

I.2 Promovente 5

I.2.1 Nombre o razón social 5

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente 5

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal 5

1.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones 5

I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental 6

I.3.1. Nombre o razón social 6

I.3.2. RFC 6

I.3.3. Nombre de los responsables técnicos de la elaboración del estudio 6

I.3.4. Dirección del responsable del estudio 6

CAPÍTULO II 7

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 7

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 7

II.1.1 Naturaleza del Proyecto 7

II.1.2 Selección del sitio 8

II.1.3 Justificación 9

II.1.4 Ubicación física del Proyecto y planos de localización 10

II.1.5 Inversión Requerida 12

II.1.6 Uso actual del suelo 12

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos 12

II.2 Características particulares del Proyecto 15

II.3 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 19
Obras y actividades asociadas al proyecto 20
II.3.1 Descripción de las obras y actividades permanentes del proyecto 21
II.3.1.1 Instalación de sistemas de seguidores mecánicos 21
II.3.1.2 Hincado de postes 22
II.3.1.3 Instalación de módulos o paneles solares (generador fotovoltaico) 23
II.3.1.4 Instalación eléctrica 24
II.3.1.5 Instalación de centros de inversión y transformación o estaciones de conversión eléctrica. 25
II.3.1.6 Construcción de la subestación eléctrica elevadora 27
II.3.1.7 Construcción del edificio de operación y mantenimiento 29
II.3.1.8 Construcción de las líneas de Transmisión y su Derecho de Vía 29
II.3.1.9 Construcción de las Subestaciones de Maniobras 30
II.3.1.10 Descripción de las obras e instalaciones provisionales del proyecto 31
II.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 33
II.4.1 Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones 33
II.4.2 Tecnologías que se utilizarán en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos 35
II.4.3 Tipo de reparaciones a sistemas y equipos 36
II.4.4 Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas y fauna nociva, describiendo los métodos 37
II.4.5 Superficies consideradas para el desarrollo del Proyecto 37
II.5 Coordenadas de los predios, subestación elevadora, obras provisionales, línea de transmisión interna y líneas de interconexión 38
II.6 Calendario de obra 42
II.7 Personal Requerido 46
II.8 Utilización de explosivos 46
II.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera. 46
II.9.1 Residuos Sólidos Urbanos 46

II.9.2 Residuos de Manejo Especial 47
II.9.3 Residuos Peligrosos 47
II.9.4 Emisiones a la atmósfera 48
II.9.5 Generación de aguas residuales 49
II.10 Etapa de abandono de sitio 50

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del predio respecto del Estado. 2
Figura 2. Ubicación del predio respecto del Municipio de Tepeyahualco. 3
Figura 3. Ubicación del proyecto al noroeste de Tepeyashualco, Puebla, Méx. 10
Figura 4. Plano de implantación "Planta fotovoltaica Impala Solar, Tepeyahualco, Puebla, Méx. .. 11
Figura 5. Ejemplo de instalación de tubos de rotación. 22
Figura 6. Ejemplo de la estructura de soporte 22
Figura 7. Ejemplo de instalación de módulos sobre los seguidores solares. 23
Figura 8. Ejemplo del montaje de módulos sobre los seguidores solares. 24
Figura 9. Ejemplo de colocación de los centros de inversión y transformación. 26
Figura 10. Ejemplo de transformador y media tensión. 27
Figura 11. Ejemplo del movimiento del sistema de seguimiento mecánico. 34

Índice de tablas

Tabla 1. Componentes y subcomponentes principales del proyecto 17
Tabla 2. Obras y actividades asociadas al proyecto 20
Tabla 3. Superficies destinadas para cada componente dentro del proyecto 37
Tabla 4. Coordenadas de los vértices de la planta general. 38
Tabla 5.Coordenadas de los vértices para la subestación elevadora 39
Tabla 6.Coordenadas edificio de Obras y Mantenimientos 39
Tabla 7.Coordenadas de polígono de zona Provisional de Obras 40
Tabla 8.Coordenadas de los vértices para la línea de interconexión 40
Tabla 9. Coordenadas de polígono 1 Subestación de maniobras 40
Tabla 10.Coordenadas de polígono 2 Subestación de maniobras 41
Tabla 11.Coordenadas Poligono de Camino 41
Tabla 12.Cronograma general de trabajo 42

CAPITULO I

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

I.1 Proyecto

I.1.1 Nombre del Proyecto

Planta Fotovoltaica Impala Solar

I.1.2 Ubicación del Proyecto

El predio donde se pretende desarrollar el Proyecto se ubica en el Municipio de Tepeyahualco a aproximadamente a 9.72 kilómetros al sureste del municipio. **Figura 1 y 2.**

Colindancias:

Al norte con la localidad de San Miguel Itzoteno a 1 Km.
Al noroeste con el Municipio de Tepeyahualco a 9.72 Km.
Al noreste con la localidad de San José Alchichica a 4.57 km.
Al este con la localidad de Chichicuautla a 4.34 km aproximadamente.
Al sur con la localidad de Techachalco a 0.98 km aproximadamente.
Finalmente, el predio colinda al oeste con la localidad de Jalapasco a 6.32 km aproximadamente.

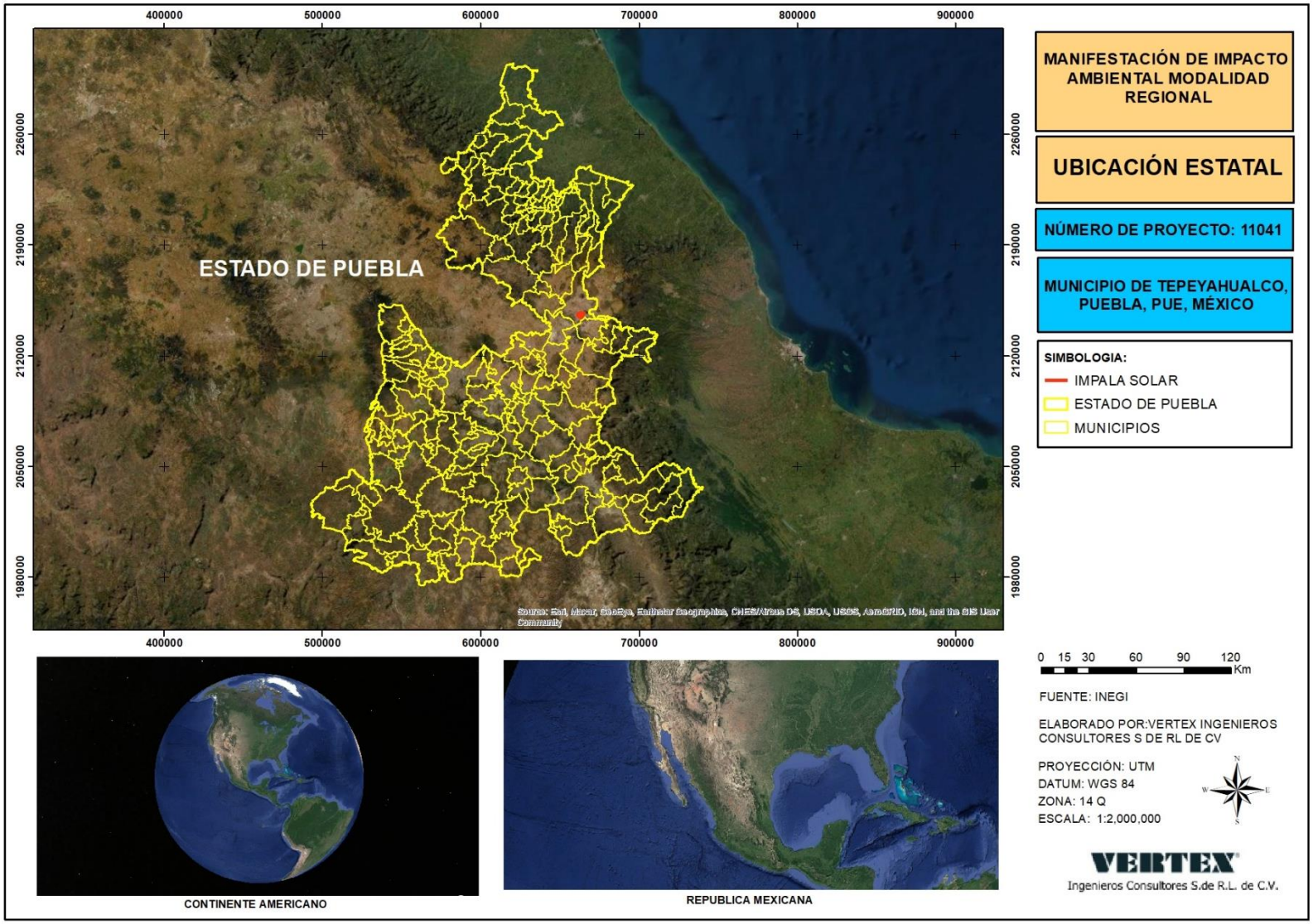


Figura 1. Ubicación del predio respecto del Estado.

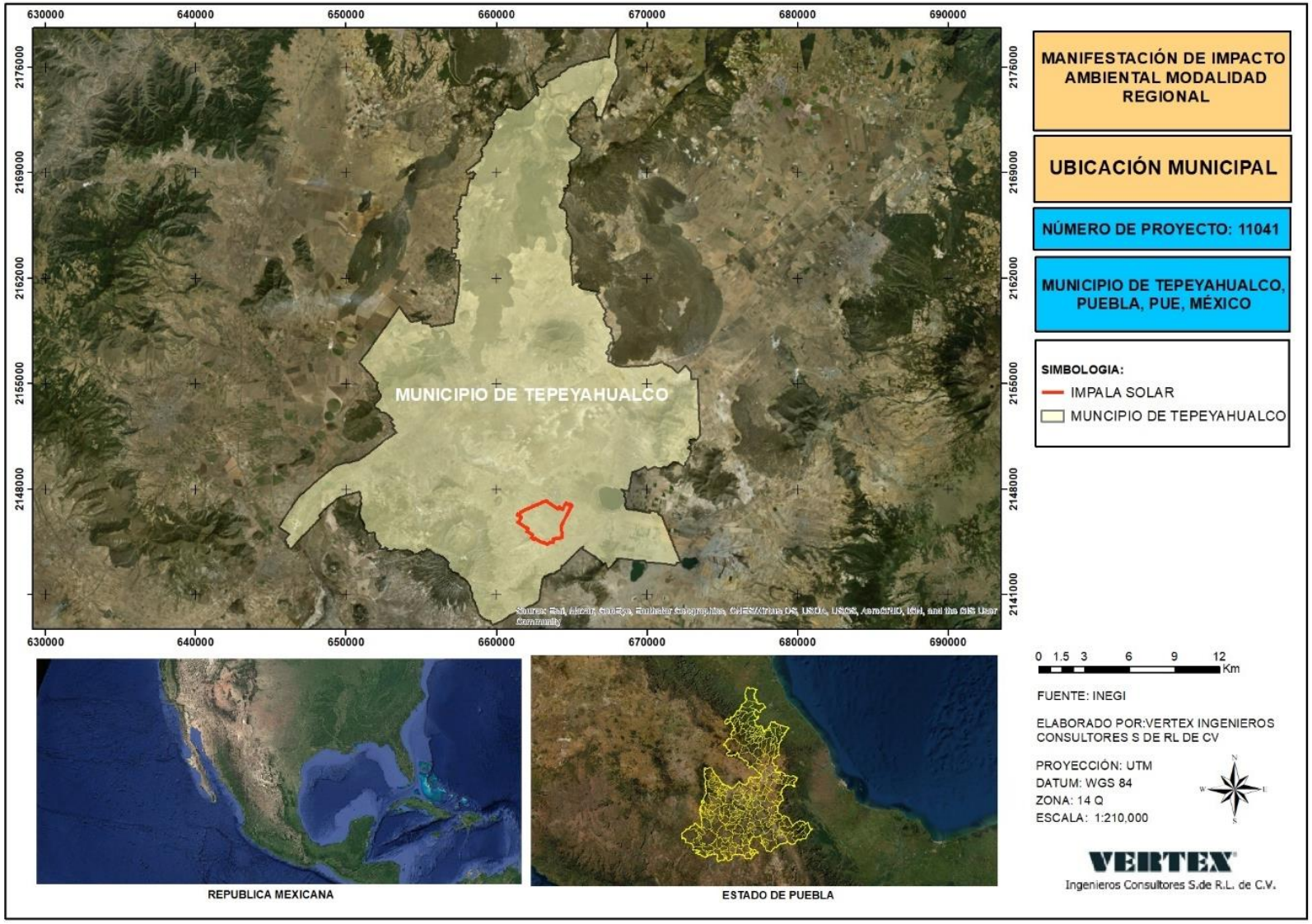


Figura 2. Ubicación del predio respecto del Municipio de Tepeyahualco.

I.1.3 Tiempo de vida útil del Proyecto

Los paneles solares están siempre expuestos a la intemperie, la radiación del sol, el viento y los cambios climáticos van degradando el panel poco a poco, su vida útil varía dependiendo del fabricante y del tipo de panel solar. Los paneles solares fotovoltaicos tienen una vida útil garantizada de 35 años, dependiendo del fabricante; lo anterior de conformidad al laudo emitido por el **CENTRO INTERNACIONAL DE ARREGLO DE DIFERENCIAS RELATIVAS A INVERSIONES (CIADI**) por sus siglas en español; ICSD, por sus siglas en inglés) en donde se reconoce por primera vez que la vida útil de plantas solares fotovoltaicas alcanza 35 años.

De acuerdo con el Laudo, se señala que "a partir de las pruebas proporcionadas, el Tribunal considera más apropiado aceptar la suposición de Brattle (peritos participantes en el proceso judicial) de que las plantas fotovoltaicas podrían operar durante 35 años en el escenario basado en un estudio sobre plantas fotovoltaicas publicado por la CE"

Reconociendo al CIADI como la institución del Banco Mundial dedicada brindar servicios de conciliación y arbitraje para ayudar a resolver disputas sobre inversiones internacionales.

Por otra parte, el primer panel solar de la era moderna todavía funciona después de 60 años, también hay reportes de varias instalaciones de energía solar que siguen operando de manera fiable y generan electricidad a pesar de que tienen casi 30 años de edad.

No obstante, la tecnología ha mejorado, los paneles solares en el mercado de hoy son más robustos y duraderos. Durante la fase de operación del Proyecto se tiene contemplado el mantenimiento y reparación de los equipos en funcionamiento para que la vida útil total del Proyecto se logre extender hasta los **42 años**.

Al finalizar el tiempo de vida útil del Proyecto éste podrá ser desmantelado de manera sencilla considerando que el parque fotovoltaico cuenta con un sistema de armado a base de tornillería.

I.2 Promovente

I.2.1 Nombre o razón social

El presente Proyecto se encuentra promovido por IMPALA SOLAR S.A de C.V., se anexa acta constitutiva **ANEXO 1.**

1.2.2 Registro federal de contribuyentes del promovente

[redacted]

1.2.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

1.2.4 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones

[redacted]

I.3. Datos generales del responsable del estudio de impacto ambiental

I.3.1. Nombre o razón social

Vertex Ingenieros Consultores, S. de R.L. de C.V.

I.3.2. RFC

[redacted]

I.3.3. Nombre de los responsables técnicos de la elaboración del estudio

[redacted]

I.3.4. Dirección del responsable del estudio

[redacted]

CAPÍTULO II

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

II.1.1 Naturaleza del Proyecto

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

El objetivo del proyecto "Planta fotovoltaica Impala Solar" es la construcción y operación de un parque solar con una capacidad nominal de 150 MW compuesto de un polígono que contara con una superficie de **632.8948 ha**, se contará con camino de acceso con una superficie de **2.4214 ha,** dos Subestaciones de maniobras con una superficie de total de **20.2290 ha,** lineas de trasmisión con un total de **9.0737 ha** y línea de interconexión con **4.1073 ha**; dando un total general para el proyecto de **668.7263 ha**, en donde se generaran 476 WH/año y que contribuirán así a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, el polígono se conectaran mediante líneas de transmisión internas. El parque solar se conectará mediante una Subestación de Maniobras a la Línea de Transmisión de alta Tensión de 400 kV de la Red Nacional de Transmisión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual ya existe.

En el **Anexo 2** se presentan los planos del Proyecto.

II.1.2 Selección del sitio

La selección del sitio se hizo principalmente con base en las características físicas, ambientales y sociales. El área donde se desarrollará el Proyecto está constituida totalmente por terrenos de uso agrícola desprovistos de vegetación en términos estrictos, salvo algunos individuos arbustivos dispersos sobre colindancias entre predios (ver detalle en capítulo correspondiente a descripción de medio biótico) y se ubica a aproximadamente a 9.72 km de Tepeyahualco aproximadamente. Si bien se encuentra relativamente aledaño a algunas localidades urbanas, actualmente existe poco desarrollo de tipo industrial, la actividad más evidente en la región es de tipo agrícola, por lo que se considera una zona de bajo impacto, de igual forma, la selección del sitio respeta los límites de áreas naturales protegidas municipales, estatales y federales que puedan considerarse como limitantes para el desarrollo del mismo.

El área del Proyecto cuenta con las siguientes características ambientales/técnicas que lo hacen ideal para su desarrollo:

- Puebla es el estado que recibe en promedio 5.5 kWh/m^2; aproximadamente.
- No es una zona de inundación y tampoco hay cuerpos de agua en el área.
- Es un sitio de fácil acceso.
- Se encuentra cerca de dos Lineas de Alta Tensión existentes de la CFE.
- El Proyecto es compatible con los ordenamientos ecológicos aplicables, tal como se analiza en el capítulo 3.
- El proyecto se desarrollará en un área de cultivos donde se encuentran algunas especies vegetales utilizadas como cercos vivos para delimitar las parcelas por lo

que el proyecto no afectará algún área de interés biológico o algúna zona de importancia ecológica.

II.1.3 Justificación

En México, las emisiones totales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en 2013 sin incluir las absorciones por las permanencias del sector Uso del Suelo, Cambio de Uso del Suelo y Silvicultura (USCUSS) fueron de 665,304.92 Gg de CO2e. Las emisiones netas, al incluir las absorciones por permanencias, fueron de 492,307.31 Gg de CO2e. Los sectores del inventario son: generación eléctrica; petróleo y gas; fuentes móviles de autotransporte y no carreteras; industria; agropecuario; uso del suelo, cambio de uso del suelo y silvicultura (USCUSS); residuos, residencial y comercial. Específicamente en el sector de generación eléctrica se reportan las emisiones por el uso de combustibles fósiles en las centrales eléctricas operadas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y los Productores Independientes de Energía (PIE), quienes proveen de energía eléctrica para el servicio público. Los gases reportados para este sector son bióxido de carbono (CO2), metano (CH4) y óxido nitroso (N2O) por consumo de combustible. En 2013, el sector de generación de electricidad contribuyó con 126,607.66 Gg de CO2e, que corresponde a 19.0% de las emisiones totales de GEI a nivel nacional.

Una de las vertientes para reducir este incremento es evolucionar la mezcla de energéticos primarios usados para satisfacer la demanda, y reducir los que emiten CO2. Esta vertiente es la que impulsa el incremento de utilizar energía renovable en el sector eléctrico.

En este sentido, el proyecto generará energía eléctrica a partir del aprovechamiento de la irradiación solar; es decir, que contribuirá a la generación energética por medio del uso de una fuente renovable, por lo que evitará emisiones de gases de efecto invernadero y de cualquier otro tipo de gases durante la operación del proyecto, el cual pretende atender el

requerimiento de generación de energía renovable estatal y al cumplimiento de los acuerdos tomados en la COP 21 de Paris 2015 y los propios requerimientos derivados de la reforma energética en México.

II.1.4 Ubicación física del Proyecto y planos de localización

El Proyecto se ubica a 89 kilómetros aproximadamente de Puebla con dirección hacia la carretera federal 140 Puebla–Xalapa y a 9.72 kilómetros de Tepeyahhualco. **Figuras 3 y 4.**

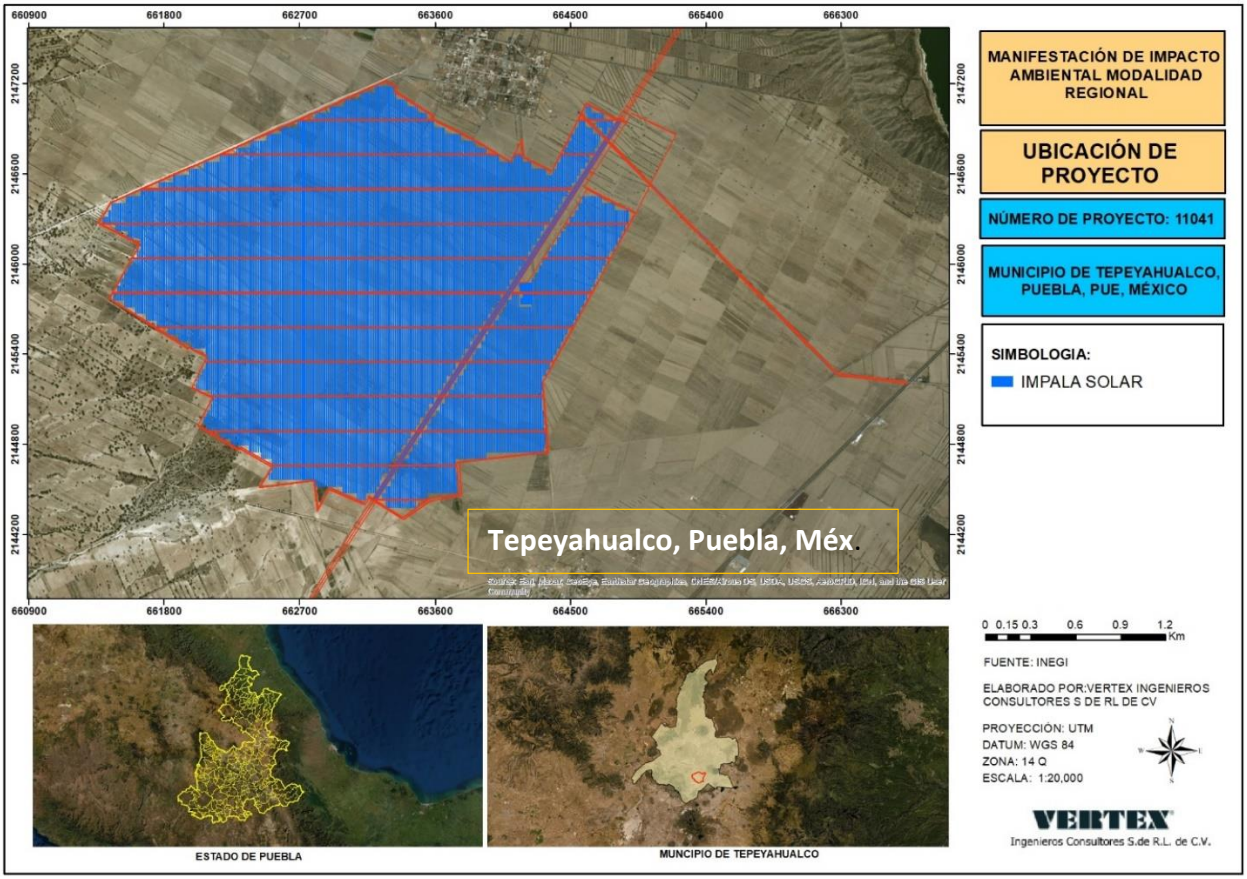


Figura 3. Ubicación del proyecto al noroeste de Tepeyashualco, Puebla, Méx.

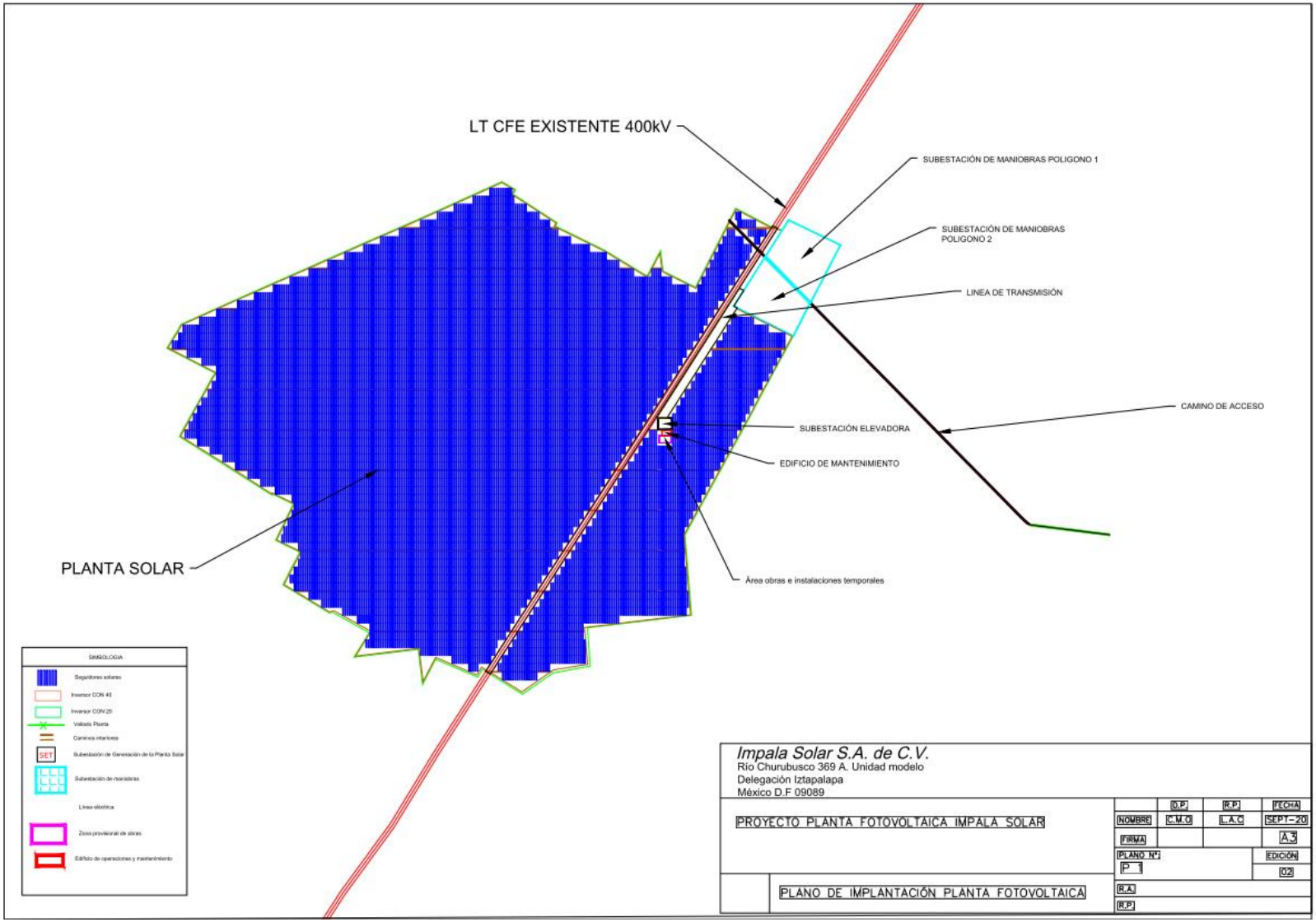


Figura 4. Plano de implantación "Planta fotovoltaica Impala Solar, Tepeyahualco, Puebla, Méx.

II.1.5 Inversión Requerida

De acuerdo con las estimaciones el total de inversión requerida para el Proyecto es de aproximadamente $1,556,100,000.00 de pesos.

II.1.6 Uso actual del suelo

Según el Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, el proyecto se ubica en la **Zonificación secundaría**, la cual se define como: la determinación de los usos del suelo en un espacio edificable y no edificable, así como a la definición de destinos específicos del suelo y reservas, área urbana, industrial y agroindustrial para futuro crecimiento, esta zonificación es regida por el polo de Desarrollo Estrategico en donde se menciona que a la Industria Solar se le debe dar continuidad para aprovechar las áreas donde se ubican las fuentes de energía alternativa, y se prevé este tipo de industria pueda seguirse desarrollando en la Subregión. Al respecto, se tiene que a pesar de que según la Serie VI de Uso de Suelo y Vegetación del INEGI, el 51% de la superficie municipal es de producción agrícola, para el caso estricto del Sistema Ambiental Regional existen básicamente cinco usos de suelo, Asentamientos Humanos, Bosque de táscate, Bosque de Pino – Encino, Matorral Desertico Resofilo y Agricultura Riego y Temporal, este último cuenta con **6,701.875 ha** y es en este uso de suelo donde se ubica el proyecto donde los certificados parcelarios indican también que el uso de suelo es agrícola de temporal.

II.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

Al 2015, el Estado de Puebla tenía una población de 6 millones 168 mil 883 habitantes, de los cuales 16 mil 892 habitaban en el municipio de Tepeyahualco, por lo que ocupaba la posición número 155 en el contexto estatal con 0.27% de la población total de la entidad;

por su parte, el Estado se ubicaba en el 5to. Lugar nacional por número de habitantes. Respecto a la distribución de la población por sexo y rangos de edad, registros al 2010 colocan al municipio de Tepeyahualco con el 0.28% de hombres y 0.27% de mujeres. Del total de la población, 5 mil 434 habitantes se encontraban en el rango de los 0 a 14 años representando el 32.17% de la población del municipio. Asimismo, en el rango de los 15 a 64 años se encuentra el 57.90% con 9mil 781 de los habitantes del municipio de Tepeyahualco.

Con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, los resultados para la entidad y para el municipio respecto al número de habitantes en edad avanzada, el 6.94% del total de la población en Tepeyahualco se encontraba entre los 65 años y más; proporción inferior respecto al estado y al país que es del 6% para ambos casos.

En lo que se refiere a la identificación del Estado de la infraestructura y los servicios urbanos, el municipio de Tepeyahualco presenta aún condiciones poco favorables para el desarrollo urbano de su centro de población, así como para la consolidación de sus localidades menores, sin embargo y como en muchos municipios la cobertura de servicios básicos como lo son el agua potable, drenaje y pavimentación es la principal condicionante que determina la calidad de vida de sus pobladores y que derivado de la falta de derrama económica y generación de recursos y la administración deficiente de los mismos se presentan niveles bajos principalmente en las localidades menores y más alejadas de las cabecera municipale.

Es importante mencionar que el desarrollo del proyecto por sus características, es un proyecto que requerirá talvez de servicios en la etapa de preparación y construcción del sitio, servicios como de agua tratada, servicios de transporte de materiales y letrinas provisionales; sin embargo ya una vez en la etapa de operación el proyecto cumplirá con la generación de energía eléctrica para ser distribuida y comercializada a través de la red de

CFF por lo que es un proyecto que brindará un servicio, no obstante se describen los posibles servicios que se llegaran a recurrir.

Sistema de drenaje. Para el servicio sanitario durante el proceso de construcción del proyecto, se contratará el servicio de baños móviles de acuerdo con el número de trabajadores en la obra a razón de 1 por cada 20 trabajadores, salvo que, en el Reglamento de Construcción de la Región se estipule algo distinto. El servicio que se dará de mantenimiento se realizará de forma periódica para lo cual se contratarán los servicios de una empresa autorizada para que realice la disposición de las aguas residuales y sedimentos. Ya durante la etapa de operación y mantenimiento se contempla la construcción de un baño permanente por lo que contratará el servicio de desazolve quien se hará cargo de dar mantenimiento a la fosa séptica de forma periódica.

Accesos al sitio del proyecto. No se requerirán la construcción de nuevos caminos de acceso ya que, por su ubicación, se utilizarán los caminos existentes, los cuales se rehabilitarán y se dará manteniemineto.

Suministro de agua. Durante el desarrollo del proyecto se podrán requerir si fuera el caso del suministro de agua por medio de pipas con agua tratada durante la fase de construcción. Respecto al uso de agua potable para consumo humano ésta será abastecida a través de garrafones.

Energía eléctrica. En caso de ser necesario, este servicio podrá ser suministrado por medio de la renta de plantas generadoras de energía durante la etapa de construcción ya que, para la etapa de operación, el proyecto formará parte de la red de suministro de energía eléctrica.

Combustibles. Estos serán abastecidos a través de las estaciones de gasolina y diésel de la cabecera municipal.

Telefonía. Se considera el uso de radios comunicación interna, además de teléfonos celulares.

Manejo de residuos sólidos urbanos. La basura generada durante las fases del proyecto se contratarán los servicios del servicio público de recolección del municipio, estos se depositarán en contenedores para su posterior traslado y disposición.

Residuos de manejo especial y peligroso. Se almacenarán temporalmente en contenedores debidamente identificados y cerrados en sitio para su posterior traslado y disposición como lo indique la normatividad oficial para lo cual, si se llegaran a generar dichos residuos se contratará el servicio de una empresa autorizada para dichas actividades para el manejo y disposición final.

II.2 Características particulares del Proyecto

El objetivo del proyecto "Planta fotovoltaica Impala Solar" es la construcción y operación de un parque solar con una capacidad nominal de 150 MW compuesto de un polígono que contara con una superficie de **632.8948 ha** dentro de este, se contará con caminos de accesointernos con una superficie de **2.4214 ha**, dos Subestaciones de maniobras con una superficie de total de **20.2290 ha**, lineas de trasmisión con un total de **9.0737 ha** y línea de interconexión con **4.1073 ha**; dando un total general para el proyecto de **668.7263 ha**, en donde se generaran 476 WH/año y que contribuirán así a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, el polígono se conectaran mediante líneas de transmisión internas. El parque solar se conectará mediante una Subestación de Manniobras a la Línea de Transmisión de alta Tensión de 400

kV de la Red Nacional de Transmisión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual ya existe. El Proyecto tiene el propósito de aprovechar la energía solar emitida en uno de los estados de la República Mexicana, que de acuerdo con el Prontuario Solar de México 2015[1] registra una máxima de 5.5 KWh/m^2 según la irradiación solar reportada para el estado de Puebla (en http://energiasolar.smartbitt.com/radiacion-solar/).

Impala Solar S.A de C.V. es la empresa que desarrollará el Proyecto fotovoltaico para lo cual los propietarios de los predios arrendarán dichas sueprficies para el desarrollo del mismo a la empresa Impala Solar mediante la celebración de contratos de arrendamiento, en los cuales se pretende manifestar que la empresa arrendataria usará el inmueble con la finalidad de realizar exclusivamente el desarrollo del Proyecto. El promovente tiene considerado realizar la compra de los terrenos en el futuro cercano previa negociación con los actuales propietarios.

El proyecto "Planta Fotovoltaica Impala Solar" se instalará sobre una superficie total de **668.7263 Ha**, las cuales se encuentran distribuidas en los siguientes componentes:

- **Planta fotovoltaica:** consiste en un parque de generación de energía solar fotovoltaica, con una capacidad nominal de 150 MW, compuesto por **433,440** módulos fotovoltaicos distribuidos en dos polígonos, para generar energía eléctrica a partir de la radiación solar.
- **Subestacion de Elevadora:** Se contará con una subestación Elevadora, misma que se localizará dentro del poligono.
- **Líneas de Transmisión Interna:** Líneas de tranmisión aérea o subterranea en 34.5 kV soportada por postes tipo morelos.

[1] Tejeda M. Adalberto, Gómez A Gabriel Compiladores. *Prontuario Solar de México*. Universidad de Colima, Universidad Veracruzana, 2015

- **Dos subestaciones de maniobras:** La función de las subestaciónes de maniobras es seccionar la Línea de Transmisión, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, donde se pretende interconectar la planta solar, para inyectar la energía generada por la planta solar a la Red Nacional de Transmisión. El proyecto contará con 2 Subestacion de Maniobras, misma que se localizará en terrenos dentro del polígono del proyecto, donde se localizan los puntos de interconexión eléctrica de la Red Nacional Eléctrica.

Mediante la instalación de los paneles fotovoltaicos se generará energía eléctrica en corriente directa durante el día, la cual será convertida a corriente alterna de media tensión en 34.5 kV y se conectará mediante las Subestaciónes de Maniobras a la Red Nacional de Transmisión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) en 400 kV.

En la siguiente tabla se describen los principales componentes y subcomponentes del proyecto:

Tabla 1. Componentes y subcomponentes principales del proyecto

Componentes del Proyecto		Características
Planta fotovoltaica "Impala Solar"	**Módulos fotovoltaicos**	433,440 Módulos cristalinos
	Estructuras de soporte	La estructura soporte de los paneles fotovoltaicos realizará el movimiento de los paneles con seguimiento horizontal de este a oeste mediante un seguimiento automático, orientados a ± 60 °.
	Inversores (DC/AC) y estaciones de media tensión o de conversión eléctrica	**Inversores:** Sistemas que convierten la corriente continua (DC) en corriente alternativa (AC) **Transformadores:** La corriente alternativa (AC) es transformada de bajo voltaje (470 V) a medio voltaje (34.5 kV). Se instalarán 82 estaciones de conversión eléctrica.

Componentes del Proyecto		Características
	Subestacion de generación o elevadoras	Mediante la subestación de generación dentro del recinto de la central solar, se elevará la tensión de 34.5 kV a 400 kV. La subestación incluye un edificio de control. Adicionalmente se instalará un transformador de servicios auxiliares de 160 kVA con su correspondiente celda de protección y panel de baja tensión que dará servicio en baja tensión al edificio de control y demás sistemas auxiliares de la planta.
	Edificio de operación y mantenimiento	Este edificio incluye una sala de control, una sala técnica para el servidor SCADA, y salas multiuso y sanitarios. También incluye espacio para almacenaje de partes de repuesto, taller y un almacén de residuos peligrosos, en caso de generarse por el proyecto.
	Vialidades internas	Se construirán vialidades internas que darán acceso a las estaciones de inversores, las vialidades tendrán un ancho de entre 4 y 5 m.
	Instalaciones temporales	Se proyecta la construcción de instalaciones temporales que se ubicarán al oeste del polígono, las cuales, una vez terminada la etapa de Preparación del Sitio y Construcción serán desmanteladas.
	Línea de transmisión interna	Se construirán líneas de tramisión aérea o subterraneas en 34.5 kV soportada por postes tipo morelos, para interconectar el poilgono de la planta fotovoltaica.
	Subestaciónes de maniobra	La función de la subestación de maniobras es seccionar la Línea de Transmisión, propiedad de la Comisión Federal de Electricidad, donde se pretende interconectar la planta solar, para inyectar la energía generada por la planta solar a la Red Nacional de Transmisión. El proyecto contará con 2 Subestacion de Maniobras, misma que se localizará en terrenos dentro

Componentes del Proyecto		Características
		del polígono del proyecto, dondo se localizan los puntos de interconexión eléctrica de la Red Nacional Eléctrica.

II.3 PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN

El fin de la preparación del terreno, es adecuarlo para que las obras de construcción e instalación del proyecto se lleven a cabo de manera ordenada con los menores impactos posibles. La preparación del terreno consiste en limpiarlo de vegetación en las zonas que resulte necesario (Durante la etapa de preparación del sitio básicamente se considera llevar a cabo la remoción de individuos arbusstivos que fueron sembrados en los límites entre predios como cercos vivos y realizar el movimiento de tierra que sea necesario para ubicar las edificaciones las cotas indicadas en los planos, de esta forma se dejará el terreno compactado para posteriormente realizar la construcción. El trazo y verificación de las áreas de desplante tales como las vialidades internas, áreas para infraestructura y servicios. En esta etapa se colocan varios puntos de referencia realizando un trazado topográfico, donde se ubicarán postes con un nivel determinado previamente. Se marcarán las nivelaciones del terreno y se ubicarán las zonas de desplante en donde irá la infraestructura del proyecto. Los trabajos de limpieza se realizarán de forma manual y de ser el caso con la utilización de maquinaria para la remoción de vegetación.

Los residuos generados por el desmonte se acumularán en un extremo adyacente al área de trabajos al interior del predio temporalmente y se triturará para ser integrado en el suelo posteriormente en zonas que no afecte la operación del proyecto.

Las actividades fundamentales involucradas en la preparación del terreno para llevar a cabo el proyecto son las siguientes:

Obras y actividades asociadas al proyecto

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

Tabla 2. Obras y actividades asociadas al proyecto

Etapa del proyecto	Obras	Actividad
Preparación del sitio	----------	1. Limpieza del Terreno 2. Instalación de obras provisionales
Construcción	• Cercado perimetral • Red de caminos internos • Caminos de acceso • Paneles solares • Sistema estructural • Sistemas de conversión (estaciones de media tensión o de conversión eléctrica) • Cableado • Línea de interconexión • Subestaciones eléctricas • Zanjas • Edificio de operación y mantenimiento • Obras provisionales	1. Excavación y rellenos 2. Nivelación y compactación 3. Cimentación y Armado de infraestructura 4. Instalación y conexión de los componentes eléctricos de la planta solar 5. Desmantelamiento de infraestructura provisional.

Etapa del proyecto	Obras	Actividad
Operación y mantenimiento	• Planta fotovoltaica	1. Generación de energía eléctrica por medio de los paneles solares 2. Transmisión de energía eléctrica por la línea de interconexión internas 3. Operación de la planta 4. Mantenimiento de los equipos
Desmantelamiento de Infraestructura		

II.3.1 Descripción de las obras y actividades permanentes del proyecto

II.3.1.1 Instalación de sistemas de seguidores mecánicos

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre estructuras móviles llamadas seguidores mono-axiales. Los cuales dan seguimiento automático de Este a Oeste, siguiendo la trayectoria del sol a lo largo del día mediante un algoritmo de control, lo cual le da la capacidad para capturar un 20 % más de la radiación del sol que un sistema de estructura fija. La estructuración de dichos seguidores se da a través de filas de pilares que soportan al sistema. Los pilares pueden ser instalados mediante fundiciones perforadas y hormigonadas en el sitio o mediante un hincado de pilares dependiendo de las características del terreno. Los pilares soportarán el tubo de rotación en el cual se instalarán los módulos fotovoltaicos. Además, llevan un sistema de backtracking que permite evitar sombras propias entre filas y aumentar el rendimiento. La rotación de los tubos seguidores se activará mediante un mini motor instalado en cada seguidor. Cada motor será capaz de mover una superficie de estructura de retículas de unos 180m^2 de módulos ó 30-35 kWp en función de la potencia del modelo instalado (strings de más de 3.000 m^2 de módulos ó 500 kWp).



Figura 5. Ejemplo de instalación de tubos de rotación.

II.3.1.2 Hincado de postes

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

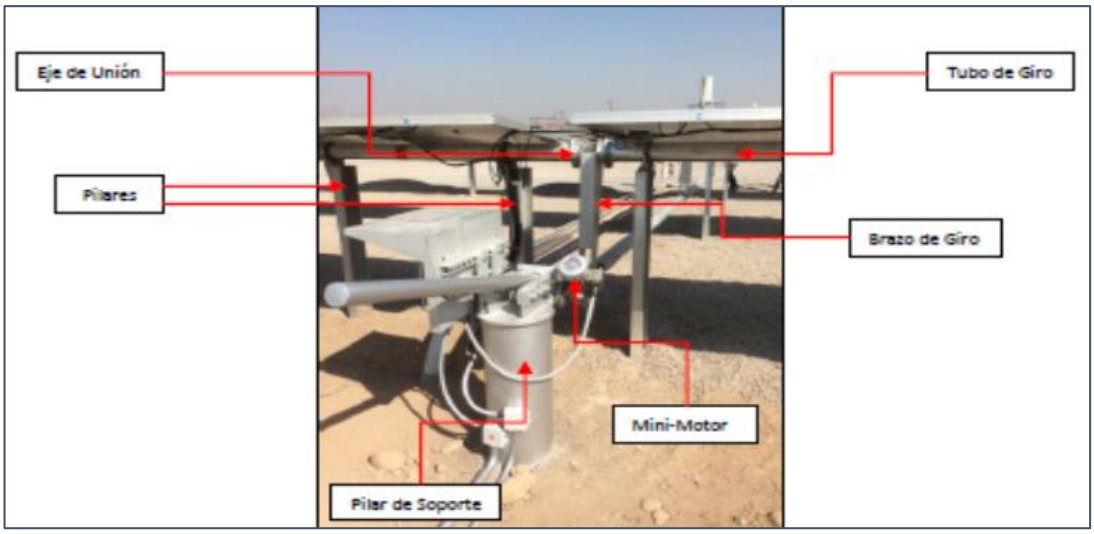


Figura 6. Ejemplo de la estructura de soporte

II.3.1.3 Instalación de módulos o paneles solares (generador fotovoltaico)

Los módulos o paneles serán de silicio cristalino, los cuales cumplirán con los estándares que aplican en México y las células que componen los módulos serán de alta eficiencia. Estos son agrupados en series, cada uno de ellos es capaz de generar corriente continua de baja tensión, la cual es conectada en serie para ser transportada a los inversores y transformadores de media tensión. La durabilidad de los módulos estará garantizada gracias al cristal templado frontal de 3.2 mm de espesor y a su marco metálico de aluminio anodizado con orificios de drenaje lo que permite resistir las cargas de vientos a las que es sometido.

Los módulos estarán respaldados por certificados de calidad y garantías que permiten que el módulo elegido disponga de garantía de potencia del 90% durante los 10/12 primeros años, y garantía de potencia del 80% durante los 25 primeros años.



Figura 7. Ejemplo de instalación de módulos sobre los seguidores solares.

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

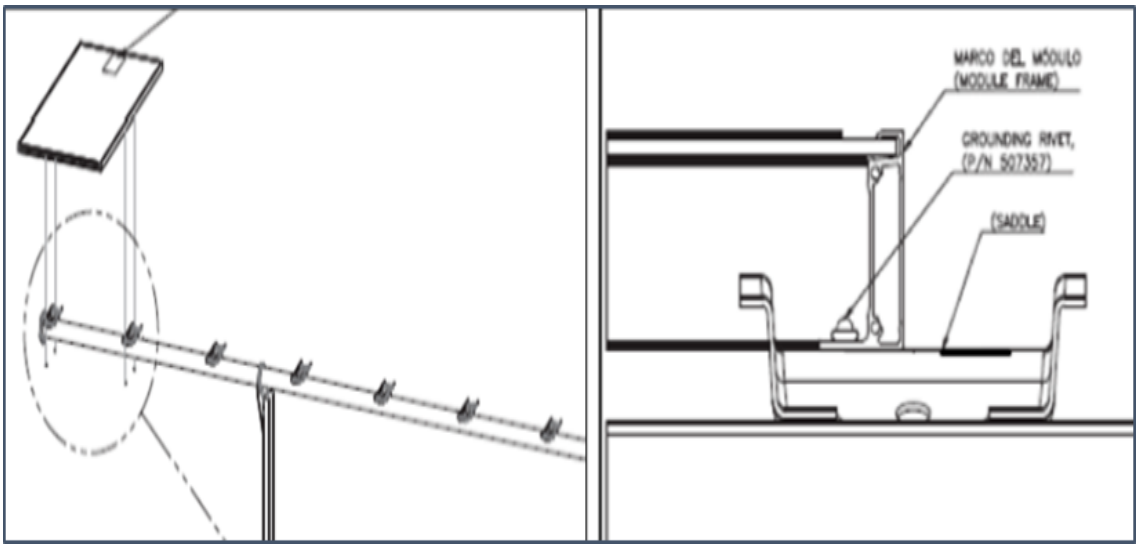


Figura 8. Ejemplo del montaje de módulos sobre los seguidores solares.

II.3.1.4 Instalación eléctrica

Cableado de corriente continua

La energía producida por los módulos en corriente continua será transportada a los inversores a través de una red de cableado realizado con cable solar de 2 x 16 mm Cu XLPE 0.6/1 kV y conectores normalizados creando una red de strings hasta las cajas de conexión de nivel 1. A cada caja de conexión nivel 1 se conectará el cableado de varias series de strings de módulos, cada uno según el diseño eléctrico del unifilar, por lo que cada caja tendrá varias entradas con fusible de protección por entrada. La caja será con grado de protección IP65. Dispondrá de seccionador manual y con rearme automático y descargador de sobretensiones automático a tierra, sistema de comunicaciones de datos vía RS485. El cableado de salida de las cajas de nivel 1 hacia las entradas del inversor se calcula para asegurar una caída de tensión máxima de 0.8% en la parte de la corriente continua. Este

cableado discurrirá directamente enterrado en zanjas, con una profundidad recomendada de 100 cm y sobre lecho de arena de al mínimo 10 cm con cubrición de otros 10 cm. Siempre se atenderá a la normativa de baja tensión (BT) aplicable.

II.3.1.5 Instalación de centros de inversión y transformación o estaciones de conversión eléctrica.

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

Los paneles fotovoltaicos son conectados en serie por cables de aluminio, los cuales son agrupados en cajas de combinación. Las cajas de combinación son agrupadas mediante conductores únicos en corriente continua (DC), los cuales se encuentran dispuestos en una bandeja o canaleta abierta y continúan, pero ahora son enterrados sin ninguna protección. Los conductores de aluminio viajan hacia los "centros de inversión y transformación" ya que estos contienen los inversores DC/AC, sistemas de comunicación y transformadores de forma integrada conformando un solo componente. El desarrollo del proyecto considera la instalación de 58 estaciones de conversión eléctrica distribuidos en toda el área de módulos.

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

grava o una viga/collar de hormigón. La determinación del tipo de fundación será verificada de acuerdo con las condiciones del terreno.

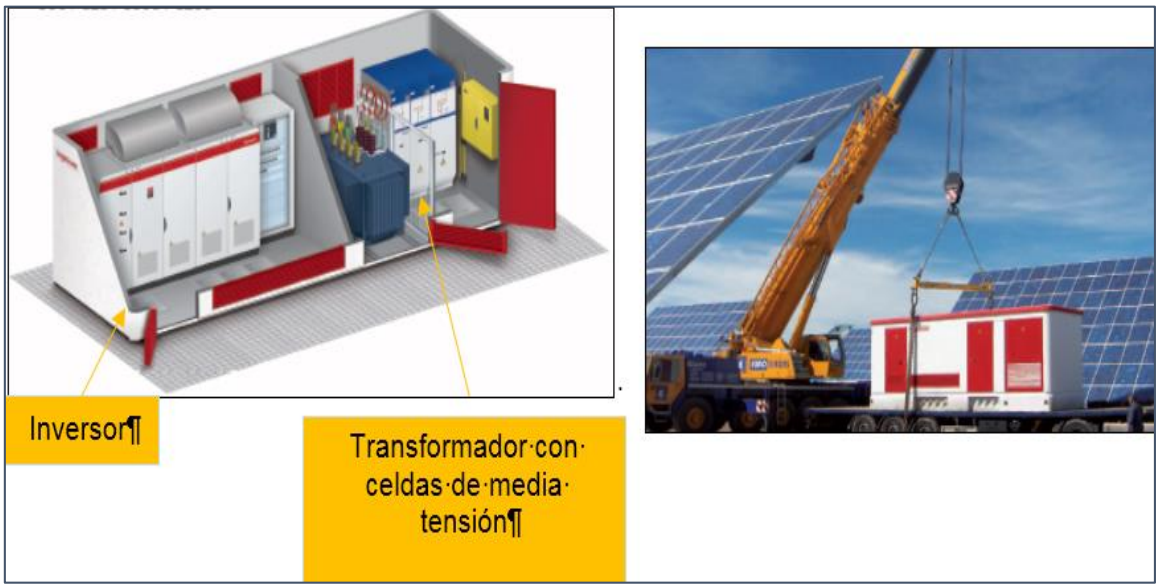


Figura 9. Ejemplo de colocación de los centros de inversión y transformación.

Conexión directa a tierra

Se realizará la conexión directa a tierra para que el sistema permita la desconexión y reconexión automática cuando los valores de tensión y frecuencia se encuentren fuera de los límites seleccionados. Además, puede hacerse de forma remota por la compañía gestora de la red, mediante telemando por fibra óptica.

Instalación de transformadores

Se instalarán los transformadores cuya función es limitar las pérdidas en la red eléctrica transformando la corriente de baja tensión, entregada por los inversores, a media tensión.

Las celdas de media tensión, contadores y telemando irán albergadas en la misma caseta de transformadores, ya que cada sala contará con entrada independiente. El consumo de energía de las casetas se efectuará a través de la línea de servicios auxiliares, desde el punto de conexión de la Comisión Federal de Electricidad.

Las ventajas del uso de transformadores son:

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



Figura 10. Ejemplo de transformador y media tensión.

II.3.1.6 Construcción de la subestación eléctrica elevadora

Se construirá una Subestación elevadora, la cual ocupará una superficie de 0.50 ha aproximadamente. El transformador de la subestación elevadora tendrá una potencia de alrededor de 160 MVA. El aceite de los transformadores no se cambia. Se realizarán análisis

de sus propiedades cada 3 años aproximadamente y si es necesario se trata localmente sin necesidad de generar residuos.

El sistema de tierra utilizado será mediante rejilla de 1mx1m realizada por cable desnudo de cobre de 35 mm^2 a 0,5 m de profundidad y con soldaduras tipo Caldwell tanto para formar la malla como para la conexión de estructuras y elementos metálicos de la instalación según normativa. El grupo electrógeno, dispondrá de bandeja metálica bajo el grupo para la recogida de vertidos accidentales de combustible o aceite.

Características de la Subestación elevadora

a) Número de transformadores y relación de transformación: La relación de transformación será de 34.5 kV hasta 400 kV
b) Número de fases y capacidad: 3 fases de 120 % de capacidad
c) Número de alimentadores: El número de alimentadores estará vinculado con la capacidad de transporte de las líneas correspondientes que a su vez está determinada por la tensión del lado de MT de los transformadores: el número de anillos empleado dependerá del voltaje de tensión.
d) Características de diseño de la barda perimetral: Barda perimetral de alambre galvanizado de 2 metros de altura.
e) Sistema de tierras: Se realizará la conexión directa a tierra para que el sistema permita la desconexión y reconexión automática cuando los valores de tensión y frecuencia se encuentren fuera de los límites seleccionados. Además, puede hacerse de forma remota por la compañía gestora de la red, mediante telemando por fibra óptica.

II.3.1.7 Construcción del edificio de operación y mantenimiento

Se construirá un edificio de control y mantenimiento, el cual se ubicará cerca de la entrada al parque fotovoltaico, en él se instalarán procesadores, monitores, protecciones, etc., del sistema de control y seguridad, así como equipos de comunicación que funcionarán durante toda la operación de la planta. Dicho edificio contará con una superficie de 300 m^2 aproximadamente, cumpliendo la función de oficina, sala de reuniones, almacén, etc. Dentro del edificio de operación y mantenimiento, la producción de energía será monitorizada permanentemente a través de un sistema de monitorización de tipo SCADA que integra todos los datos de todos los equipos con el sistema de comunicaciones.

II.3.1.8 Construcción de las líneas de Transmisión y su Derecho de Vía

El proyecto considera la instalación de líneas de transmisión interna de 34.5 KV que cruzarán la carretera municipal, las cuales se construirán de manera aérea a través de postes tipo morelos para su instalación o de manera subterranea, mismas que interconectara el polígono 1 y 2 del parque fotovoltaico.

Mientras que para el caso de las líneas de interconexión de 400kV que se componen de un circuito, un conductor por fase 1113 Bluejay/kcmil + cable de guarda + 2 cables de fibra óptica monomodo de 24 haces, para la interconexión de la planta a las subestaciones de maniobras, se requerirán de torres autosoportadas o postes tipo troncocónicos para su instalación.

El DDV de las Lineas de Transmisión de 400 KV existentes pertenecientes a la CFE, se calculó al tomar en cuenta las especificaciones de la Norma de Referencia de CFE, quedando un DDV de 42 metros de ancho a todo lo largo de la Línea de Interconexión, por lo que se ocupará una superficie total de 9.0737 hectáreas en la cual se realizarán todas las

maniobras de montaje de los postes y tendido de cables y que también servirá como brecha de mantenimiento y vigilancia.

II.3.1.9 Construcción de las Subestaciones de Maniobras

Se construirán 2 Subestaciones de maniobras, para segmentar las Lineas de Interconexión de 400KV existentes pertenecientes a la CFE, las cuales ocuperan una superficie de 10.41 ha y de 9.8188 ha respectivamente.

El transformador de cada subestación será de (160 MVA). El aceite de los transformadores no se cambia, see realizarán análisis de sus propiedades cada 3 años aproximadamente y si es necesario se trata localmente sin necesidad de generar residuos. En el caso de vertido accidental, por rotura del transformador, se dispondrá de un fosa de recogida de aceite y de un depósito diseñado bajo lo establecido en las normas oficiales aplicables (NOM-001-SEDE-2012 general, NOM-113-ECOL cap. 4.3 y 4.3.3 ambiental y CFE DCDSET01 23 y 24 de CFE, todas normas mexicanas) cuya capacidad es de un 120% de la capacidad total del transformador (por si además hay agua de lluvia) que no está conectado con el sistema de saneamiento de la subestación. La retirada del aceite se hará por extracción con bomba hasta la cisterna de un camión que se encarga de llevarlo a reprocesar.

El sistema de tierra utilizado será mediante rejilla de 1mx1m realizada por cable desnudo de cobre de 35 mm 2 a 0,5 m de profundidad y con soldaduras tipo Caldwell tanto para formar la malla como para la conexión de estructuras y elementos metálicos de la instalación según normativa.

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

a) Número de transformadores y relación de transformación. La relación de transformación será de 34.5 kV hasta 400 kV.

b) Número de fases y capacidad 3 fases de 120 % de capacidad

c) Número de alimentadores: El número de alimentadores estará vinculado con la capacidad de transporte de las líneas correspondientes que a su vez está determinada por la tensión del lado de MT de los transformadores: el número de anillos empleado dependerá del voltaje de tensión.

d) Características del cuarto de control: El cuarto de control tendrá un área aproximada de 10 x 5 m, esta sala albergará relés, equipos de comunicación y SCADA.

e) Características de diseño de la barda perimetral: Barda perimetral de alambre galvanizado de 2 metros de altura.

f) Sistema de tierras: Se realizará la conexión directa a tierra para que el sistema permita la desconexión y reconexión automática cuando los valores de tensión y frecuencia se encuentren fuera de los límites seleccionados. Además, puede hacerse de forma remota por la compañía gestora de la red, mediante telemando por fibra óptica.

II.3.1.10 Descripción de las obras e instalaciones provisionales del proyecto

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

Campamentos

No se establecerán campamentos en el área del proyecto, ya que el personal operativo será contratado preferentemente en la población aledaña, por lo que al término de la

jornada de trabajo se desplazará a su lugar de residencia, así como tampoco se prepararán alimentos en el área.

Instalaciones sanitarias

Se instalarán sanitarios portátiles, uno por cada 20 trabajadores, para evitar la contaminación del suelo y los escurrimientos de agua durante la época de lluvias, por la dispersión de heces fecales. El manejo de los sanitarios y la disposición final de los residuos sanitarios estará a cargo de la empresa prestadora del servicio, a fin de evitar la disposición inadecuada de éstos.

Oficina y caseta de vigilancia

Se contará con 10 casetas de obra 6 x 2.4 m con 2.6 metros de altura, para distintos usos administrativos, entre los que se encuentra la caseta de vigilancia con el objetivo de tener un control de entradas y salidas, se ubicará cerca de la entrada a la planta.

Área de almacén de materiales de construcción (Casetas de acopio)

Se establecerá 6 casetas de acopio, que cumplirán la función de almacenamiento temporal de los diferentes materiales que se emplearán en la construcción, así como para resguardar las estructuras que se instalarán para el funcionamiento de la Planta.

Almacén de residuos peligrosos

Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos dentro del área del proyecto para que se dispongan temporalmente los residuos que ocasionalmente llegarán a generarse en las actividades de construcción (trapo impregnado de combustible y grasa,

aceite usado, etc.), los cuales permanecerán ahí hasta que la empresa contratada para su disposición final los recoja; este almacén contará con piso de cemento y techo de lámina galvanizada, así como paredes de malla ciclónica y una canaleta perimetral que permita colectar los residuos líquidos en caso de derrame incidental. Es necesario hacer énfasis en que no se generará residuos peligrosos en las diferentes actividades del proyecto, sin embargo, se contempla la construcción de este almacén en la etapa de preparación del sitio y construcción para estar preparados en caso de cualquier eventualidad.

Caminos de acceso y vialidades internas

Para la movilidad dentro del parque, se consideran vialidades dentro del área donde se colocarán las celdas solares, esos caminos internos ocuparán una superficie de 20.4573 ha hectáreas, se consideran tambien un camino de acceso, con una superficie de 2.4214 ha. Es importante mencionar que estos caminos internos se habilitarán a partir de espacios entre los paneles, por lo que, al referirnos a caminos de acceso o vialidades internas, no se hace referencia a la conformación de nuevas vías de comunicación puesto que, además, el camino de acceso al proyecto será por la carretera municipal existente, por lo que no es necesario la construcción de nuevos caminos de acceso adicionales.

II.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

II.4.1 Descripción general del tipo de servicios que se brindarán en las instalaciones

El desarrollo del proyecto en su conjunto se refiere a la operación de un parque fotovoltaico que permitirá el aprovechamiento de la irradiación solar mediante un sistema fotovoltaico cuyo funcionamiento es debido a la instalación de paneles solares, los cuales se encargan de transformar la energía solar en energía eléctrica, dicha energía será suministrada a la Red Nacional de Transmisión de la Comisión Federal de Electricidad para su entrega a los

distintos usuarios. Todo lo anterior en favor de la producción de energía limpia y renovable que contribuirá al abastecimiento energético en nuestro país, lo cual ayuda a la disminución de energías contaminantes.

Descripción del funcionamiento de la planta

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

El seguidor se compone de una barra actuadora la cual transmite el movimiento a varias filas horizontales sobre los que se apoyan los módulos fotovoltaicos. El actuador estará situado en una posición E-O y las filas de los módulos en dirección N-S las cuales tendrán un ángulo de giro máximo aproximada de 60°. El sistema de control de seguimiento estará programado con algoritmos de seguimiento astronómico de la trayectoria solar.

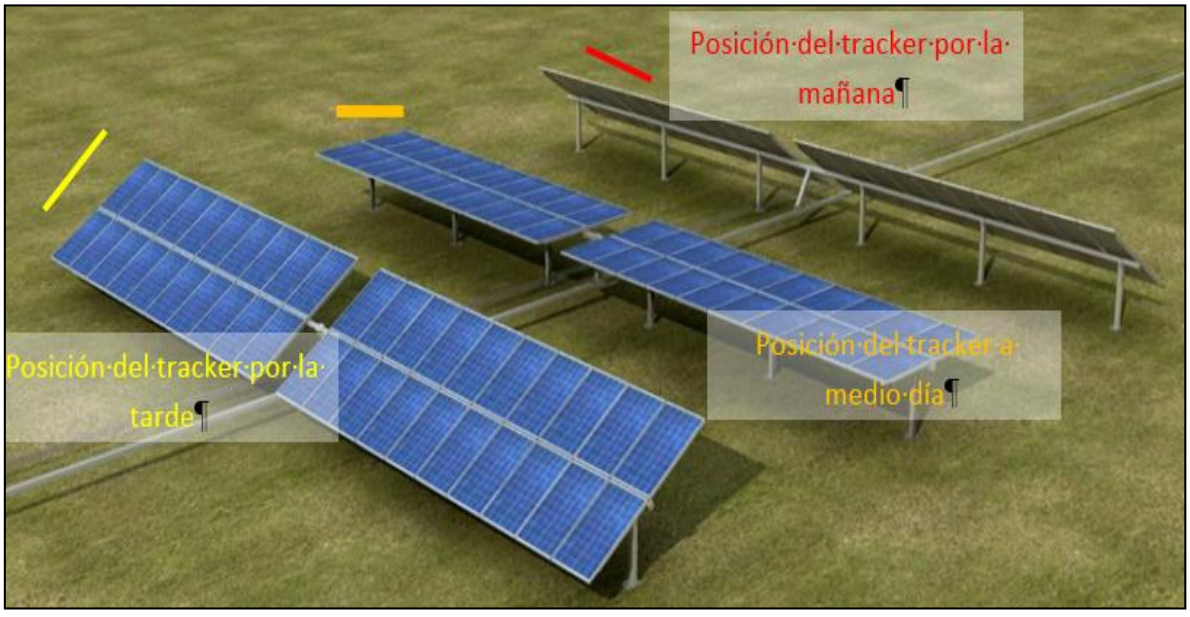


Figura 11. Ejemplo del movimiento del sistema de seguimiento mecánico.

II.4.2 Tecnologías que se utilizarán en especial las que tengan relación directa con la emisión y control de residuos líquidos, sólidos o gaseosos

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

El mantenimiento será preventivo y predictivo, los cuales consisten en lo siguiente:
El mantenimiento preventivo de la planta comprenderá una inspección incluyendo como parte de la inspección las siguientes actividades:

a) Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos de la Planta.
b) Verificación del estado de los módulos, desde un punto de vista eléctrico y mecánico.
c) Limpieza regular de manchas que puedan generar puntos calientes en módulos.
d) Revisión de los inversores (display, conexiones, protecciones, aspectos externos, etc.).
e) Verificación de los elementos de seguridad y protecciones.
f) Revisión del cableado, conexiones, terminales, etc.
g) Revisión de los equipos de medida.
h) Revisión de condiciones de aislamiento y de los centros de transformación y de cualquier otro elemento utilizado para la conexión a red de la Planta.
i) Mantenimiento de todas las áreas de uso común de la Planta.

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

La etapa de operación y mantenimiento será permanente, durante toda la vida útil del proyecto. Durante la etapa de operación del Parque Fotovoltaico, sólo se generarán residuos sólidos urbanos que generarán los operarios de la planta (envases de cartón, plástico, vidrio, aluminio, etc.), mismos que se almacenarán y se trasladarán mediante el servicio de recolección que sea contratado.

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

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

II.4.3 Tipo de reparaciones a sistemas y equipos

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

- Análisis de daños
- Reparaciones, modificaciones, sustituciones.

II.4.4 Especificar si se pretende llevar a cabo control de malezas y fauna nociva, describiendo los métodos

El único mantenimiento que se realizará será la poda de herbáceas que llegaran a brotar en el área donde se ubiquen los paneles solares, estas actividades se realizarán conforme se presente la necesidad de realizarlas de manera manual, no se utilizarán métodos químicos para su control. Para el caso de la fauna nociva, perros principalmente con el vallado se impedirá su acceso al proyecto.

II.4.5 Superficies consideradas para el desarrollo del Proyecto

En la tabla siguiente se muestran las superficies correspondientes a cada una de las áreas que ocupará el proyecto fotovoltaico.

Tabla 3. Superficies destinadas para cada componente dentro del proyecto

Componente	Descripcion de las áreas	Superficie de área (ha)	Superficie de área (m2)
Planta fotovoltaica Impala Solar	Superficie aproximada ocupada por los módulos o paneles solares	205.0173	2,050,173
	Caminos internos planta fotovoltaica	20.4573	204,573
	Área obras e instalaciones temporales	0.3000	3,000
	Subestación electrica de elevación	0.5000	5,000
	Edificio de operación y mantenimiento	0.1500	1,500
	Estaciones de conversión eléctrica	0.9430	9,430
	Superficie de terracería para maniobras y espacios sobrantes entre construcciones	405.5272	4,055,272
	Camino de Acceso	2.4214	24,214
	Línea transmisión de CFE 400kV (LT)	9.0737	90,737

Componente	Descripcion de las áreas	Superficie de área (ha)	Superficie de área (m2)
	Linea de Interconexión	4.1073	41,073
	Subestación de Maniobras	10.4102	104,102
	Subestación de Maniobras	9.8188	98,188
TOTAL		**668.7263**	**6,687,263**

II.5 Coordenadas de los predios, subestación elevadora, obras provisionales, línea de transmisión interna y líneas de interconexión

Tabla 4. Coordenadas de los vértices de la planta general.

Coordenadas Planta Fotovoltaica polígono 1		
Puntos	**X**	**Y**
1	X=661440.3865	Y=2146409.8887
2	X=661413.4233	Y=2146361.7193
3	X=661402.5120	Y=2146345.9241
4	X=661358.8019	Y=2146273.2144
5	X=661634.7463	Y=2146131.1653
6	X=661618.8715	Y=2146108.2086
7	X=661573.6057	Y=2146025.4497
8	X=661526.3094	Y=2145944.2206
9	X=661441.6469	Y=2145791.1422
10	X=661431.6951	Y=2145768.9257
11	X=661960.9194	Y=2145435.0188
12	X=661963.8603	Y=2145441.0469
13	X=662080.5626	Y=2145384.1129
14	X=661979.6156	Y=2145177.7824
15	X=662118.4784	Y=2145109.9087
16	X=662070.6012	Y=2145020.1129
17	X=662021.9511	Y=2144923.5515
18	X=662287.1887	Y=2144763.1549
19	X=662304.2035	Y=2144768.4200
20	X=662514.0576	Y=2144650.7660
21	X=662427.4967	Y=2144510.9646
22	X=662794.5060	Y=2144555.6404
23	X=662819.3850	Y=2144354.5882
24	X=662893.5841	Y=2144498.7967
25	X=663135.8947	Y=2144396.2805
26	X=663159.8241	Y=2144442.4886
27	X=663388.6275	Y=2144299.6464
28	X=663566.4545	Y=2144421.7423
29	X=663776.0366	Y=2144459.7920
30	X=663761.3524	Y=2144678.8773
31	X=664354.8290	Y=2144749.9011
32	X=664317.3446	Y=2145208.2166
33	X=664605.9609	Y=2145731.9921
34	X=664696.1566	Y=2145895.6774
35	X=664755.7512	Y=2146011.1462
36	X=664936.0025	Y=2146343.1457
37	X=665205.3804	Y=2146861.5511
38	X=664909.6306	Y=2147004.2743
39	X=664872.2941	Y=2146945.8566
40	X=664816.3375	Y=2146971.9021
41	X=664810.8297	Y=2146964.9486
42	X=664606.7750	Y=2147072.1419
43	X=664377.5190	Y=2146621.4720

44	X=664192.9930	Y=2146713.0510
45	X=664177.4380	Y=2146830.3680
46	X=664101.0990	Y=2146685.2350
47	X=663855.9801	Y=2146833.4759
48	X=663577.8719	Y=2146970.4769
49	X=663588.1023	Y=2146988.7616
50	X=663335.4994	Y=2147152.8580
51	X=663349.9706	Y=2147178.1528
52	X=663272.0405	Y=2147223.7088
53	X=662885.4973	Y=2147049.1125
54	X=662767.9535	Y=2146996.6779
55	X=662648.8711	Y=2146944.6729
56	X=662542.8476	Y=2146898.8639
57	X=662492.8281	Y=2146877.0374
58	X=662240.9943	Y=2146766.0589
59	X=662116.9954	Y=2146711.2579
60	X=662020.5264	Y=2146668.6190
61	X=661899.8524	Y=2146615.2817
62	X=661769.3675	Y=2146557.6079
63	X=661440.3865	Y=2146409.8887

Tabla 5.Coordenadas de los vértices para la subestación elevadora

Coordenadas Polígono Subestación Elevadora		
Puntos	**X**	**Y**
1	X=664242.9419	Y=2145810.2270
2	X=664242.3933	Y=2145874.4830
3	X=664163.3615	Y=2145874.6669
4	X=664163.9102	Y=2145810.4109

Tabla 6.Coordenadas edificio de Obras y Mantenimientos

Coordenadas edificio de Obras y Mantenimiento		
Puntos	**X**	**Y**
1	X=664186.5961	Y=2145776.8314
2	X=664240.9531	Y=2145776.8627
3	X=664240.9531	Y=2145802.7699
4	X=664186.5961	Y=2145802.7386

Tabla 7.Coordenadas de polígono de zona Provisional de Obras

Coordenadas Polígono Zona Provisional de Obras		
Puntos	**X**	**Y**
1	X=664170.0638	Y=2145733.5583
2	X=664240.9609	Y=2145733.4709
3	X=664240.8196	Y=2145774.5211
4	X=664169.9236	Y=2145774.2770

Tabla 8.Coordenadas de los vértices para la línea de interconexión

Coordenadas Polígono Línea de Interconexión		
Puntos	**X**	**Y**
1	X=664627.7396	Y=2146615.2098
2	X=664653.4327	Y=2146603.4197
3	X=664595.7596	Y=2146513.1827
4	X=664615.5597	Y=2146503.2876
5	X=664213.8816	Y=2145874.5494
6	X=664154.2973	Y=2145874.6808

Tabla 9. Coordenadas de polígono 1 Subestación de maniobras

Subestación de maniobras poligono 1		
Puntos	**X**	**Y**
1	664909.6306	2147004.2743
2	665205.3804	2146861.5511
3	665035.9314	2146535.8674
4	664777.9546	2146798.2502

Tabla 10.Coordenadas de polígono 2 Subestación de maniobras

Subestación de maniobras poligono 2		
Puntos	X	Y
1	664772.4941	2146789.7066
2	665030.2163	2146527.6493
3	664936.0025	2146343.1457
4	664595.7596	2146513.1827

Tabla 11.Coordenadas Poligono de Camino

Coordenadas polígono camino		
Puntos	X	Y
1	666275.6270	2145267.4214
2	666256.1490	2145283.0960
3	666236.4539	2145302.1781
4	666210.4985	2145328.3226
5	666192.2366	2145346.9367
6	666128.3446	2145412.2736
7	666068.5225	2145473.0137
8	665973.5480	2145569.0751
9	665906.2734	2145637.1788
10	665807.4995	2145737.4248
11	665638.9009	2145909.9874
12	665577.5743	2145972.6079
13	665541.6067	2146009.3445
14	665504.4619	2146047.0883
15	665460.4742	2146091.7150
16	665408.1108	2146144.5774
17	665372.4696	2146180.6526
18	665337.6337	2146215.9835
19	665300.9985	2146253.0517
20	665263.8569	2146290.7513
21	665206.3867	2146348.8144
22	665169.6926	2146386.2165
23	665132.5090	2146423.7981
24	665096.2677	2146460.5445
25	665059.5244	2146498.0138
26	665025.3305	2146532.5896
27	664993.9865	2146564.2906
28	664951.1942	2146607.8970
29	664911.8761	2146647.9120
30	664871.7322	2146688.4730
31	664833.6668	2146727.3494
32	664795.8336	2146765.9577
33	664757.1344	2146805.3357
34	664722.7809	2146839.8803
35	664687.1544	2146876.0688
36	664641.2694	2146922.8308
37	664601.1706	2146963.3995
38	664580.4020	2146984.3111
39	664568.3147	2146996.5668
40	664573.0733	2147005.9214
41	664584.7132	2146994.2056
42	664608.1580	2146970.5677
43	664648.8844	2146929.0623
44	664714.0353	2146862.9714
45	664730.5404	2146846.2004
46	664744.5869	2146832.2969
47	664763.3813	2146813.0913
48	664821.5276	2146753.8761
49	664897.6938	2146676.2839
50	664957.2281	2146615.8206
51	665066.1673	2146505.1514
52	665176.5072	2146393.2435
53	665253.1306	2146315.5371

54	665326.5393	2146241.2625
55	665380.0410	2146187.1047
56	665433.8644	2146132.6444
57	665482.2953	2146083.7675
58	665531.9076	2146033.3981
59	665606.8516	2145957.0990
60	665766.2167	2145794.0279
61	665889.1297	2145668.8330
62	665912.6152	2145644.8066
63	665957.7282	2145599.6426
64	666075.5307	2145480.0280
65	666178.2538	2145375.3939
66	666218.4851	2145334.6796
67	666247.3429	2145305.6980
68	666258.1031	2145295.4581
69	666260.0470	2145293.5883
70	666276.6612	2145279.1895
71	666284.8342	2145273.4414

II.6 Calendario de obra

El desarrollo del proyecto contempla las siguientes etapas:

Tabla 12.Cronograma general de trabajo

Etapa	2021-2024	2024-2062	2062
Preparación de sitio y Construcción			
Operación y mantenimiento			
Abandono del sitio			

Construcción: 3 años de Mayo del 2021 a Mayo de 2024

Operación y Mantenimiento: 38 años de junio 2024 a junio 2062

Abandono del Sitio: 5 meses de julio 2062 a diciembre 2062

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

Tabla 12. Programa de obra

| Programa de trabajo | | |

| | | |

| | | |

II.7 Personal Requerido

El personal que será necesario en la etapa de preparación del sitio y construcción deberá cumplir con el perfil, habilidad y experiencia requerida para desempeñar las actividades que se les sean asignadas, como es el caso de ayudantes, residentes, operadores de maquinaria y operadores de camiones. En lo que respecta a la contratación del personal, se buscará que radique cerca de la zona del Proyecto, de esta manera se contribuirá a la generación de empleos temporales en el Municipio. Durante todo el tiempo de realización de la obra el personal trabajara en horarios normales de la jornada de trabajo (8:00 a 18:00 horas de lunes a viernes) y para el desarrollo del proyecto se requerirán un total de 350 empleos directos y 50 empleos indirectos durante la etapa de preparación del sitio y construcción, ya para la fase de operación y mantenimiento se consideran al menos 15 empleos directos y 20 indirectos.

II.8 Utilización de explosivos

El Proyecto no contempla la utilización de explosivos para su desarrollo.

II.9 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera.

II.9.1 Residuos Sólidos Urbanos

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción existirá la generación de Residuos Sólidos Urbanos. Los trabajadores pueden generar residuos de tipo orgánico a razón de aproximadamente 0.2 kilogramos/trabajador/día y de residuos de tipo inorgánico considerando un aproximado de 1.4 kilogramos/día, los cuales deberán ser separados y recolectados en contenedores con tapa debidamente identificados los cuales serán sub clasificados como orgánicos e inorgánicos, adicionalmente serán colocados en lugares

estratégicos con el objeto de facilitar el acopio por parte del sistema de limpia, la cual se encargara de transportarlos a un sitio de disposición final. Se contará con el servicio de recolección de un proveedor municipal que se encargue de la recolección periódica de residuos sólidos en sitio.

Los residuos que se produzcan en la obra y que sean susceptibles a ser valorizados, tal como: aluminio, acero y cartón, principalmente, serán separados en contenedores específicos, serán almacenados temporalmente en un área específica dentro del predio y posteriormente ser entregados a compañías especializadas en el reciclaje y/o rehúso de los residuos antes mencionados.

II.9.2 Residuos de Manejo Especial

Los residuos que se generarán durante la etapa de construcción serán básicamente residuos orgánicos durante la preparación del sitio y construcción donde serán ubicados los paneles solares. En el caso de que se llegarán a generar estos residuos, se almacenarán temporalmente en almacén de residuos para que posteriormente sea confinado mediante una empresa autorizada para su transporte y disposición.

II.9.3 Residuos Peligrosos

Se consideran en esta clasificación a los residuos tales como los derrames de combustibles, grasas, aceites que se pudieran generar por alguna actividad de mantenimiento de la maquinaria. Sin embargo, no se permitirá realizar alguna actividad de cambio de aceite, medición del nivel de aceite, engrasado de maquinaria y equipo pesado, llenar el depósito de aceite, dirección, frenos, etc., que pudieran generar envases de plástico o de otro material y que se depositen en el sitio de la obra. Quedará estrictamente prohibida esta actividad, por lo que la afinación de la maquinaria se realizará en el taller de servicio de confianza del operador de la máquina.

Si por caso fortuito se generaran residuos peligrosos en el sitio, como envases vacíos, estopas impregnadas, entre otros, estos deberán ser almacenados en el área de almacenamiento temporal que se asigne dentro del sitio, posteriormente los residuos serán transportados y dispuestos mediante compañías autorizadas. Por tanto, la gestión relacionada con la generación de Residuos Peligrosos deberá estar sujeta a las disposiciones establecidas en los siguientes ordenamientos jurídicos federales:

- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPGIR)
- Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, la clasificación y los listados de los residuos peligrosos.

II.9.4 Emisiones a la atmósfera

El Proyecto contempla la generación de emisiones contaminantes al aire, principalmente por la realización de trabajos que involucran el movimiento de escombros, y el movimiento o traslado de materiales, lo que incluye formación de polvos.

Se generarán gases provenientes del funcionamiento de motores de combustión interna, que pueden ocasionar cambios temporales en la concentración de gases: monóxido de carbono (CO), hidrocarburos no quemados (HC), óxidos de nitrógeno (NOx), y dióxido de azufre (SOx.), sin embargo, el periodo de duración de las emisiones a la atmósfera se reduce a la etapa de preparación del terreno y construcción provenientes de la operación de los vehículos y la maquinaria. El equipo de construcción que trabaja con motores de combustión interna son:

- ✓ Retroexcavadora
- ✓ Moto conformadora
- ✓ Revolvedora de concreto
- ✓ Bomba de concreto
- ✓ Camiones de volteo
- ✓ Pipa
- ✓ Grúa
- ✓ Rodillo Compactador

Durante esta etapa se buscará continuamente dar cumplimiento a las especificaciones que marcan las Normas Oficiales Mexicanas en la materia como es el caso de la NOM-041-SEMARNAT-2006 que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible; la NOM-045-SEMARNAT-2017, la cual establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo, provenientes de los escape de los vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible y la NOM-050-SEMARNAT-2018 que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gas licuado de petróleo, gas natural u otros combustibles alternos.

II.9.5 Generación de aguas residuales

No se contempla la generación de aguas residuales de servicios. La generación de aguas residuales que se producirán durante la obra dentro del sitio corresponderá a los desechos hidrosanitarios de los trabajadores durante su respectiva jornada de trabajo. Se rentarán sanitarios móviles durante todo el periodo de ejecución de la obra, la instalación se adecuará a las especificaciones establecidas del Reglamento de Construcciones

considerando un sanitario por cada 20 trabajadores. La limpieza de estos servicios será responsabilidad de la empresa que arrende dichos sanitarios. Para el caso de los baños que darán servicio durante la etapa de operación estos ya sea que se almacenen en un tanque o en una fosa, estos se dispondrán con una compañía que les de tratamiento.

II.10 Etapa de abandono de sitio

La vida útil del Proyecto se estima en 41.5 años (los cuales pueden prorrogarse) que iniciarán su cuenta a partir del año en que el Proyecto inicie construcción, pese a eso el debido a las características del Proyecto y a la tendencia del uso de energías renovables en el futuro, se espera que el Proyecto esté sujeto a extender su vida útil indefinidamente incluso a ser ampliado para aumentar la capacidad de generación eléctrica en el paso de los años. Sin embargo, en caso de que esta opción no sea viable y el Proyecto tenga una vida útil determinada, se procederá a la ejecución de un plan de cierre de instalaciones, mediante el cual el área quedará libre de cualquier infraestructura eléctrica o civil visible hasta el nivel del terreno.

Se pretende que las áreas del terreno afectadas por edificios y servidumbres sean restauradas mediante la utilización de especies vegetales nativas y susceptibles a desarrollarse en el sitio conforme a la descripción del sistema ambiental. Cabe mencionar que el encargado de cumplir lo estipulado en este apartado será el encargado y responsable del Proyecto al momento de finalizar su vida útil.

El plan de cierre de instalaciones, en el momento de su elaboración, consistirá al menos en los siguientes puntos:

- Definición de la fecha de término del Proyecto;
- Dar aviso a las autoridades correspondientes;

- Selección del contratista que ejecutará los trabajos de abandono del sitio;
- Desconexión de la red eléctrica;
- Desmantelamiento de los paneles solares y equipo de soporte;
- Demolición de edificios y estructuras presentes en el área del Proyecto;
- Desmantelamiento y demolición de cercos, bardas y cualquier otra estructura presente;
- Restauración de las áreas con especies vegetales locales.

Los materiales y residuos derivados de los trabajos para el abandono del Proyecto serán inspeccionados, cuantificados y clasificados antes de ser destinados a plantas los sitios de disposición final o de reciclaje. Cada material clasificado como peligroso deberá apegarse a la ley en materia de residuos peligrosos vigente al momento.

Contenido

CAPÍTULO III 52

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES 52

III.1 Planes y programas sectoriales 52

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 52

III.1.2 Programa Sectorial de Energía (PSE) 2020 - 2024 54

III.1.3 Programa Nacional de Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018 59

III.1.4 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018 ... 60

III.2 Planes de ordenamiento ecológico del territorio 63

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT). 64

III.2.3 Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Puebla 73

III.2.4 Programa Regional de Ordenamiento Ecológico para los Municipio de Libres, Oriental y Tepeyahualco. 73

III.3 Planes y programas de desarrollo estatales y municipales 77

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024 77

III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo de Tepeyahualco 2018-2021 81

III.4 Planes y programas de desarrollo urbano 83

III.4.1 Programa Subregional de Desarrollo Urbano para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco. 83

III.5 Áreas de Importancia Ambiental 86

III.6 Áreas Naturales Protegidas 91

III.7 Leyes y reglamentos 103

III.7.1 Leyes y Reglamentos Federales 103

III.8 Normas Oficiales Mexicanas 111

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto dentro de la UAB 57 del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. 68
Figura 4. Ubicación del Proyecto dentro del Programa Subregional de Desarrollo Urbano para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco. 84
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a la RTP-122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote. 87
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto al AICA-150 Centro de Veracruz. 88
Figura 10. Ubicación del proyecto dentro de la RHP-70 Cuenca Oriental. 89
Figura 11. Ubicación del proyecto respecto a las ANP´s Federales y Estatales. 102

Índice de tablas

Tabla 1. Lineamiento y estrategias sectoriales de la UAB 57. 69
Tabla 2. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 57. 71
Tabla 5. Normas Oficiales Mexicanas aplicables 111

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Con base el artículo 13 Fracción III del Reglamento de la Ley general del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en el presente capítulo se establece un análisis de aquellos instrumentos de planeación y jurídicos que tienen aplicación directa con el proyecto.

Por tal motivo, en cada apartado que conforma el presente capítulo se establece la vinculación del proyecto con los instrumentos de planeación y jurídicos, así como el cumplimiento con cada uno de ellos.

III.1 Planes y programas sectoriales

III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

Desarrollo Sustentable

El gobierno de México está comprometido a impulsar el desarrollo sostenible, que en la época presente se ha evidenciado como un factor indispensable del bienestar. Se le define como la satisfacción de las necesidades de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades. Esta fórmula resume insoslayables mandatos éticos, sociales, ambientales y económicos que deben ser aplicados en el presente para garantizar un futuro mínimamente habitable y armónico. El hacer caso omiso de este paradigma no sólo conduce a la gestación de desequilibrios de toda suerte en el corto plazo, sino que conlleva una severa violación a los derechos de

quienes no han nacido. Por ello, el Ejecutivo Federal considerará en toda circunstancia los impactos que tendrán sus políticas y programas en el tejido social, en la ecología y en los horizontes políticos y económicos del país. Además, se guiará por una idea de desarrollo que subsane las injusticias sociales e impulse el crecimiento económico sin provocar afectaciones a la convivencia pacífica, a los lazos de solidaridad, a la diversidad cultural ni al entorno.

El proyecto se ajusta con lo que se menciona en el Plan Nacional de Desarrollo 2019 – 2024, en su apartado de Desarrollo sustentable, ya que el proyecto a efectuarse ayudará al desarrollo de México y del Estado de Puebla en una forma sustentable, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, además que se impulsará el crecimiento económico de la región sin provocar afectaciones al medio, con la finalidad de producir energías limpias para las generaciones futuras.

Rescate del Sector Energético

La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes. La transición energética dará pie para impulsar el surgimiento de un sector social en ese ramo, así como para alentar la reindustrialización del país**.**

El proyecto se ajusta con lo que se menciona con el punto de Rescate Energético, ya al llevar a cabo el proyecto, esté ayudará al desarrollo económico del país mediante la generación de energía eléctrica de manera sustentable y sin comprometer la diversidad del medio ambiente, lo cual colocará a nuestro país a la altura de los países de primer mundo realizando la producción de energías renovables limpias y seguras.

III.1.2 Programa Sectorial de Energía (PSE) 2020 - 2024

El Programa Sectorial de Energía 2020 - 2024, conforme a este fundamento, es el instrumento rector de planeación que integra objetivos y estrategias prioritarios con acciones puntuales que conducirá la Secretaría de Energía (SENER) como cabeza de sector, coordinadamente con las EPE, los órganos administrativos desconcentrados, las entidades paraestatales y los órganos reguladores coordinados.

Objetivos Prioritarios

1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.
2.- Fortalecer a las empresas productivas del Estado mexicano como garantes de la seguridad y soberanía energética, y palanca del desarrollo nacional para detonar un efecto multiplicador en el sector privado.
3.- Organizar las capacidades científicas, tecnológicas e industriales que sean necesarias para la transición energética de México a lo largo del siglo XXI.
4.- Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.
5.- Asegurar el acceso universal a las energías, para que toda la sociedad mexicana disponga de las mismas para su desarrollo.
6.- Fortalecer al sector energético nacional para que constituya la base que impulse el desarrollo del país como potencia capaz de satisfacer sus necesidades básicas con sus recursos, a través de las empresas productivas del Estado, las sociales y privadas.

De acuerdo con los objetivos y sus estrategias y acciones, el proyecto a desarrollar se vincula con los siguientes:

Objetivo 1.- Alcanzar y mantener la autosuficiencia energética sostenible para satisfacer la demanda energética de la población con producción nacional.

Estrategia prioritaria 1.5. Hacer uso óptimo de las energías primarias de las que dispone el país y hacer más eficiente la generación eléctrica, para garantizar el suministro suficiente, de alta calidad, económicamente viable, a precios cercanos a la inflación y sustentable, que se requiera para el desarrollo de la vida nacional.

Acciones puntuales

1.5.3. Fijar la política para el establecimiento de nuevas centrales eléctricas, que incorpore en el PIIRCE, lineamientos para que la CFE pueda participar en igualdad de condiciones en el mercado; aumentando la generación ordenada y sostenible de energías limpias.

Vinculación

El proyecto a efectuar consiste en colocar fotoceldas solares para capturar la energía, lo cual es un proceso sustentable y para la generación de energía limpias y que no dañaran el ambiente, la energía que se produzca o genere será compartida con la CFE para trabajar de manera conjunta y así se tenga igualdad en el mercado.

1.5.7. Evaluar y actualizar anualmente, en términos de ley, los requisitos y obligaciones de adquisición y criterios para el otorgamiento de Certificados de Energías Limpias.

Vinculación

Se cumplirá en todo momento con cada uno de los términos de la ley, para que año con año se nos conceda el otorgamiento del Certificado de Energías limpias y así poder trabajar conjuntamente con la CFE generando energías renovables y limpias que serán un benéfico para las futuras generaciones.

Estrategia prioritaria 1.6. Desarrollar proyectos de generación de energías renovables para contribuir a la soberanía energética de manera ordenada y sostenible.

Acciones puntuales

1.6.1 Establecer en la planeación del SEN, en las Reglas del MEM, en las Bases del mercado y Manual de liquidaciones, lineamientos para la incorporación de energías renovables intermitentes, de manera que se asegure la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad, seguridad y sustentabilidad.

Vinculación

Le proyecto consiste en colocar una serie de paneles solares los cuales ayudaran a la captura de energía solar para que después se genere electricidad de una forma eficiente, confiable y segura y de forma sustentable, lo cual traerá beneficios económicos para el país y para el estado de puebla.

1.6.2. Alinear los criterios de otorgamiento de permisos de generación renovable de la CRE al PND, a la política energética nacional, al Programa Sectorial, al Prodesen, así como a los acuerdos y compromisos internacionales en materia de energía, cambio climático y reducción de emisiones de GEI.

Vinculación

Se cumplirá en todo momento con cada uno de los términos de la ley, para que año con año se nos otorgue el permiso como generadores de energías renovables, ya que el proyecto generara energía de forma sustentable y estará a la vanguardia a nivel mundial, lo cual traerá beneficios económicos al país.

1.6.3 Diseñar condiciones óptimas tecnológicas (REI), de normatividad (normas técnicas y Código de Red), y tarifarias, que establezcan un crecimiento ordenado de la generación renovable de autoconsumo, conectada y no conectada a la red, con beneficios para todos los usuarios y participantes del SEN.

Vinculación

Se cumplirá en todo momento con cada uno de los términos de la ley, para que año con año se nos otorgue el permiso como generadores de energías renovables, ya que el proyecto generara energía de forma sustentable y estará a la vanguardia a nivel mundial, lo cual traerá beneficios económicos al país.

1.6.6. Diseñar políticas específicas de generación renovable, para satisfacer demandas emergentes como electro-movilidad, transporte y alumbrado público, agua, saneamiento y vivienda, entre otros; así como el uso de energía térmica en la economía y la sociedad.

Vinculación

Le proyecto consiste en colocar una serie de paneles solares los cuales ayudaran a la captura de energía solar para que después se genere electricidad de una forma eficiente, confiable y segura y de forma sustentable, lo cual traerá beneficios económicos para el país y para el estado de puebla.

Objetivo prioritario 4.- Elevar el nivel de eficiencia y sustentabilidad en la producción y uso de las energías en el territorio nacional.

Estrategia prioritaria 4.1 Establecer una política en materia de diversificación de fuentes de energía, aprovechando de manera óptima todos los recursos de la nación, avanzando en el uso de Energías Limpias y Renovables, para garantizar una Transición Energética Soberana y ordenada.

Acciones puntuales

4.1.2. Incorporar a la planeación de la transición energética, criterios para decisiones de inversión en energías primarias, según demandas y disponibilidades, considerando el balance energético, los costos e impactos ambientales y los compromisos internacionales relacionados con el Cambio Climático.

Vinculación

El proyecto a efectuar no presentará daños al ambiente es un proyecto en donde se captará energía solar para producir energía eléctrica de una forma sustentable y amigable con el ambiente, lo cual hace que el país se encuentre a la vanguardia a nivel mundial en cuanto a la producción de energías renovables sustentables.

III.1.3 Programa Nacional de Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018

El objetivo principal de este programa es ampliar la utilización de fuentes de energía limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental", y propone un conjunto de objetivos, estrategias y líneas de acción con el fin de contribuir a:

• Lograr la seguridad energética del país
• La preservación y uso racional de los recursos energéticos, en este caso no renovables, como son los hidrocarburos y el carbón, entre otros
• Incrementar la productividad de las empresas del sector público y privado
• Disminuir los impactos del cambio climático en el entorno
• Mejorar las condiciones de vida de los mexicanos

El PRONASE es el instrumento del Ejecutivo Federal mediante el cual se establecen los objetivos, metas, estrategias y acciones que permitirán alcanzar el uso óptimo de la energía en todos los procesos y actividades de la cadena energética, para su explotación, producción, transformación, distribución y consumo o uso final. Para lograr lo anterior se establecen seis objetivos:

• **Objetivo 1**. Diseñar y desarrollar programas y acciones que propicien el uso óptimo de energía en procesos y actividades de la cadena energética nacional
• **Objetivo 2**. Fortalecer la regulación de la eficiencia energética para aparatos y sistemas consumidores de energía fabricados y/o comercializados en el país
• **Objetivo 3**. Fortalecer los sistemas e instancias de gobernanza de la eficiencia energética a nivel federal, estatal y municipal e integrando instituciones públicas, privadas, académicas y sociales

• **Objetivo 4**. Fomentar el desarrollo de capacidades técnicas y tecnológicas vinculadas al aprovechamiento sustentable de la energía

• **Objetivo 5**. Contribuir en la formación y difusión de la cultura del ahorro de energía entre la población

• **Objetivo 6**. Promover la investigación y desarrollo tecnológico en eficiencia energética

El proyecto se ajusta con este programa, ya que esté ayudará al desarrollo económico del país mediante la generación de energía eléctrica de manera sustentable y sin comprometer la diversidad del medio ambiente, lo cual colocara a nuestro país a la altura de los países de primer mundo realizando la producción de energías renovables limpias y seguras.

III.1.4 Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018

El Consejo Consultivo para las Energías Renovables conoció los avances del Programa Especial de Aprovechamiento de las Energías Renovables 2014-2018; así como la primera etapa del Inventario Nacional de Energías Renovables (INER), este último en cumplimiento con el artículo 6º fracción VI, de la Ley para el Aprovechamiento de las Energías y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE).

El sector industrial ha mantenido un fuerte impulso y crecimiento en los últimos años, sin embargo, no se ha visto reflejado en la creación de cadenas de valor y absorción de fuerza laboral en el sector energético. Las primeras metas nacionales para la generación de electricidad por fuentes renovables fueron establecidas en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables2009-2012. Las metas establecidas para el año 2012 se definieron en términos de capacidad instalada y de generación.

De acuerdo con la LAERFTE, el PEAER debe establecer objetivos y metas específicas para el aprovechamiento de energías renovables, además de definir las estrategias y acciones

necesarias para alcanzarlas, así como establecer metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad, las cuales deberán aumentar gradualmente sobre bases de viabilidad económica y potencial técnico existente.

En lo que respecta a los proyectos de generación para abastecer la demanda de los particulares, se identificaron al menos los siguientes tres elementos que inhiben el desarrollo de este tipo de proyectos:

• El elevado costo en la inversión inicial y de los costos financieros asociados a los periodos de pre-inversión, los cuales dependen del periodo de tiempo y la certidumbre para obtener los trámites y permisos necesarios ante diferentes autoridades.
• El limitado acceso a fuentes de financiamiento debido a la falta de certidumbre sobre las características específicas de cada tecnología de generación.
• El periodo de recuperación de la inversión, el cual, en algunos casos, excede los parámetros considerados como rentables por parte de los agentes financieros.

De igual manera, se identificaron por lo menos los siguientes dos elementos que inhiben el desarrollo de proyectos para el abastecimiento de electricidad del servicio público:

• El uso de una tasa de descuento social de 12% para la evaluación de proyectos por parte de la SHCP9/
• La aplicación de una metodología de externalidades solamente para la evaluación de proyectos, o la ausencia de una política más amplia para incorporar los costos externos o externalidades asociadas a las diferentes tecnologías de generación.

Capítulo III. Objetivos, Estrategias y Líneas de Acción

Objetivo 1. Aumentar la capacidad instalada y la generación de electricidad a partir de fuentes renovables de energía.

Beneficios

• Diversificación de la matriz energética.
• Descarbonización del sector eléctrico.
• Atender la demanda de energía eléctrica nacional con costos competitivos y respeto al medio ambiente.

Justificación

Es necesario el desarrollo de una visión de largo plazo que permita asegurar que la integración de las energías renovables en la matriz energética sea óptima económica, ambiental y socialmente. Esto requiere establecer los instrumentos necesarios de regulación y políticas públicas para promover el aprovechamiento del capital natural del país, para el desarrollo regional.

Una matriz energética diversificada, con elevada participación de energías renovables favorece la seguridad energética y es una de las principales contribuciones del sector energía al cambio climático.

Estrategia 1.1. Adecuar el ejercicio de planeación para incrementar la participación de proyectos de energía renovable en la generación de electricidad.

Línea de acción 1.1.1

Incorporar el Inventario Nacional de Energías Renovables y el Atlas Nacional de Zonas Factibles a la planeación del Sistema Eléctrico Nacional.

Línea de acción 1.1.2

Determinar las necesidades de adición o de sustitución de capacidad de generación considerando los recursos renovables disponibles en cada región.

Línea de acción 1.1.3

Determinar las necesidades de crecimiento o renovación de la red de transmisión y distribución considerando la disponibilidad de fuentes de energía renovable por región.

Línea de acción 1.1.4

Evaluar los instrumentos técnicos, operativos y regulatorios que permitan manejar la variabilidad en la generación.

El proyecto será desarrollado de acuerdo al Plan Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2013-2018, contribuyendo a la generación de energía renovable y aumentando la capacidad de producción de la zona.

III.2 Planes de ordenamiento ecológico del territorio

Los ordenamientos ecológicos territoriales son instrumentos de política ambiental sustentados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y en su Reglamento en materia de Ordenamiento Ecológico, y son de observancia obligatoria en todo el territorio nacional. Se conciben como un proceso de planeación cuyo objetivo es encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso y minimice el

conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades en una región. Durante este proceso se generan, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales con las que se busca alcanzar un mejor balance entre las actividades productivas y la protección de los recursos naturales a través de la vinculación entre los tres órdenes de gobierno, la participación de la sociedad y la transparencia en la gestión ambiental.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente define cuatro modalidades de ordenamiento ecológico, considerando la competencia de los tres órdenes de gobierno, así como los alcances de acuerdo con el área territorial de aplicación, y son: el general, el marino, el regional y el local.

III.2.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT).

Publicado en el DOF el 07 de septiembre de 2012.

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

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

1. Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica, comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB), representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

2. Lineamientos y estrategias ecológicas.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales,

emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Los lineamientos ecológicos a cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.

5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.
8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Con base en la localización del proyecto, este se encuentra dentro de la **UAB No. 57**, como se muestra en la siguiente figura:

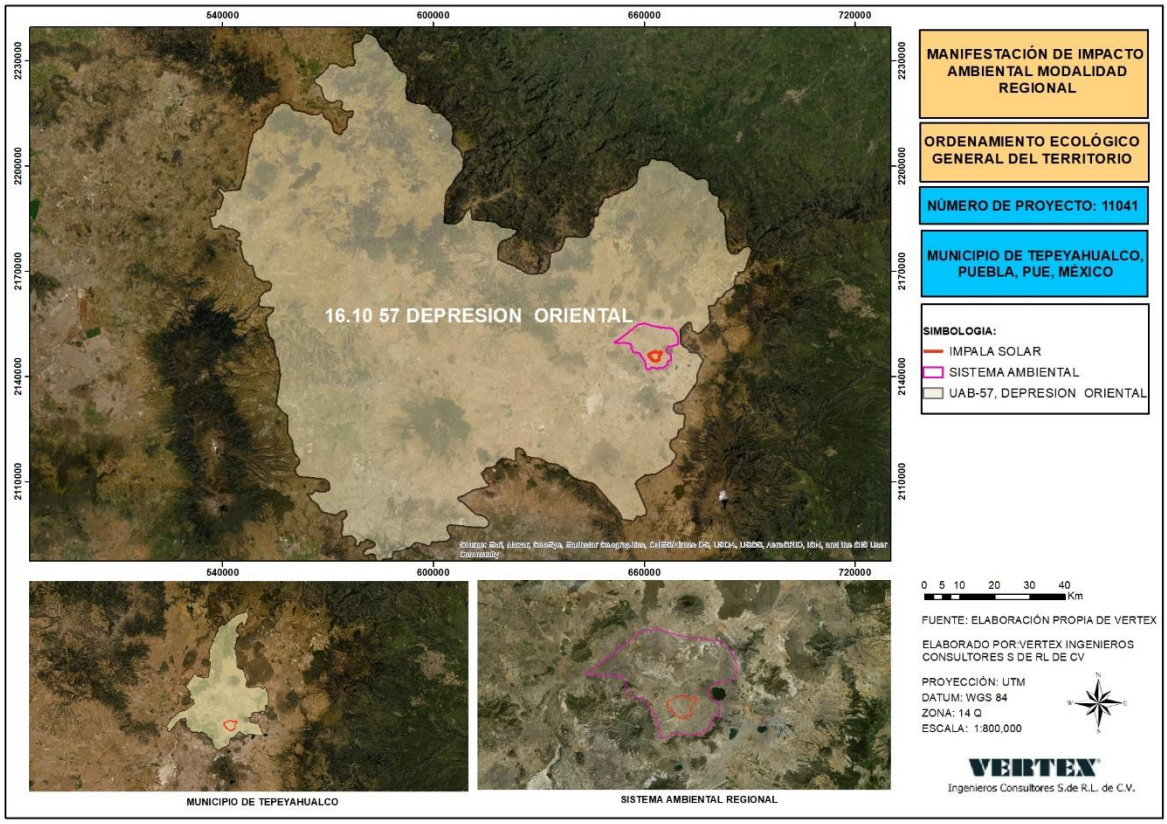
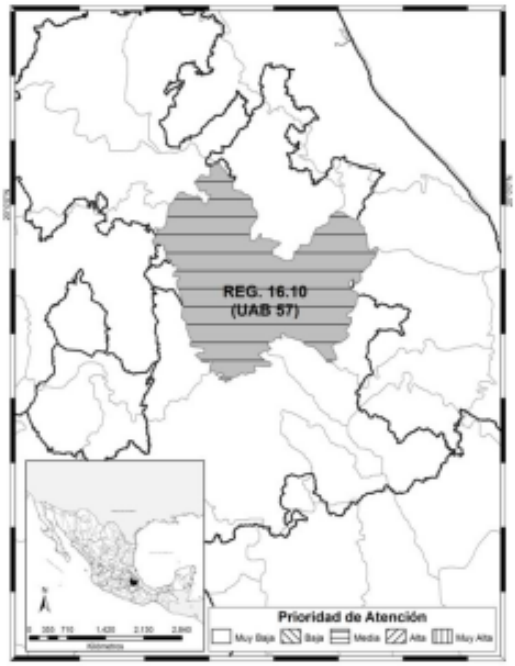


Figura 1. Ubicación del proyecto dentro de la UAB 57 del Modelo de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Tabla 1. Lineamiento y estrategias sectoriales de la UAB 57.



REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10

Unidad Ambiental Biofisica que la compone:

57. Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)

Localización:
Sureste de Hidalgo. Centro, norte, sur y este de Tlaxcala, Centro occidente de Veracruz. Centro norte de Puebla

Superficie en Km^2:	**Población Total:**	**Población Indígena:**
12,108.51 Km^2	4,232,937 hab	Sierra Norte de Puebla y Totonacapan

Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	**Inestable. Conflicto Sectorial Bajo.** No presenta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 66.6. Alta marginación social. Bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Media importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	**Inestable a crítico**
Política Ambiental:	**Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable**
Prioridad de Atención:	**Media**

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
57	Desarrollo Social - Forestal	Agricultura	Ganadería - Minería	CFE- Industria - Preservación de Flora y Fauna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16, 17, 19, 20, 28, 29, 31, 32, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44

Estrategias. UAB 57	
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio	
A) Preservación	**1.** Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad. **2.** Recuperación de especies en riesgo. **3.** Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.
B) Aprovechamiento sustentable	**4.** Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. **5.** Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. **6.** Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. **7.** Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. **8.** Valoración de los servicios ambientales.
C) Protección de los recursos naturales	**12.** Protección de los ecosistemas. **13.** Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.

D) Restauración	**14.** Restauración de los ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	**15.** Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. **15 Bis:** Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. **16.** Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. **17.** Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). **19.** Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. **20.** Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
C) Agua y Saneamiento	**28.** Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. **29.** Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	**31.** Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. **32.** Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo Social	**36.** Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. **37.** Integrar a mujeres indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. **38.** Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. **39.** Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. **40.** Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a los adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad, dando prioridad a la población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	**42.** Asegurara la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del Ordenamiento Territorial	**43.** Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. **44.** Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.

A continuación, se presenta la vinculación únicamente con las estrategias aplicables.

Tabla 2. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 57.

Estrategias UAB 57		
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		**Vinculación con el proyecto**
A) Preservación	1. Conservación *in situ* de los ecosistemas y su biodiversidad.	Las obras del proyecto se realizarán en una zona, la cual se ha trasformado por el crecimiento de las áreas agrícolas, por lo que no se afectarán ecosistemas y su biodiversidad.
	2. Recuperación de especies en riesgo	No se afectarán especies de flora y fauna silvestre que se encuentren en alguna categoría de riesgo, debido a que el área se encuentra desprovista de vegetación por el avance de las zonas agrícolas, por lo cual las especies de fauna se desplazan a otros sitios mejor conservados en busca de hábitats o para reproducción, sin embargo si se llegaran a encontrar algunas estas serán rescatadas dándole mayor importancia a las que se encuentran en alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, y se liberaran en zonas mejor conservadas y que garanticen su sobrevivencia.
B) Aprovechamiento Sustentable	7.Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales	Durante la realización del proyecto no se hará aprovechamiento de los recursos forestales, debido a que la zona en la que se desarrollará el proyecto se encuentra desprovista de vegetación por el avance de las zonas agrícolas.
C) Protección de los recursos naturales	12. protección de los ecosistemas	Las obras del proyecto se realizarán en una zona en la cual sea trasformado por el crecimiento de las áreas agrícolas, por lo que no se afectarán ecosistemas y su biodiversidad; sin embargo, se

		emplearán medidas de mitigación para minimizar los impactos que pudiera producir el proyecto en el ecosistema. Por lo tanto, se cumple con este criterio.
E) aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero.	El proyecto a efectuar consta de implementar fotoceldas solares para producir energía eléctrica, la cual será distribuida a las ciudades, esto se realizará implementando tecnología de punta, lo cual traerá beneficios para el ecosistema y ayudará a disminuir la producción de gases de efecto invernadero, por lo que el proyecto cumple con este criterio.
	20. Mitigar el incremento de las emisiones de gases efecto invernadero y reducir los efectos del cambio climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticas bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental	Se cumple con este criterio debido a que el proyecto a efectuar consta de implementar fotoceldas solares para producir energía eléctrica, la cual será distribuida a las ciudades, esto se realizará implementando tecnología de punta, lo cual traerá beneficios para el ecosistema y ayudará a disminuir la producción de gases de efecto invernadero.

Respecto a lo anterior, la ubicación y actividades del proyecto que se pretenden desarrollar, se pueden definir congruentes y se alinean con las estrategias de la UAB 57 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Cabe mencionar que, dicho programa de ordenamiento no señala prohibiciones y/o restricciones para el desarrollo del proyecto propuesto.

III.2.3 Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Puebla

Aun no se cuenta con el Ordenamiento Ecológico del territorio del Estado de Puebla, esto se pudo corroborar mediante el análisis especial del SIGEIA de SEMARNAT, en donde se ingresó el polígono de las obras y actividades en las cuales se desarrollará el proyecto y solamente se vincula con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. Esto se puede apreciar en la siguiente figura

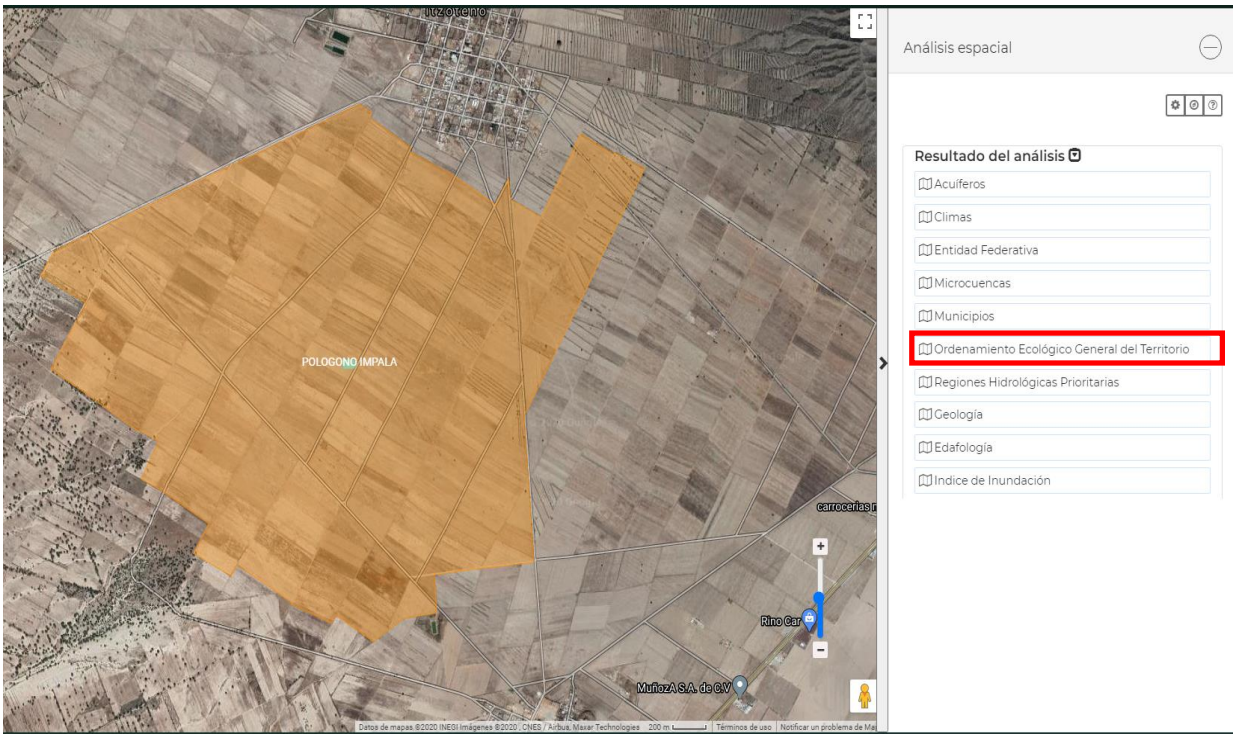


Figura 2. Análisis del SIGEIA en donde se aprecia que solamente se vincula con el Ordenamiento Ecológico General del Territorio

III.2.4 Programa Regional de Ordenamiento Ecológico para los Municipio de Libres, Oriental y Tepeyahualco.

El Programa Regional de Ordenamiento Ecológico para los municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, sirve como instrumento de planeación y regulación del uso del suelo, además de ser soporte de las actividades productivas bajo un esquema de manejo sostenible de los recursos naturales.

El ordenamiento ecológico está conformado por las unidades de gestión ambiental (UGA), y asociados a ellas, las políticas ambientales y sus respectivos lineamientos y estrategias ecológicas. **El Ordenamiento Ecológico está compuesto por 57 Unidades de Gestión Ambiental (UGA)** con la siguiente distribución:

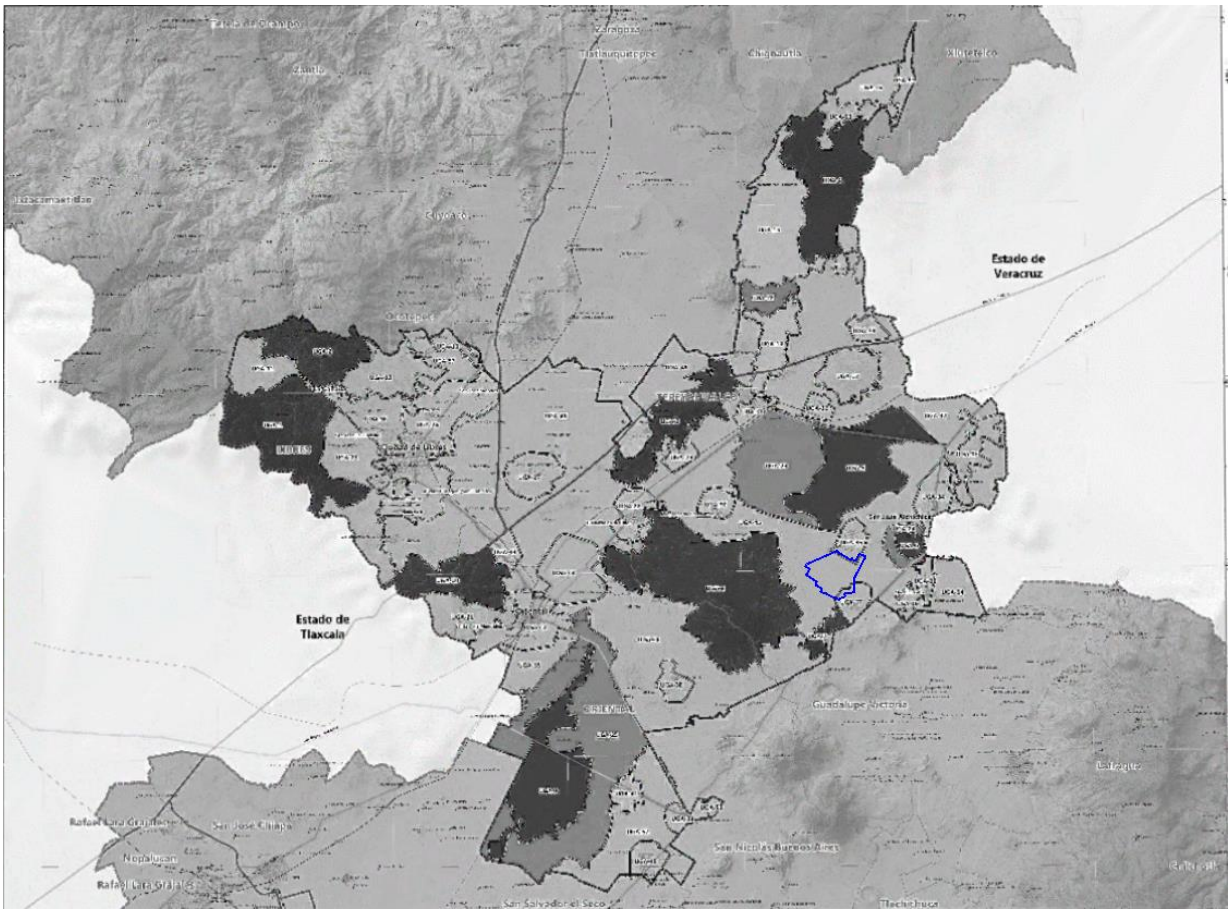


Figura 3. Distribución de las UGA´s del Programa Regional de Ordenamiento Ecológico de los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, así como la ubicación del proyecto.

De acuerdo con la ubicación del proyecto, este se localiza dentro de las Unidades de Gestión Ambiental 12, 37 y 43, las cuales se presentan en la siguiente tabla en donde se aprecia su Políticas y los sectores recomendados dentro de las Unidades de Gestión Ambiental.

Tabla 3. Características de las Unidades de Gestión Ambiental

UGA	Política	Sectores recomendados	Superficie (km^2)	Biodiversidad	Factores de riesgo
UGA-12	Restauración	Ganadería, Eólico-solar, Asentamientos humanos, Agricultura de temporal	12.73	Baja	Fallas municipales Líneas de transmisión Deslaves
UGA-37	Aprovechamiento urbano	Conservación, Ganadería, Ecoturismo, Agricultura de riego, Asentamientos humanos, Agricultura de temporal	3.53	Baja	Líneas de transmisión Deslaves
UGA-43	Aprovechamiento urbano	Ganadería, Eólico-solar, Agricultura de riego, Asentamientos humanos, Agricultura de temporal	2.86	Baja	Falla Zacamboxo Gasolineras Líneas de transmisión Riesgos urbanos Riesgos viales

Enseguida se realiza la vinculación del proyecto con los criterios de regulación generales que se mencionan para cada una de las UGAS.

Tabla 4. Vinculación con los criterios Generales

CRITERIOS	VINCULACIÓN CON EL PROYECTO
CG-01.- Los desarrollos turísticos deberán presentar un programa de ahorro en el uso del agua.	No aplica
CG-02.- Toda emisión de aguas residuales deberá cumplir con la normatividad.	No se emitirán aguas residuales durante el desarrollo del proyecto, se colocarán letrinas portátiles y la empresa contratada será la encargada de darle servicio a los sanitarios, dicha empresa deberá contar con los permisos expedidos por la autoridad ambiental.
CG-03.- Todas las construcciones que generen descargas de aguas residuales ubicadas donde no existan servicios públicos de tratamiento,	Se colocarán letrinas portátiles y la empresa contratada será la encargada de darle servicio a los sanitarios, dicha empresa deberá contar

deberán contar con un sistema individual, de tratamiento de aguas residuales.	con los permisos expedidos por la autoridad ambiental.
CG-04.- Se prohíbe la disposición de cualquier tipo de residuos sólidos, incluidos los derivados de los procesos de construcción y demolición, excavaciones y rellenos (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, bloques, losetas, ventanería, etc.), fuera de los sitios establecidos por la autoridad.	Durante el desarrollo del proyecto se colocarán tambos debidamente rotulados para la separación de los residuos y estos se transportarán al tiradero municipal o al sitio donde la autoridad ambiental lo determine.
CG-05.- No se permite la disposición temporal de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa o cuerpos de agua	Se implementará un programa de manejo de residuos durante el desarrollo del proyecto, además de color tambos debidamente rotulados para la separación de los residuos y así poder transportarlos al tiradero municipal.
CG-06.- El almacenamiento, transporte y manejo de materiales de construcción deberá evitar la dispersión de polvos o partículas en suspensión.	En la zona del proyecto se llevarán a cabo riegos continuos para evitar tolvaneras, el agua que se utilizara será agua tratada y se adquirida en el municipio y trasportada por carros cisterna; además los camiones que trasladen material de la obra estarán cubiertos con lonas para evitar la dispersión de partículas en el ambiente.
CG-07.- Toda obra, en su etapa de construcción deberá contar con un sistema de manejo de desechos sanitarios que evite su infiltración al manto acuífero.	Se colocarán letrinas portátiles y la empresa contratada será la encargada de darle servicio a los sanitarios, dicha empresa deberá contar con los permisos expedidos por la autoridad ambiental.
CG-08.- Se deberá contar con un sistema de almacenamiento temporal de residuos sólidos, para posteriormente trasladarlos al sitio de disposición final	Se contarán con tambos debidamente rotulados para la separación de los residuos y los residuos serán trasladados al tiradero municipal.
CG-09.- Toda obra, en su etapa de construcción deberá contar con un sistema de manejo de residuos sólidos.	Se implementará un programa de maneo de residuos durante el desarrollo del proyecto, además de color tambos debidamente rotulados para la separación de los residuos y así poder transportarlos al tiradero municipal.
CG-10.- En toda obra, durante las etapas de preparación de sitio, construcción y operación se deberán aplicar medidas preventivas para su manejo adecuado de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso.	Se contratará una empresa especializada para el manejo, traslado y confinamiento de los residuos peligrosos que se generen al desarrollar el proyecto, esta empresa deberá contar con los permisos expedidos por la autoridad ambiental.

	Los camiones que se utilizaran para el desarrollo del proyecto se les deberá realizar los cambios de filtro y aceite para evitar que contaminen, además de cerrarles los escapes para evitar mayores decibeles en ruido.
CG-11.- Crear una sinergia entre las instituciones concurrentes y coincidentes en materia ambiental, para llevar a cabo acciones de protección, preservación y restauración de los elementos ambientales a solicitud de los ayuntamientos de los municipios involucrados en el Ordenamiento Ecológico.	Se implementarán medidas de mitigación, atenuación y compensación para minimizar los impactos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto.

De acuerdo con lo que se establecen en los lineamientos y criterios de las Unidades de Gestión Ambiental en las que se encuentra inmerso el proyecto, estas no restringen que lleve a cabo, este proyecto traerá beneficios económicos y sociales para las comunidades y municipios del estado, además de ser un proyecto ambientalmente viable en donde se generara energía renovable.

III.3 Planes y programas de desarrollo estatales y municipales

III.3.1 Plan Estatal de Desarrollo del Estado de Puebla 2019-2024

El Plan Desarrollo, es el resultado de un esfuerzo plural e incluyente, que cuenta como elemento clave la participación ciudadana con corresponsabilidad; en este sentido, la incorporación de las organizaciones de la sociedad civil, la iniciativa privada, el sector social, el sector académico, los pueblos originarios y los ciudadanos en general, permitieron conocer las demandas primordiales de las y los poblanos, dando como resultado un diagnóstico sobre la situación que enfrenta la entidad en los ámbitos político, rural, económico y social.

El rasgo distintivo del Plan de Estatal de Desarrollo 2019 - 2024 está integrado por 4 Ejes de Gobierno:

- Seguridad Pública, Justicia y Estado de Derecho;
- Recuperación del Campo Poblano;
- Desarrollo Económico para Todas y Todos;
- Disminución de las Desigualdades;

Finalmente, un Eje Especial denominado "Gobierno Democrático, Innovador y Transparente"; además de, Enfoques Transversales: Infraestructura; Pueblos Originarios; Igualdad Sustantiva; y, Cuidado Ambiental y Atención al Cambio Climático; cuya finalidad es articular acciones que contribuyan a disminuir las problemáticas y alcanzar los objetivos establecidos desde una visión integral, bajo un esquema de corresponsabilidad entre las instituciones de la Administración Pública Estatal. Todo ello, orientado al desarrollo estratégico regional.

El proyecto se vincula con el **Eje 3. Desarrollo Económico para Todas y Todos**, Enseguida se presentan sus Estrategias y Líneas de Acción con las que se vincula el proyecto.

ESTRATEGIA 1. Fomentar encadenamientos productivos y la atracción de inversiones para la generación de empleos, el desarrollo integral y regional.

LÍNEAS DE ACCIÓN

1. Fortalecer los mecanismos de atracción de inversión en el estado.
2. Impulsar el emprendimiento con responsabilidad social para potenciar las vocaciones productivas regionales.
3. Impulsar la generación y consolidación de las MiPyMES para elevar su productividad y competitividad con un enfoque sostenible y de perspectiva de género.

ESTRATEGIA 2. Fortalecer el trabajo digno para impulsar la productividad y el bienestar

LÍNEAS DE ACCIÓN

1. Impulsar mecanismos para el desarrollo integral de la fuerza laboral como elemento esencial que dignifique el trabajo.
2. Fomentar la incorporación de la población al mercado laboral, priorizando aquella en situación de exclusión.
4. Establecer esquemas de coordinación entre los sectores público, académico, privado y social para garantizar la pertinencia del capital humano con las necesidades económicas regionales.

El proyecto se ajusta con las Estrategias 1 y 2, las líneas de acción mencionadas, ya que esté será desarrollado por inversionistas nacionales y extranjeros, lo cual ayudará al desarrollo económico del Estado de Puebla mediante la generación de empleos, por lo que se mejorara la calidad de vida de los habitantes del municipio en el que se encuentra el proyecto, además de contribuir con la generación de energía renovable y el aumento de la capacidad de producción de la región, esto ayudará al desarrollo de los sectores productivos de la entidad.

El proyecto también se vincula con la **ESTRATEGIA TRANSVERSAL INFRAESTRUCTURA**, en la cual se menciona lo siguiente**:**

- Mejorar los sistemas de transporte e infraestructura carretera y productiva que fomenten el desarrollo económico con un enfoque sostenible.

LÍNEAS DE ACCIÓN

3. Aumentar y mejorar la infraestructura productiva y el equipamiento para el

impulso de los sectores económicos.

4. Impulsar la ejecución de infraestructura enfocada a la generación de energías alternativas, que permitan el desarrollo productivo sostenible.

El proyecto se ajusta con estas líneas de acción, ya que esté ayudará al desarrollo económico de la región, del estado y del país mediante la generación de energía eléctrica de manera sustentable y sin comprometer la diversidad del medio ambiente, lo cual colocara a nuestro país a la altura de los países de primer mundo realizando la producción de energías renovables limpias y seguras.

Con respecto a la **ESTRATEGIA TRANSVERSAL CUIDADO AMBIENTAL Y ATENCIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO,** se vinculará el proyecto con las líneas de acción que se mencionan

- La estrategia menciona el Impulsar esquemas ambientalmente sostenibles en las actividades económicas para reducir el impacto al cambio climático

LÍNEAS DE ACCIÓN

1. Promover el uso de estándares y normas oficiales mexicanas para el aprovechamiento sostenible y la seguridad hídrica.
2. Establecer criterios de control, prevención y mejores prácticas en los procesos para reducir los contaminantes al medio ambiente.
3. Promover el uso de tecnologías limpias e innovadoras para eficiente el desarrollo económico y la transición energética.
4. Fomentar prácticas sostenibles, de prevención de riesgos y adaptación al cambio climático en las actividades económicas.
5. Proteger los ecosistemas para el desarrollo sostenible con identidad.

6. Desarrollar mecanismos de planeación territorial que propicien el desarrollo económico sostenible.

El proyecto a desarrollar consiste en colocar fotoceldas solares para la producción de energía, lo cual traerá beneficios sociales y económicos para el municipio y el Estado de Puebla por realizar el manejo de recursos renovables a través de técnicas de generación de energía renovable limpias y seguras, las cuales beneficiaran al medio ambiente; además durante la ejecución del proyecto se implementarán medidas de mitigación para reducir las emisiones de gases contaminantes que producirán los automóviles y maquinaria que se utilizarán durante las distintas etapas del proyecto, así como implementar programas de manejo de residuos sólidos urbanos para evitar la contaminación, los cuales se trasladaran al tiradero municipal.

III.3.1 Plan Municipal de Desarrollo de Tepeyahualco 2018-2021

Plan de Desarrollo Municipal 2018-2021 se establecen: Los ejes de Gobierno, objetivos, estrategias, líneas de acción e indicadores, mediante los cuales construiremos una administración pública eficaz y eficiente, que en el ejercicio ordenado, responsable y transparente de los recursos públicos fomente la modernidad y el desarrollo integral de todos los sectores y grupos de población, en un entorno de seguridad, justicia, inclusión y respeto a la identidad social y cultural de los Tepeyahualquenses.

EL Plan de Desarrollo cuenta con 5 ejes de Gobierno que son:

1. Administración con Perspectiva de Género y Enfoque Social
2. Desarrollo Económico
3. Desarrollo Urbano, Infraestructura y Servicios Públicos
4. Justicia, Seguridad y Protección Civil
5. Gobierno Transparente, Eficaz y Eficiente

El proyecto se vincula con el Eje 2. Desarrollo Económico, como su nombre lo indica, será el punto de partida para la construcción de un Tepeyahualco cada vez más próspero y competitivo, ya que a través de este eje enfocaremos los esfuerzos del gobierno hacia todas las regiones y sectores productivos que presentan rezago, mientras consolidamos los ya existentes.

Para lograrlo, hemos definido estrategias, líneas de acción y proyectos que coadyuven al mejoramiento de las condiciones estructurales de bienestar en todas las familias Tepeyahualquenses en un marco de derecho, transparencia y sustentabilidad, donde nuestra ubicación estratégica, historia, riqueza cultural, diversificación productiva y ventajas comparativas sean la fuente de más y mejores empleos que se traduzcan en incremento del ingreso, así como en el mantenimiento, reactivación y/o consolidación de los sectores productivos.

Con apartado de **Industria y Comercio.**

-Objetivo: Mejorar el bienestar económico de la población mediante el desarrollo de proyectos productivos sostenibles, el desarrollo de capacidades y gestión de apoyos e incentivos para los comerciantes, productores y jóvenes emprendedores del Municipio.

Líneas de Acción

1. Gestionar apoyos con instancias estatales y federales como el INADEM (Instituto Nacional del Emprendedor) que apoyen a emprendedores.
2. Gestionar recursos con distintas instancias de gobierno y organizaciones para obtener fondos que materialicen los proyectos de los emprendedores del Municipio.

3. Proveer capacitación para la elaboración de proyectos para el desarrollo urbano y rural, el apoyo institucional y el apoyo de empresas.
4. Promover convenios y vinculación con organizaciones civiles, instituciones educativas y empresariales.
5. Generar un programa de incentivos para la constitución y regularización de microempresas.
6. Establecer una incubadora de proyectos de apoyo dirigidos a todas las riquezas de Tepeyahualco.
7. Integrar el padrón de establecimientos comerciales formalmente establecidos y de aquéllos que desempeñan actividades de manera informal (ambulantes).
8. Gestionar con el Gobierno del Estado la instalación de un parque industrial en el Municipio, como apoyo alternativo a la empresa Audi y el aprovechamiento de "La Célula".

El proyecto se ajusta con estas líneas de acción, ya que esté ayudará al desarrollo económico del municipio, mediante la generación de energía eléctrica de manera sustentable y sin comprometer la diversidad del medio ambiente, lo cual colocara a nuestro país a la altura de los países de primer mundo realizando la producción de energías renovables limpias y seguras, además de traer beneficios sociales y económicos.

III.4 Planes y programas de desarrollo urbano

III.4.1 Programa Subregional de Desarrollo Urbano para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco.

El Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, tiene como propósito fundamental el disponer de un instrumento técnico jurídico que permita ordenar y regular los asentamientos humanos de la Subregión, definiendo al interior de su territorio el sistema de centros de población, las características y propuestas para el territorio en estudio.

Este programa articula el desarrollo urbano en una visión estratégica, definiendo las áreas urbanizadas y aquellos con aptitud para ser urbanizables conforme a las vocaciones naturales e inducidas del uso del suelo, definiendo el aprovechamiento del territorio conforme a sus atributos para ser incorporado al crecimiento urbano en cada una de sus etapas y umbrales convenientes para su utilización, y definiendo las restricciones y limitaciones del suelo que, por sus características, deberá ser restringido y limitado para su conservación.

Al respecto en las siguientes figuras se muestra la ubicación del proyecto con respecto al mapa de zonificación del Programa de desarrollo Urbano para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco.

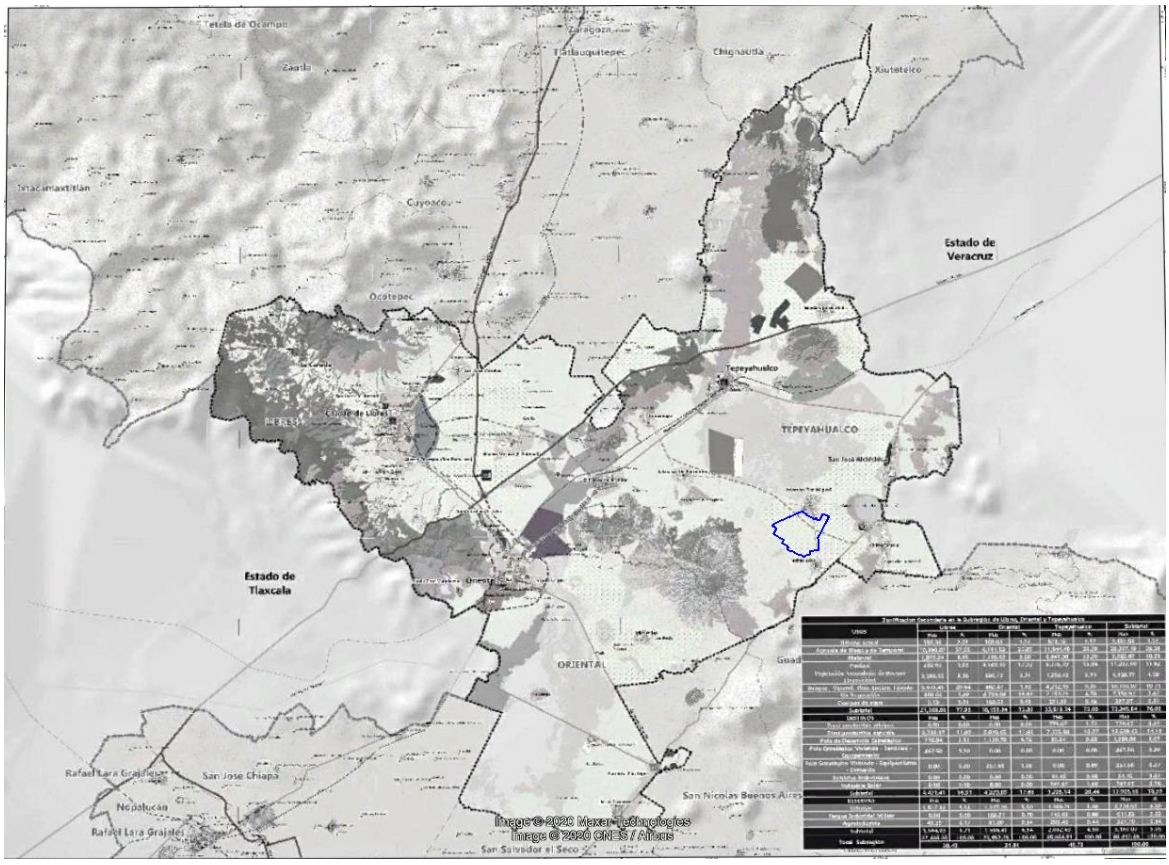


Figura 2. Ubicación del Proyecto dentro del Programa Subregional de Desarrollo Urbano para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco.

El proyecto se ubica en la **Zonificación secundaría**, la cual se define en el programa de desarrollo urbano como: la determinación de los usos del suelo en un espacio edificable y no edificable, así como a la definición de destinos específicos del suelo y reservas, área urbana, industrial y agroindustrial para futuro crecimiento.

Por lo que corresponde a los Suelos cuyo Destino, en la propuesta de Zonificación Secundaria se realizarán en las tres etapas, que comenzarán en el 2018 y concluirán en el 2036, periodo suficiente para consolidar el Modelo Territorial por medio de las Líneas Estratégicas planteadas en este Programa Subregional, responderán a la siguiente distribución:

- El Polo de Desarrollo Estratégico, contará con una superficie de 2,298.88 Hectáreas, ocupando 2.38% del territorio.
- Polo Estratégico Vivienda - Servicios – Equipamiento Urbano, en una superficie de 467.50 Hectáreas que representan el 0.48% del Territorio Subregional;
- Polo Estratégico Vivienda – Comercio – Equipamiento Urbano, con una superficie de 257.68 Hectáreas que representan un 0.27%.
- Para el Crecimiento de las Áreas Urbanas, se destinarán 4,224.05 Hectáreas, siendo el 4.38% del territorio subregional.
- Para el Parque Industrial Militar, se han destinado inicialmente, 611.23 Hectáreas, solo el 0.63% del total del suelo de la Subregión.
- Las áreas para los Servicios o Actividades Industriales, en una superficie de 34.46 Hectáreas que representan el 0.04% del suelo de la Subregión.
- **Industria Solar, para cual se destinarán 747.97 Hectáreas o el 0.78% del total.**
- Para la Agroindustria, se consideran 327.79 Hectáreas o el 0.34% de la superficie subregional.

El proyecto a desarrollar se encuentra dentro del polo de Industria solar que se menciona en la zonificación Secundaria y el cual es necesario para el desarrollo de energía sustentables y limpias, además que será de gran ayuda para el parque industrial militar que se pretende desarrollar, ya que se abastecerán de la energía producida en la zona, todo esto traer mejoras económicas y sociales para el estado y el municipio y sobre todos para los habitantes de la región.

- **Polo de Desarrollo Estratégico**

En este polo se menciona como una estrategia más la Industria Solar, con la finalidad de continuar aprovechando las áreas donde se ubican las fuentes de energía alternativa, actualmente se cuenta con pequeñas instalaciones, se prevé este tipo de industria pueda seguirse desarrollando en la Subregión, y no solamente para el abastecimiento de energía eléctrica sino también para el desarrollo de telecomunicaciones.

El proyecto se ajusta con el polo de Desarrollo estratégico, ya que esté ayudará al desarrollo económico del país mediante la generación de energía eléctrica de manera sustentable y sin comprometer la diversidad del medio ambiente, lo cual colocara a nuestro país a la altura de los países de primer mundo realizando la producción de energías renovables limpias y seguras. Por lo que el Plan de desarrollo urbano no prohíbe y/o restringe la realización del proyecto.

III.5 Áreas de Importancia Ambiental

Con respecto a las Áreas de Importancia, definidas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), como lo son Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS), en seguida se presenta la ubicación del proyecto con respecto a cada una de ellas.

Regiones Terrestres Prioritarias.

En cuanto a las **RTP´s**, se puede apreciar que la zona en la que se desarrollará el proyecto, se encuentra a 1.92 km de distancia de la **RTP-122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote,** esto se puede apreciar en la siguiente figura.

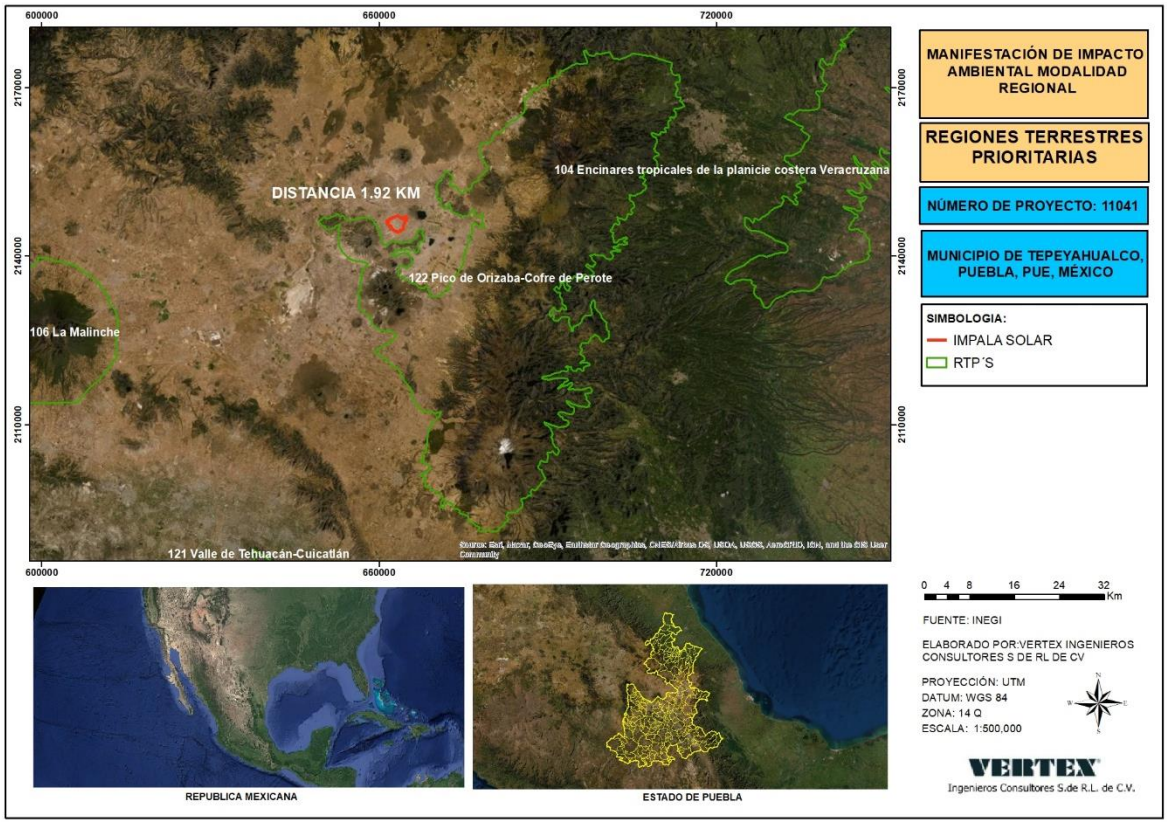


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a la RTP-122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote.

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

En cuanto a las Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS) definidas por la CONABIO, la zona en la cual se desarrollará el proyecto se localiza a una distancia de 3.88 km del AICA-150 Centro de Veracruz, como se aprecia en la siguiente figura.

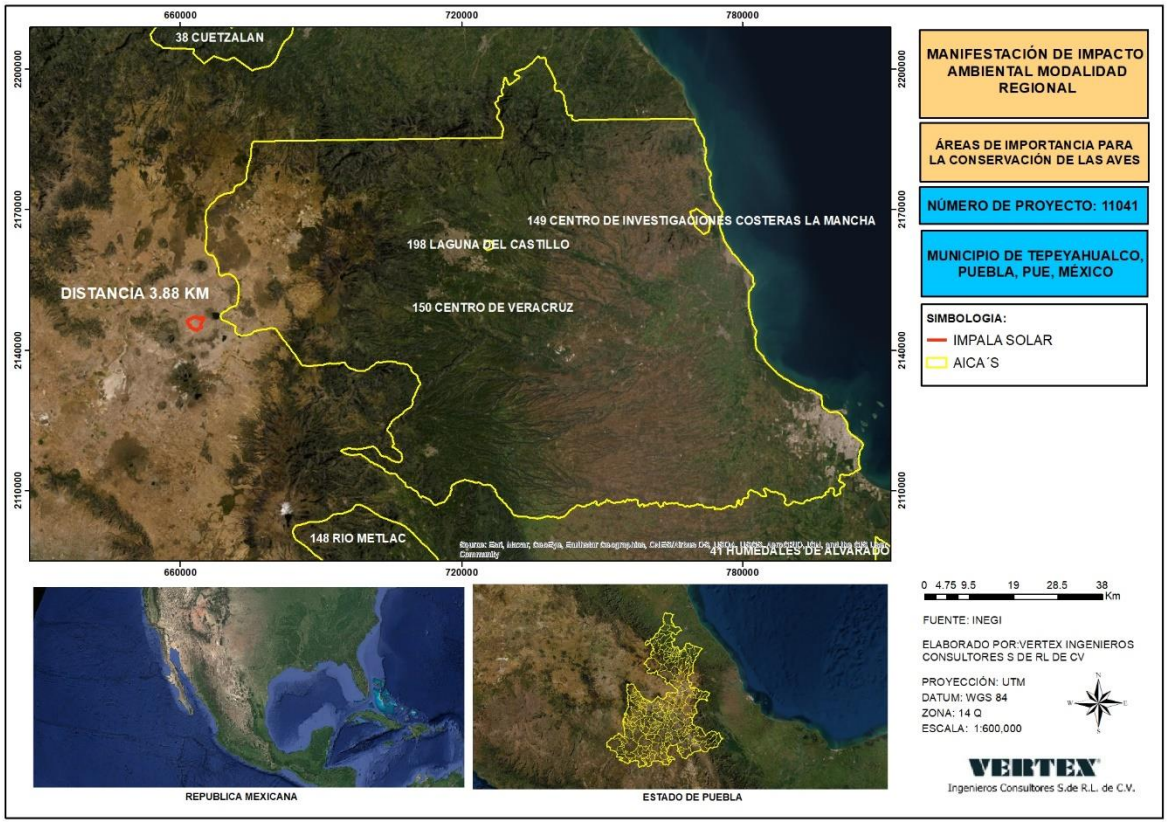


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto al AICA-150 Centro de Veracruz.

Regiones Hidrológicas Prioritarias.

Con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, la zona en la cual se desarrollará el proyecto, se localiza dentro de la RHP-70 Cuenca Oriental.

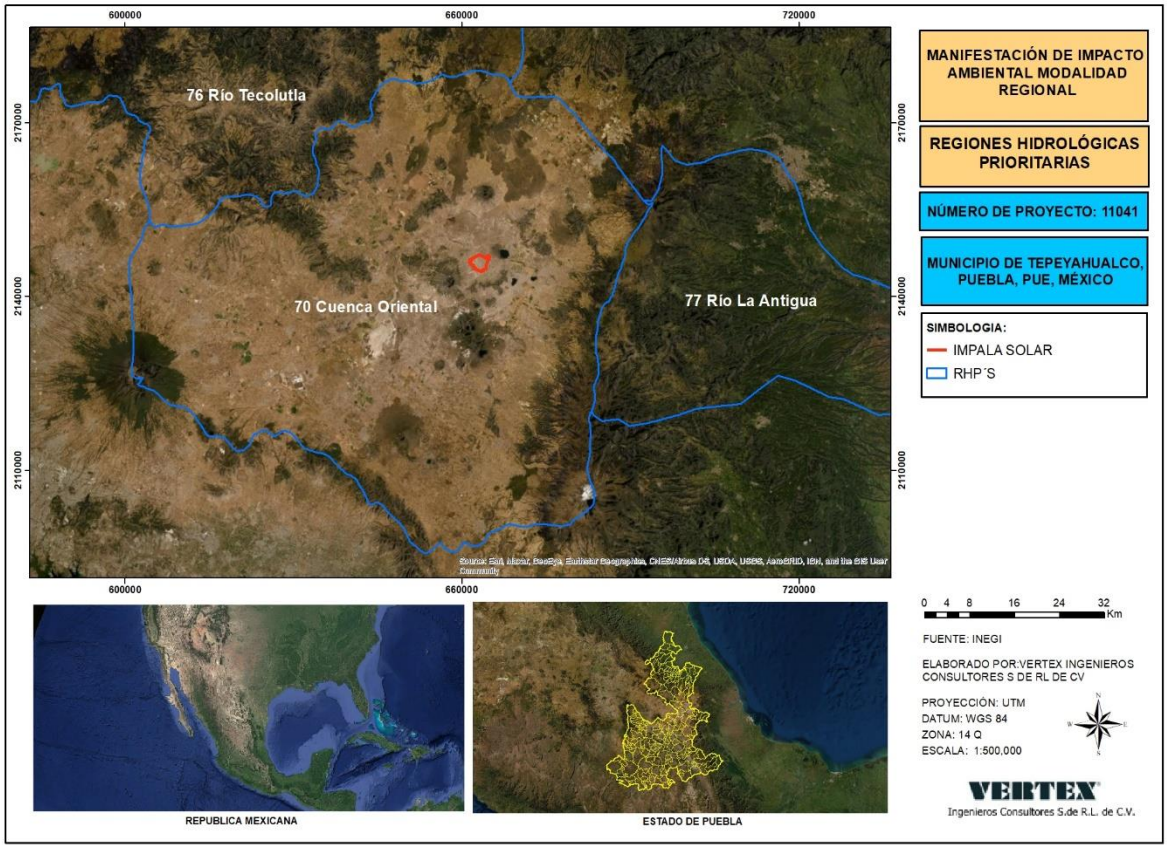


Figura 5. Ubicación del proyecto dentro de la RHP-70 Cuenca Oriental.

A continuación, se presenta la ficha técnica de la RHP.

RHP-70 Cuenca Oriental.

Estado(s): Puebla, Tlaxcala y Veracruz.

Extensión: 4 958.60 km^2.

Polígono: Latitud 19°42'00'' - 18°57'00''N, Longitud 98°02'24'' - 97°09'00''W.

Recursos hídricos principales.

Lénticos: lagos Totolango, Alchichica, San Luis Atexcac, La Preciosa, Aljojuca, San Miguel Tecuitlapa, Quechulac, Totolcinco y Ovando, pantanos de Tepeyahualco y presas.

Lóticos: ríos permanentes e intermitentes La Caldera, Xonecuila, Quetzalapa, Piedra Grande, arroyos temporales, manantiales El Carmen, Vicencio, Ojo de Agua, Lara Grajales. Gran cantidad de aguas subterráneas.

Limnología básica: salinidades: 1.2-14 gr/l; pH=8-9; O2=0-6.5 mg/l; temperatura anual promedio entre 12.8-14.4°C; precipitación anual promedio entre 425-656 mm; conductividad menor de 1 000 µmhos/cm a 20°C; El análisis del agua de los lagos señala una elevada concentración de aniones y cationes, lo que permite dividirlos en dos grupos: los salinos formado por los lagos de Alchichica y Atexcac y los diluidos formado por los lagos restantes. De manera general se puede definir al agua de los lagos como alcalina, con alta concentración de cloruros y bicarbonatos de sodio y de magnesio. El sedimento de todos los lagos es de textura arenosa y baja concentración de nutrientes. Se les considera lagos quimiomícticos y polimícticos. Estos cuerpos de agua corresponden con diastremas o maars y se les incluye dentro del tipo 11 de la clasificación de Hutchinson (1975). En la actualidad los lagos de Tepeyahualco y Totolcingo son lagos terminales.

Problemática:

- Modificación del entorno: vegetación original removida para agricultura, tala forestal, pastoreo, quema, construcción de carreteras, desecamiento y sobreexplotación de agua para uso urbano. Problemas de erosión hídrica y eólica, así como de salinización de los suelos y del agua.

- Contaminación: por basura, detergentes y agroquímicos.
- Uso de recursos: especies introducidas de carpas dorada Carassius auratus y común Cyprinus carpio y de trucha arco iris Oncorhynchus mykiss.

Conservación: la región tiene un alto impacto debido a la agricultura y al pastoreo intenso, la explotación de acuíferos y el cultivo de peces exóticos. Comprende parte del Parque Nacional La Malinche.

Durante la ejecución de los trabajos para realizar el proyecto, no se afectarán las escorrentías que se localizan en la zona, ni se afectara el manto freático, ya que dentro del área del proyecto no se encuentra ninguna escorrentía, cauce o arroyo, por lo que se permitirá el libre flujo de las escorrentías, atreves de la colocación de canaletas las cuales realizaran esta función.

III.6 Áreas Naturales Protegidas

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas es un instrumento normativo integrador de la Política Nacional de Conservación, entendiéndose como la preservación y uso racional de los recursos naturales y culturales de diversas regiones del país, bajo los diversos esquemas de protección en el ámbito federal. Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) son porciones terrestres o acuáticas del territorio nacional, representativas de los diversos ecosistemas, en donde el ambiente original no ha sido esencialmente alterado y que están sujetas a regímenes especiales de protección, conservación, restauración y desarrollo, en seguida se presentan las categorías en que se clasifican:

1. Reserva de la Biosfera.
2. Parques Nacionales.
3. Áreas de Protección de Recursos Naturales.
4. Áreas de Protección de Flora y Fauna.
5. Santuarios.
6. Parques y Reservas Estatales.
7. Zonas de Preservación Ecológica de los centros de población.
8. Parques Urbanos.
9. Monumentos Naturales.

De acuerdo a su ubicación geográfica del proyecto este **No se encuentra dentro** de ninguna Área Natural Protegida de carácter municipal, estatal o federal, esto se puede apreciar en las siguientes figuras.

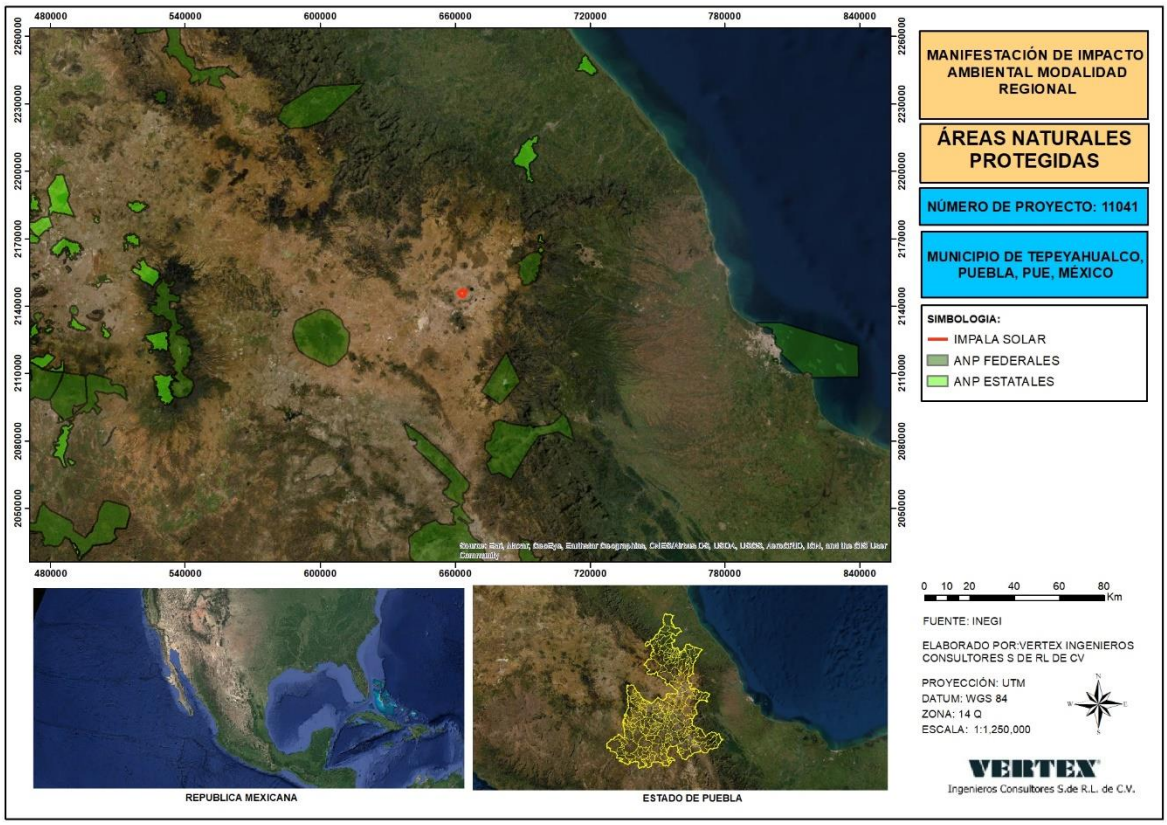


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a las ANP´s Federales y Estatales.

III.7 Leyes y reglamentos

III.7.1 Leyes y Reglamentos Federales

Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El proyecto se ajusta a las siguientes disposiciones de la LGEEPA que se presenta a la autoridad competente a continuación.

Al respecto, dadas las características de las obras y actividades del proyecto y las condiciones del sitio en donde se ubica les son aplicables los siguientes artículos de la LGEEPA.

Artículo 28. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

II.- Industria del petróleo, petroquímica, química, siderúrgica, papelera, azucarera, del cemento y **eléctrica;**

….

Artículo 30. Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate,

considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

Artículo 98. Para la preservación y aprovechamiento sustentable del suelo se considerarán los siguientes criterios:

I. El uso del suelo debe ser compatible con su vocación natural y no debe alterar el equilibrio de los ecosistemas;
II. El uso de los suelos debe hacerse de manera que éstos mantengan su integridad física y su capacidad productiva.
III. Los usos productivos del suelo deben evitar prácticas que favorezcan la erosión, degradación o modificación de las características topográficas, con efectos ecológicos adversos;
IV. En las acciones de preservación y aprovechamiento sustentable del suelo, deberán considerarse las medidas necesarias para prevenir o reducir su erosión, deterioro de las propiedades físicas, químicas o biológicas del suelo y la pérdida duradera de la vegetación natural;
V. En las zonas afectadas por fenómenos de degradación o desertificación, deberán llevarse a cabo las acciones de regeneración, recuperación y rehabilitación necesarias, a fin de restaurarlas, y
VI. La realización de las obras públicas o privadas que por sí mismas puedan provocar deterioro severo de los suelos, deben incluir acciones equivalentes de regeneración, recuperación y restablecimiento de su vocación natural.

Artículo 110. Para la protección a la atmósfera se considerarán los siguientes criterios:

I. La calidad del aire debe ser satisfactoria en todos los asentamientos humanos y las regiones del país; y

II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico

Artículo 113. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.

Artículo 117. Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:

I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país;
II. Corresponde al Estado y la sociedad prevenir la contaminación de ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos y corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo;
III. El aprovechamiento del agua en actividades productivas susceptibles de producir su contaminación, conlleva la responsabilidad del tratamiento de las descargas, para reintegrarla en condiciones adecuadas para su utilización en otras actividades y para mantener el equilibrio de los ecosistemas;

IV. Las aguas residuales de origen urbano deben recibir tratamiento previo a su descarga en ríos, cuencas, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua, incluyendo las aguas del subsuelo; y
V. La participación y corresponsabilidad de la sociedad es condición indispensable para evitar la contaminación del agua.

Artículo 136. Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:

I. La contaminación del suelo;
II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;
III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y
IV. Riesgos y problemas de salud.

Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

Artículo 5. Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:

K) INDUSTRIA ELÉCTRICA.

I. Construcción de plantas nucleoeléctricas, hidroeléctricas, carboeléctricas, geotermoeléctricas, eoloeléctricas o termoeléctricas, convencionales, de ciclo combinado o de unidad turbogás, con excepción de las plantas de generación con una capacidad menor o igual a medio MW, utilizadas para respaldo en residencias, oficinas y unidades habitacionales;

Artículo 9. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto.

Artículo 10. Las manifestaciones de impacto ambiental deberán presentarse en las siguientes modalidades: Regional, o Particular.

Artículo 11. Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;
II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaría en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada, y
IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

Al respecto, el proyecto no altera una cuenca hidrológica, solo se trata de una obra consistente en la instalación de un parque de celdas fotovoltaicas y en una actividad

consistente en la generación de energía eléctrica, que no provocará el aislamiento o fragmentación del ecosistema, por lo tanto, se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, integrando los capítulos señalados en el artículo 13 de Reglamento de la LGEEPA en materia de impacto Ambiental.

Ley general para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:
VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general;

Artículo 28.- Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, según corresponda:

Los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en los residuos peligrosos a los que hacen referencia las fracciones I a XI del artículo 31 de esta Ley y los que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

Artículo 31.- Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente:

I. Aceites lubricantes usados;
II. Disolventes orgánicos usados;

Artículo 41.- Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

Artículo 42.- Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos.

La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador.

Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.

Artículo 56.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas para el almacenamiento de residuos peligrosos, las cuales tendrán como objetivo la prevención de la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de dichos residuos, incendios, explosiones y acumulación de vapores tóxicos, fugas o derrames.

Se prohíbe el almacenamiento de residuos peligrosos por un periodo mayor de seis meses a partir de su generación, lo cual deberá quedar asentado en la bitácora correspondiente. No se entenderá por interrumpido este plazo cuando el poseedor de los residuos cambie su lugar de almacenamiento. Procederá la prórroga para el almacenamiento cuando se someta una solicitud al respecto a la Secretaría cumpliendo los requisitos que establezca el Reglamento.

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

Se vincula la presente ley al estar apegada a la estrategia por el gobierno federal, dado que es un proyecto que promueve la generación de energía eléctrica con el aprovechamiento de energía renovable (energía solar). De esta forma se contribuye a la reducción de la dependencia de hidrocarburos como fuente de energía primaria.

Artículo 20.- Las atribuciones de la Comisión, referidas en el artículo 7o. de la presente Ley, se aplicarán a los sistemas de cogeneración de electricidad aunque no utilicen energías renovables, de acuerdo con las definiciones establecidas en el artículo 36, fracción II, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, siempre y cuando dichos sistemas cumplan con el criterio de eficiencia que establezca la propia Comisión.

Artículo 21.- Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:

I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;

II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año; Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.

III.8 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas a las que se apegará el promovente durante las diferentes etapas de desarrollo se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Normas Oficiales Mexicanas aplicables

NORMA	VINCULACIÓN
NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Los vehículos empleados para el acarreo de material y equipo durante las obras de instalación del proyecto, estarán sujetas a mantenimiento preventivo y correctivo para mantener las emisiones dentro de los parámetros establecidos en esta norma.
NOM-045-SEMARNAT-2017 Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Los vehículos empleados para el acarreo de material y equipo durante las obras de instalación del proyecto, estarán sujetas a mantenimiento preventivo y correctivo para mantener las emisiones dentro de los parámetros establecidos en esta norma.
NOM-080-SEMARNAT-1994 Límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Los vehículos empleados para el acarreo de material y equipo durante las obras de instalación del proyecto, estarán sujetas a mantenimiento preventivo y correctivo para mantener las emisiones de ruido dentro de los parámetros establecidos en esta norma.
NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y	Esta norma deberá ser aplicada rigurosamente, durante el tiempo en que se ejecuten las obras y actividades para realizar el proyecto,

especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- de especies en riesgo.	indicando a los trabajadores que laboren en el proyecto que no se permitirá la captura, cacería o comercialización de especies de flora y fauna silvestre de la zona en donde se ubica el proyecto.
NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	Los residuos de manejo especial que se generen durante la etapa de construcción y operación serán dispuestos en sitios autorizados mediante la contratación de una empresa autorizada.
NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Todos los residuos generados por la obra de instalación del proyecto, serán clasificados, ubicados en contenedores y serán dispuestos de acuerdo a la normatividad, en los sitios autorizados para tal efecto.
NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la Incompatibilidad entre dos o más residuos Considerados como peligrosos por la norma oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	

Como conclusión, derivado del análisis presentado, se tiene que el proyecto es congruente con todos los instrumentos de planeación y jurídicos aplicables, de acuerdo a su ubicación, obras y actividades que se pretenden realizar.

Contenido

CAPITULO IV 203

DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 203

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental Regional 203

IV.1.1 Delimitación del área de estudio 203

IV.1.2 Área de influencia del proyecto 204

IV.1.3 Delimitación Sistema Ambiental Regional 206

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional 216

IV.2.1 Aspectos abióticos 216

IV.2.1.1 Localización geográfica 216

IV.2.1.2 Localización fisiográfica del SAR 219

IV.2.1.3 Climas dentro del Sistema Ambiental Regional 219

IV.2.1.4 Geología del Sistema Ambiental Regional 225

IV.2.1.4.1 Geología superficial del Sistema Ambiental Regional 226

IV.2.1.5 Edafología del Sistema Ambiental Regional 227

IV.2.1.6 Geomorfología del Sistema Ambiental Regional 230

IV.2.1.7 Hidrología del Sistema Ambiental Regional 232

IV.2.1.7.1 Cuerpos de agua superficial en el Sistema Ambiental Regional 234

IV.2.1.7.2 Hidrología subterranea en el Sistema Ambiental Regional 234

IV.2. 2. Aspectos bióticos 238

IV.2. 2. 1. Vegetación 238

IV.2.2.2 Uso de suelo y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional 239

IV.2.2.3 Descripción de los tipos de vegetación presentes en el SAR 241

IV.2.2.1.4 Flora potencial dentro del SAR 244

IV.2.2.2 Caracterización de la vegetación dentro del polígono donde se desarrollará el proyecto 251

IV.2.2.2.1 Diseño de muestreo 251

IV.2.2.2.2 Inventario de especies presentes dentro de los predios que ocupará el desarrollo del proyecto 252

IV.2.2.2.3 Aspectos estructurales de la comunidad de vegetal y su diversidad 253

IV.2.2.2.4 Estatus de especies registradas 253

IV.2.2.2.5 Determinación del tamaño de muestra y número de sitios 253

IV.2.3 Fauna 255

IV.2.3.1 Especies de fauna silvestre con presencia potencial para el Sistema Ambiental Regional 257

IV.2.3.2 Fauna registrada en la superficie del proyecto 261

IV.2.3.3 Especies registradas en el área de proyecto (ap) con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010 280

IV.2.4 Paisaje 281

IV.2.4.1 Calidad visual 284

..... 298

IV.2.5 Medio socioeconómico 298

V. Diagnóstico ambiental 308

Índice de figuras

Figura 1. Ubicación del proyecto en el Municipio de Tepeyahualco, Puebla 204
Figura 2. Área de influencia del proyecto 205
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a la Región hidrológica 18 Río Balsas 210
Figura 4. Ubicación del proyecto dentro de la Cuenca del Río Atoyac-A..... 210
Figura 5. Ubicación del proyecto dentro de la Subcuenca Huamantla-San Diego Tepexmejucan 211
Figura 6. Ubicación del proyecto dentro de la microcuenca San José Alchichica..... 211
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a las Regiones definidas por la CONABIO..... 212
Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a las ANP´s Federales y Estatales 212
Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a las Carreteras Federales 213
Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a la distribución de la vegetación..... 213
Figura 11. Sobreposición de imágenes para realizar la delimitación del SAR..... 214
Figura 12. Delimitación del SAR con base en los criterios de Limites de la RTP-122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote, limite de la microcuenca San José Alchichica, asi como con los caminos de terracería y carretera federal. 215
Figura 13. Delimitación del SAR 215
Figura 14. Tipo de clima en el SAR 220
Figura 15. Climográma de la estación climatológica "Tocatlán" 222
Figura 16. Temperatura en el SAR..... 222
Figura 17. Precipitación en el SAR..... 223
Figura 18. Geología superficial del SAR..... 227
Figura 19. Edafología del SAR..... 228
Figura 20. Sistema de topoformas en el SAR 232
Figura 22. Región Hidrológica donde se halla inmerso el SAR 234
Figura 23.Acuíferos donde se halla inmerso el Sistema Ambiental Regional 237
Figura 25. Provincia florística donde se ubica el proyecto..... 239
Figura 26. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación a nivel de Sistema Ambiental Regional. Fuente: INEGI serie VI 1:250 000..... 240
Figura 27.Ubicación biogeográfica de SAR..... 257
Figura 28.Distribución de los transectos y puntos de observación para fauna en el área del proyecto 264
Figura 30. Localidades cercanas al proyecto. Cuenca visual..... 284
Figura 31. Desarrollo de actividades agrícolas dentro de la zona de la Cuenca visual. 287
Figura 32. Desarrollo de actividades agrícolas dentro de la zona de la Cuenca visual. 288
Figura 39. Paisaje del año 1984..... 308

Índice de Tablas

Tabla 1. Coordenadas extremas del SAR 216
Tabla 3. Normales climáticas de la estación "Alchichica" (clave: 21052) 221
Tabla 4. Fenomenos meteorológicos y su nivel de riego en el SAR 224
Tabla 6. Superficies y porcentajes de ocupación del USV para el SAR 240
Tabla 7. Especies de mayor potencial reportadas en la superficie del SAR 245
Tabla 8. Lista florística de las especies reportadas para el área del proyecto (área de celdas fotovoltaicas) 252
Tabla 10. Número de individuos por especie en el área de celdas (arbóreos y arbustivos) 254
Tabla 11.Especies de vertebrados con presencia potencial dentro del SAR delimitado para el proyecto. 259
Tabla 12.Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto. 263
Tabla 13. Abundancias registradas para el grupo de las aves en el área del proyecto. 265
Tabla 14. Abundancias registradas para el grupo de los mamíferos en el área del proyecto. 267
Tabla 15.Abundancias registradas para el grupo de los reptiles en el área del proyecto 269
Tabla 16. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de las aves 274
Tabla 17. Índices de diversidad registrados para el grupo de las aves en el área del proyecto 275
Tabla 18. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de los mamíferos 275
Tabla 19. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de los mamíferos 275
Tabla 23. Valoración de la calidad ambiental para la cuenca visual. 286
Tabla 24. Componentes Ambientales considerados para el análisis de sensibilidad ambiental 290
Tabla 25. Factores de fragilidad física 291
Tabla 26. Niveles de Fragilidad Física 292
Tabla 27. Niveles de Fragilidad Física 293
Tabla 28.Niveles de Fragilidad Física 295
Tabla 29. Escala de valoración para la fragilidad del medio biológico 296

CAPITULO IV

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

El objetivo de este apartado se orienta a ofrecer una caracterización del medio en sus elementos bióticos y abióticos, describiendo y analizando, en forma integral, los componentes del Sistema Ambiental Regional del sitio donde se establecerá el proyecto, todo ello con el objeto de hacer una correcta identificación de sus condiciones ambientales, de las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

Para alcanzar lo anterior, primero se delimita el área de influencia del proyecto, para posteriormente delimitar el Sistema Ambiental Regional SAR dentro del cual se ubica el proyecto, continuando con la descripción de las condiciones ambientales del mismo, para finalmente hacer su diagnóstico con el fin de conocer las tendencias de desarrollo y deterioro de la región.

IV.1 Delimitación del Sistema Ambiental Regional

IV.1.1 Delimitación del área de estudio

La delimitación del área de estudio es un aspecto fundamental en los estudios de impacto ambiental ya que se deben considerar los elementos naturales y sociales susceptibles de ser modificados.

El sitio elegido para el desarrollo de este proyecto se encuentra en el municipio de Tepeyahualco en el Estado de Puebla, en un área cercana a los poblados de Techachalco y Alchichica, aproximadamente a 9.72 kilómetros al sureste del municipio de Tepeyahualco.

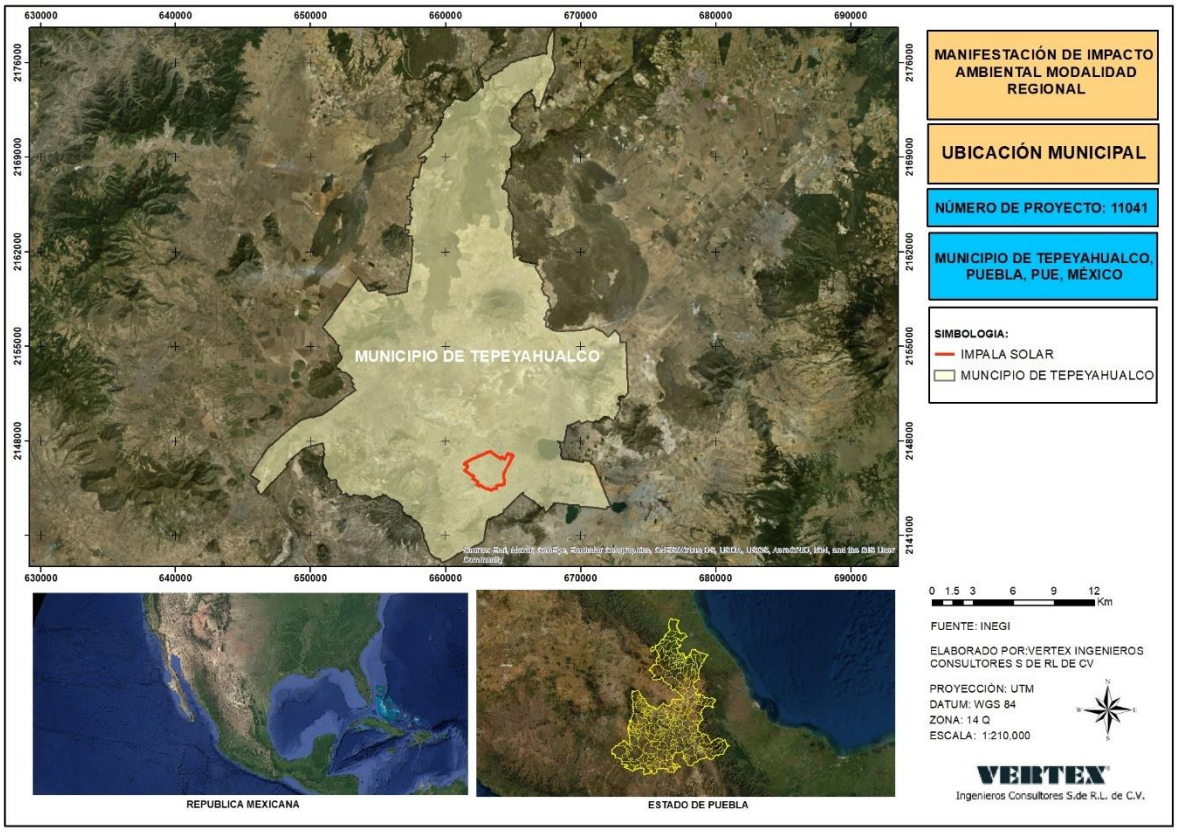


Figura 1. Ubicación del proyecto en el Municipio de Tepeyahualco, Puebla

IV.1.2 Área de influencia del proyecto

Derivado de la experiencia con proyectos de energía renovable de celdas fotovoltaicas, se considera que los impactos ambientales dependen de las condiciones ambientales presentes. En ese sentido, ya que este proyecto se pretende realizar en un sitio agricola, el principal impacto ambiental se da sobre el paisaje.

A partir de las obras y actividades que se requieren realizar, se establece que el área de influencia directa del proyecto se extiende a una corta distancia alrededor del perímetro de este, debido a que dichas obras se limitan al área de desplante de las estructuras para montar las celdas fotovoltaicas.

Por otra parte, el área de influencia indirecta del proyecto se extiende a hasta el punto en el que el proyecto puede ser visible, esto es, el impacto ambiental que se da sobre el paisaje, el cual se encuentra en función de su ubicación con respecto a las poblaciones aledañas.

A partir del criterio del impacto sobre el paisaje, se delimitó el área de influencia del proyecto, considerando la distancia de la zona del proyecto con las zonas urbanas y algunos caminos de terracería cercanos, punto desde el cual sería visible el proyecto y generando un área búfer alrededor del mismo, la cual se presenta en la siguiente figura:

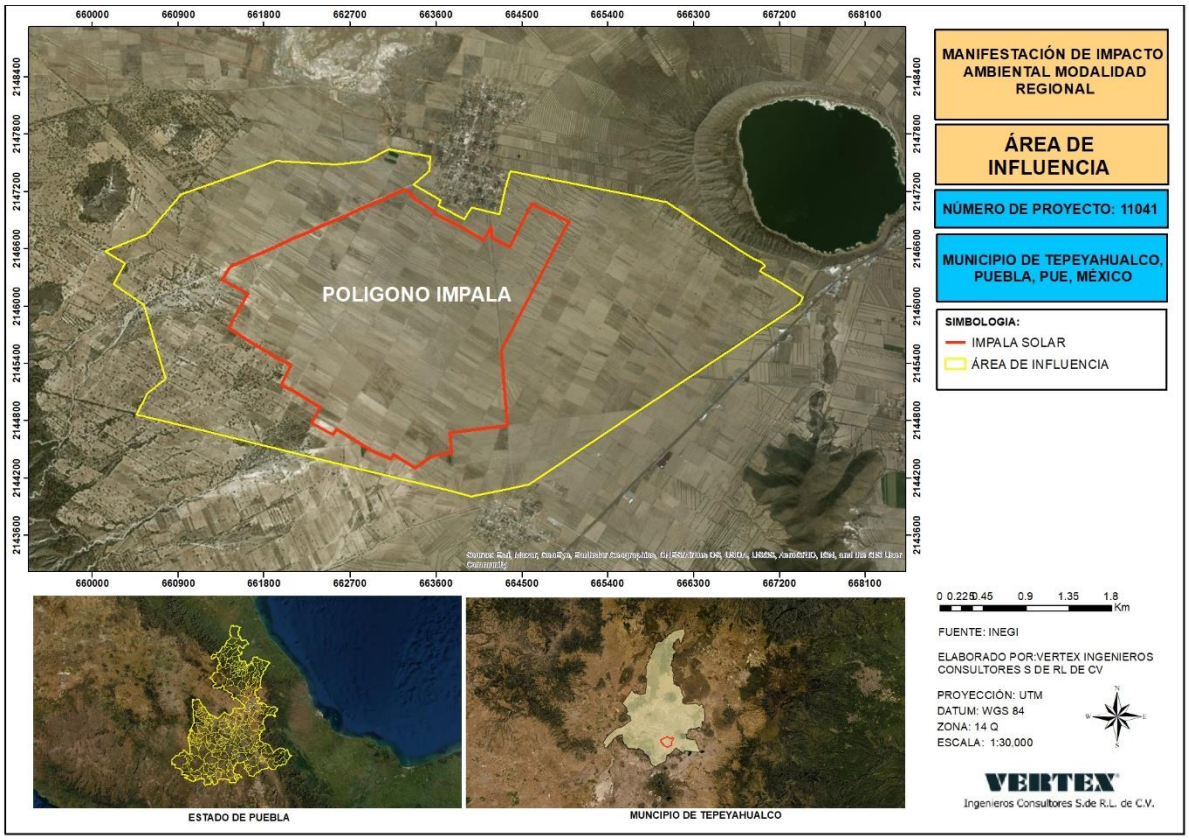


Figura 2. Área de influencia del proyecto

El área de influencia permite delimitar el SAR considerando que este último debe contener necesariamente el polígono del área de influencia del proyecto.

IV.1.3 Delimitación Sistema Ambiental Regional

El Artículo 13 del Reglamento de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) establece que la MIA-R en su capítulo IV debe presentar una Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región. En cumplimiento de lo cual, en este capítulo se establecen los criterios, se describe la metodología y se hace la delimitación de dicho SAR, para posteriormente hacer la caracterización de las condiciones ambientales tanto abióticas como bióticas, lo cual será la base para elaborar el diagnóstico ambiental de la región afectada por las obras y actividades del proyecto.

Para realizar la delimitación del Sistema Ambiental Regional, se establece una definición operativa de lo que se entiende por ese concepto, lo anterior con la finalidad de que sea la base a partir de la cual se establezcan los criterios y la metodología apropiada que permita delimitar dicho sistema. En ese sentido, se define como Sistema Ambiental Regional, el ámbito espacial que presenta condiciones bióticas y abióticas homogéneas, conformado por una unidad o unidades ambientales interconectadas dentro del cual se encuentra el proyecto y en donde serán provocados los impactos ambientales debido a las obras y actividades del proyecto. Se puede entender también como el ámbito espacial que constituye el entorno del proyecto.

Debido a la complejidad de las interacciones dentro del ecosistema, se requieren establecer criterios objetivos de tipos ambientales; físicos, biológicos y geográficos, así como criterios con base en instrumentos de planeación, tales como ordenamientos, programas de desarrollo urbano, delimitación de áreas naturales protegidas y áreas ambientalmente prioritarias. Todos ellos con relación a la ubicación y al tipo de proyecto de que se trate.

La definición de los límites del SAR está en función de las condiciones ambientales presentes y del alcance de afectación del proyecto sobre los factores del medio ambiente o zona de influencia, derivado de lo cual se eligen los criterios y escalas de análisis, de tal manera que reflejen el espacio físico sobre el cual se esperan los impactos ambientales.

Con base en la experiencia, se considera que los impactos ambientales que provoca un proyecto de instalación de un campo de celdas fotovoltaicas, suponiendo que se ubiqua dentro de una superficie agrícola o desprovista de vegetación, consiste básicamente en impactos sobre el paisaje, cuya extensión y/o alcance depende de la topografía y de la ubicación del proyecto con respecto a zonas pobladas, desde donde pueda ser visualizado el campo de celdas fotovoltaicas, por lo que en función de las dimensiones y características del proyecto y de las condiciones ambientales presentes, se decidió la aplicación de los siguientes criterios para la delimitación del Sistema Ambiental Regional.

- Nivel 1, escalas 1:1'000,000, 1:500,000 o 1:250,000

  Incluye criterios como fisiografía, geología, regiones, cuencas, subcuencas, microcuencas hidrológicas, clima, regionalización de programas de ordenamiento ecológico territorial, regionalización de áreas naturales protegidas o regiones ambientales prioritarias (Regiones terrestres e hidrológicas prioritarias, áreas de importancia para la conservación de las aves, sitios RAMSAR).

- Nivel 2, escalas 1:100,000, 1:50,000

  Unidades de relieve, geoformas, tipo de suelo.

- Nivel 3, escalas 1:20,000 a 1:1000
  Distribución de los principales tipos de vegetación, distribución de especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

- Finalmente se consideran también y para los casos que sea aplicable la presencia de accidentes geográficos, tales como alguna ciudad o infraestructura como una carretera, un puente o una presa, que permitan establecer un límite físico entre alguna región.

Los criterios señalados se vinculan con el tipo, características del proyecto y obras que se pretenden realizar para definir la extensión esperada de los impactos ambientales y de esta manera delimitar el SAR.

Como en la descripción del proyecto que se presentó en el capítulo II de la MIA-R y a manera de resumen, el proyecto consiste en la instalación de un campo de celdas fotovoltaicas en una superficie de 668.7263 ha, la cual está constituida por terrenos agrícolas, para el desarrollo de las obras del proyecto, se requerirá de la remoción de algunos individuos potenciales principalmente de magueyes sembrados que se encuentran en cercos vivos y algunas otas especies arbustivas y herbáceas que no forman masas forestales, no serán afectados cuerpos de agua natural, ni el patrón hidrológico de la región. Un criterio importante para la delimitación del SAR es el alcance o extensión de los impactos ambientales producidos por las obras y actividades del proyecto. En los puntos sucesivos a este documento se realiza la identificación y evaluación de dichos impactos ambientales, en donde se determina que el principal impacto provocado por las obras del proyecto es sobre el paisaje.

A partir de la cartografía digital, del reconocimiento del ambiente en los trabajos de campo y mediante el análisis de dicha información, se propuso la delimitación de un polígono con base en criterios objetivos, evitando trazar límites arbitrarios que fraccionaran unidades geomorfológicas o de vegetación, respetando las geoformas y los rasgos naturales del paisaje, buscando incluir componentes ambientales sobre los cuales tiene incidencia el proyecto.

Fueron examinados los criterios ambientales con la finalidad de definir una región, la cual integre de manera natural un sistema ambiental regional funcional delimitado por la uniformidad y continuidad de sus componentes ambientales tales como las geoformas, escorrentías, cubierta vegetal, presencia de áreas naturales protegidas, regiones prioritarias (tanto terrestres, hidrológicas) fueron considerados al realizar la delimitación del SAR, para dicho proyecto.

Para realizar la delimitación del Sistema Ambiental Regional se consideró:

- El área de influencia del proyecto. La cual se define a partir de la extensión de los impactos ambientales sobre los componentes ambientales, incluyendo los centros de población.
- La delimitación física de los componentes del sistema.
- La uniformidad y continuidad de los componentes ambientales presentes en la zona del proyecto.
- La distribución vegetal.
- El uso de suelo.
- Delimitación de áreas prioritarias establecidas por CONABIO.
- Delimitación de microcuencas.
- Vias de comunicación (Carreteras).

A partir de la delimitación del área de influencia del proyecto se realizó la sobreposición de cartografía digital de diferentes aspectos tales como: regiones, cuencas, subcuencas, microcuencas, distribución de la vegetación y usos de suelo, regiones prioritarias, áreas naturales protegidas, delimitación de ordenamientos de la región, etc.

A continuación, se muestran las imágenes digitales relativas a los criterios en orden de escala de decreciente, considerados en la delimitación del Sistema Ambiental Regional.

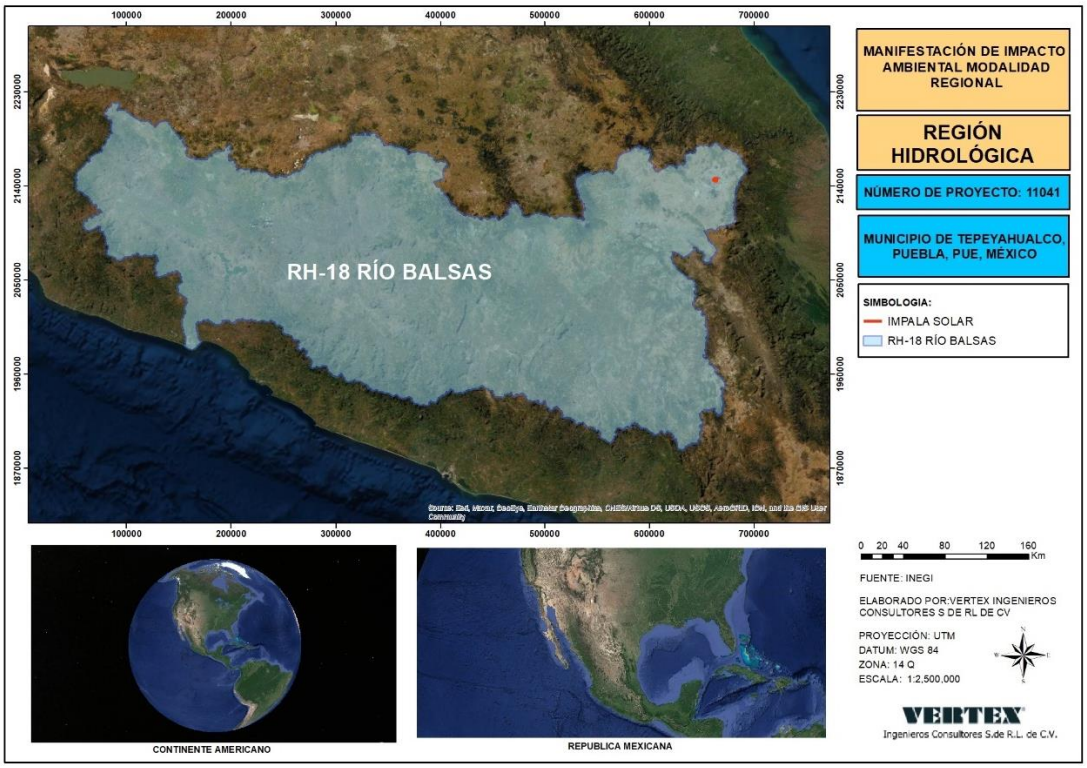


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a la Región hidrológica 18 Río Balsas

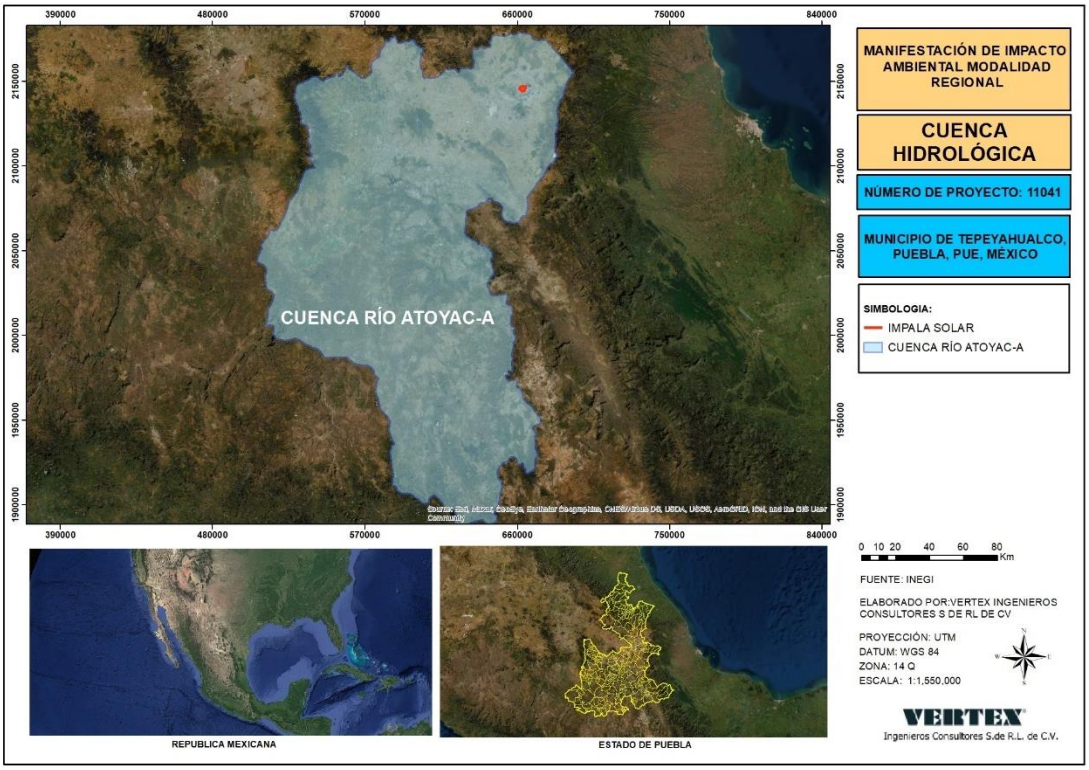


Figura 4. Ubicación del proyecto dentro de la Cuenca del Río Atoyac-A

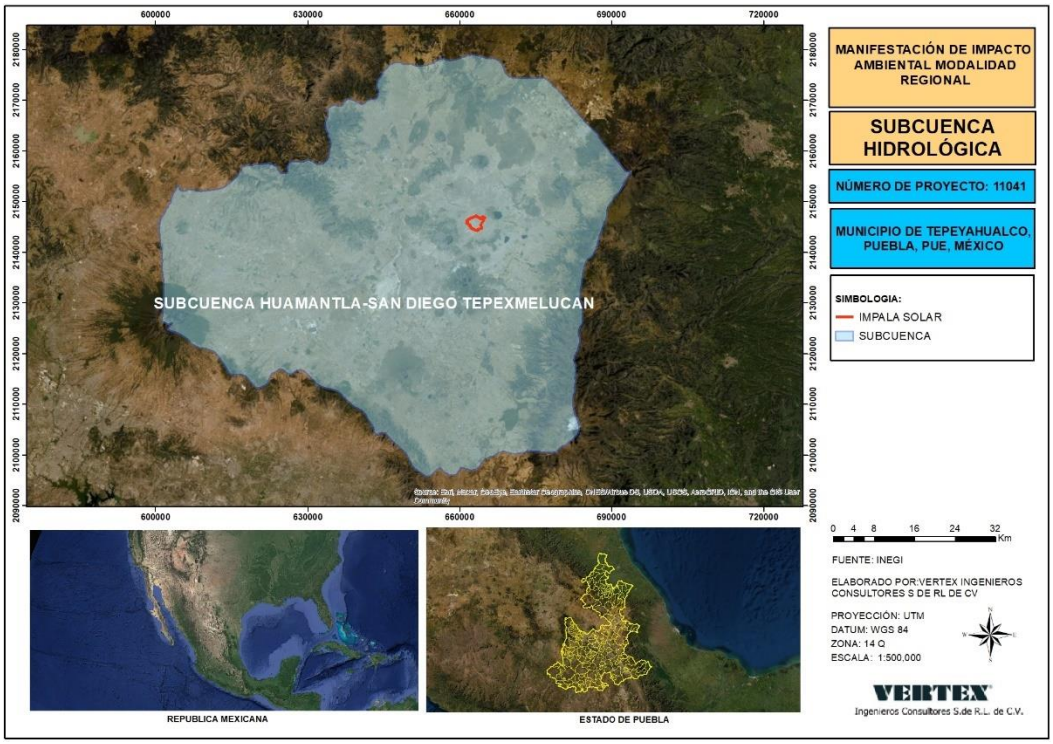


Figura 5. Ubicación del proyecto dentro de la Subcuenca Huamantla-San Diego Tepexmejucan

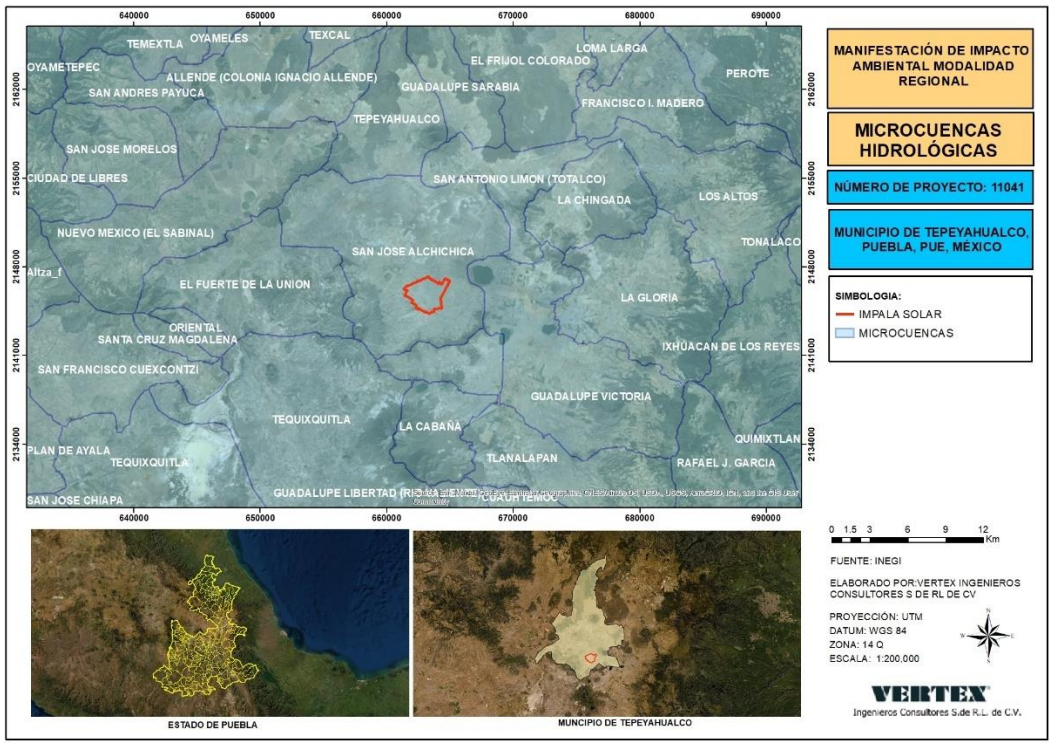


Figura 6. Ubicación del proyecto dentro de la microcuenca San José Alchichica

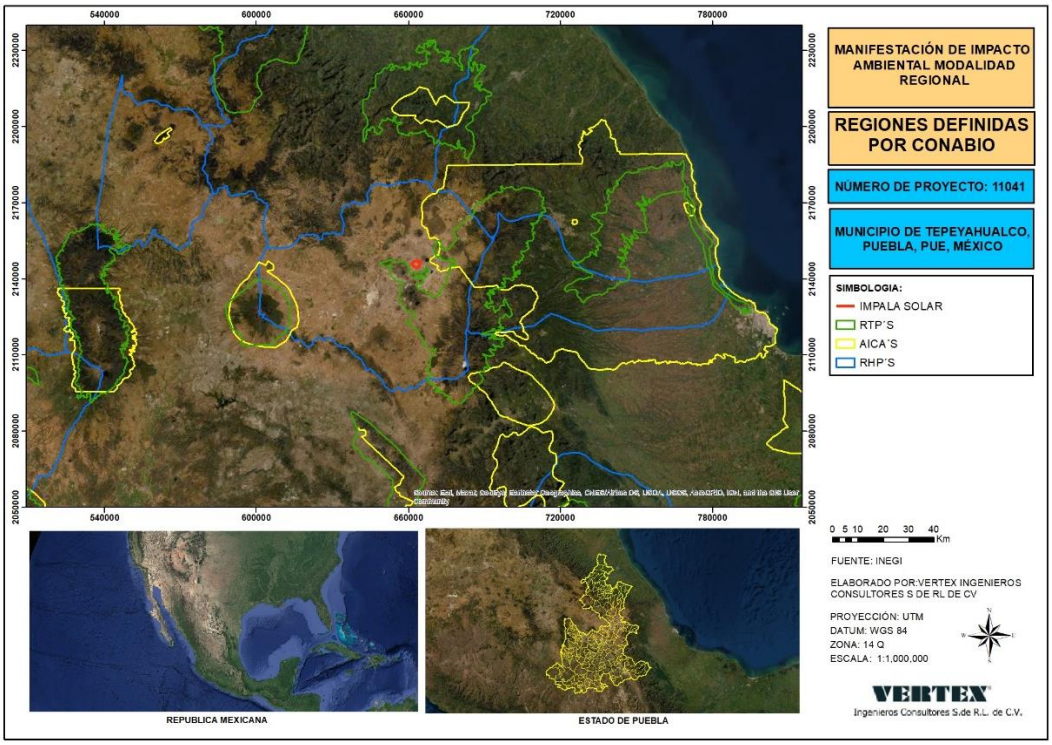


Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a las Regiones definidas por la CONABIO

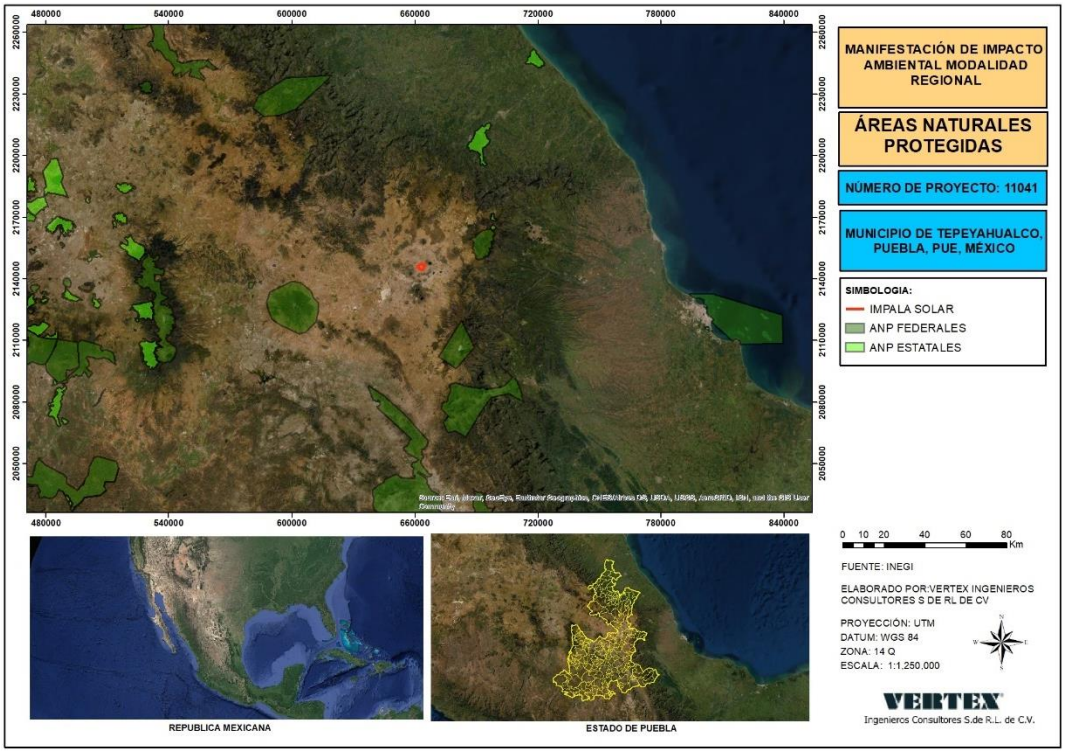


Figura 8. Ubicación del proyecto respecto a las ANP´s Federales y Estatales

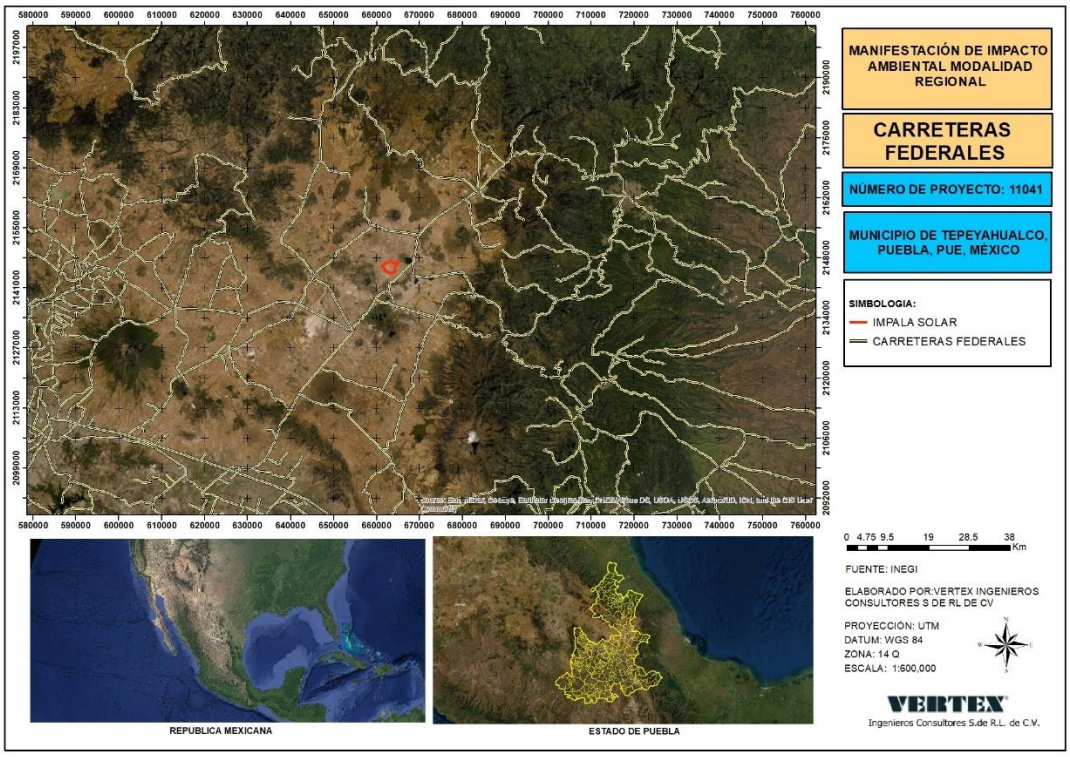


Figura 9. Ubicación del proyecto respecto a las Carreteras Federales

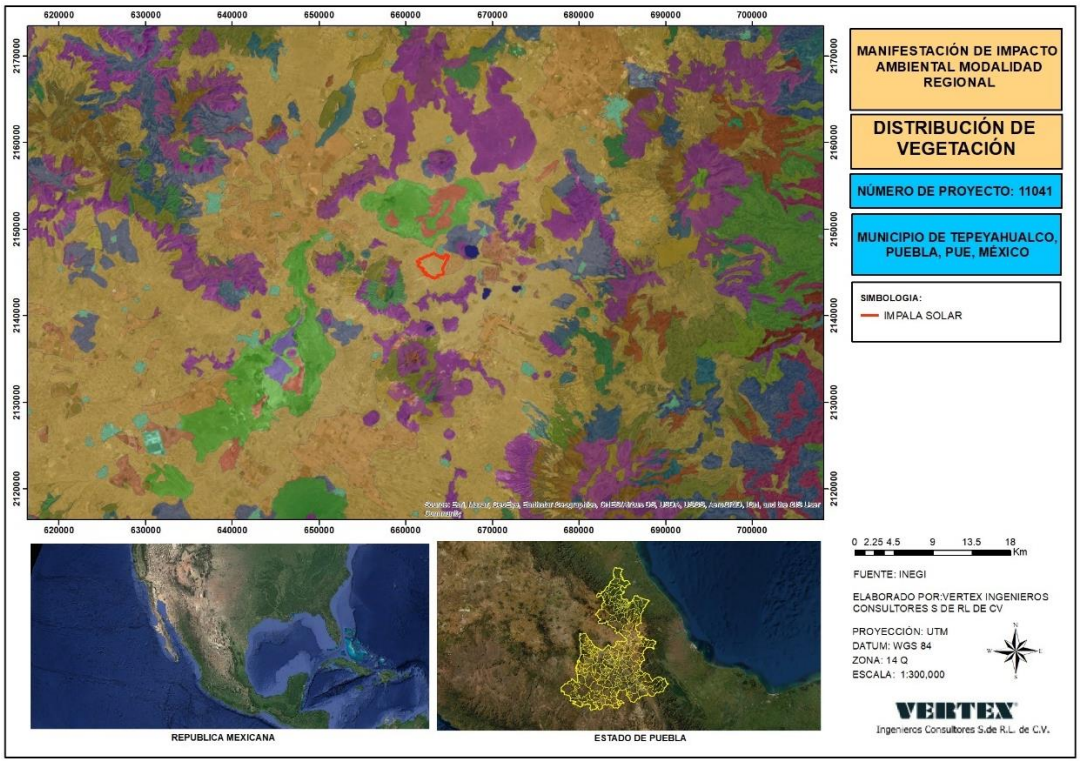


Figura 10. Ubicación del proyecto respecto a la distribución de la vegetación

De acuerdo con las imágenes anteriores, se decidió acotar el área a límites razonables respecto a los impactos ambientales generados por el proyecto y el área de influencia de este, para lo cual se realiza un análisis con la sobreposición de las capas de microcuencas, regiónes definidas por la CONABIO, distribución de la vegetación y Careteras, que son las capas que reflejan los límites para poder delimitar el sistema ambiental regional (SAR) del proyecto, enseguida se presenta la sobreposisción de las imágenes.

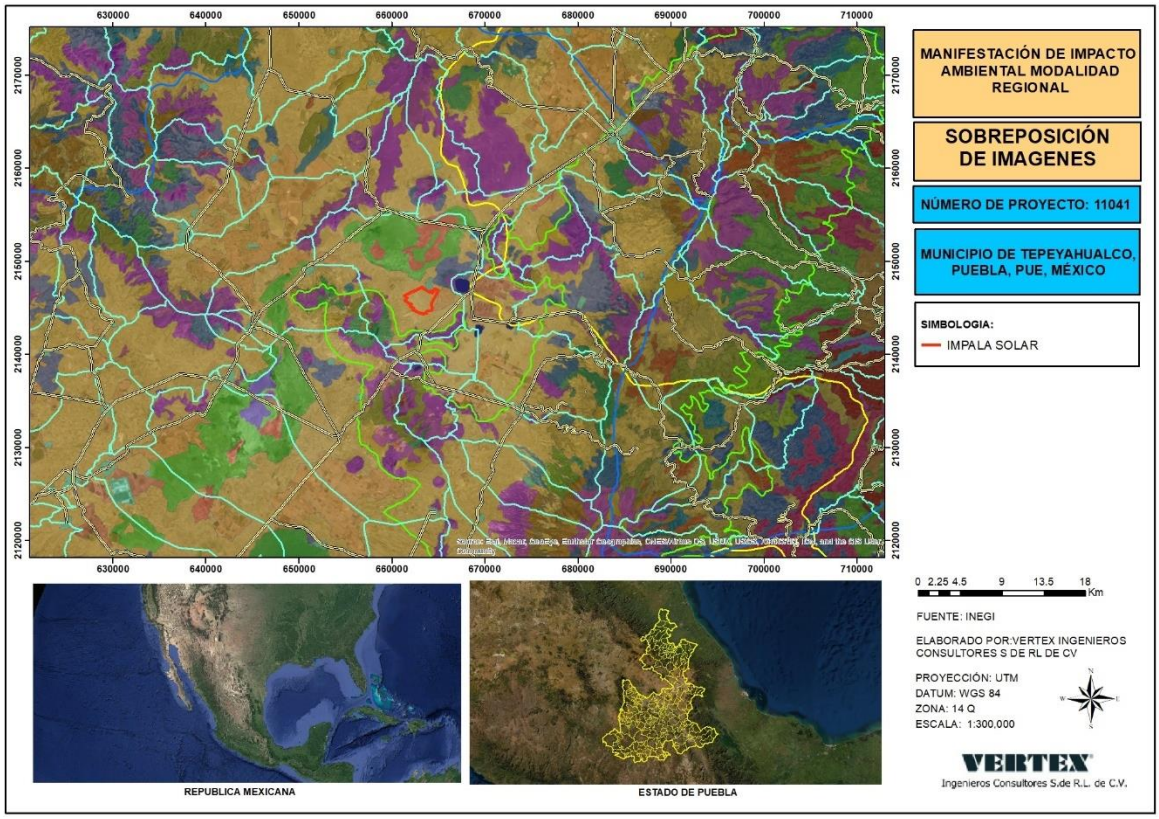


Figura 11. Sobreposición de imágenes para realizar la delimitación del SAR

Una vez realizado el análisis de la sobreposición de las imágenes, se decidio acotar estas con los limites de la Microcuenca San Jose Alchichica, el limite de la RTP-122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote, asi como con los Caminos de terraceria existentes y Carreteras federales, las cuales se utilizaron para efectuar la delimitación del Sistema Ambiental Regional del proyecto el cual se observa con una línea color fiussa, esto se puede apreciar en la siguiente figura.

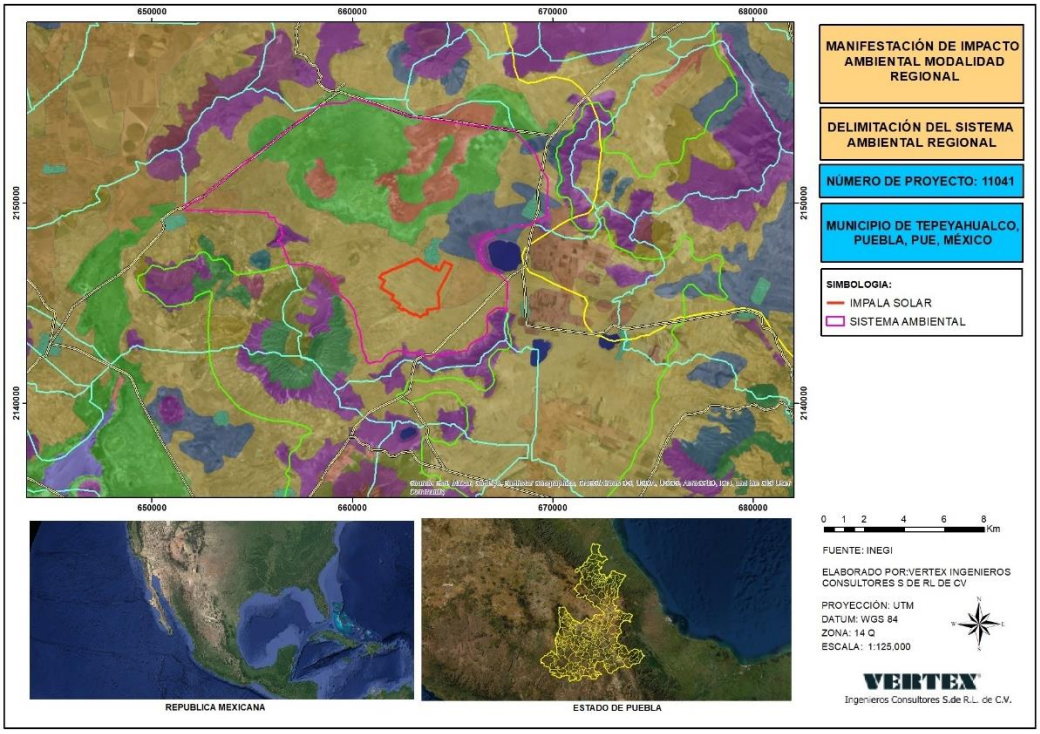


Figura 12. Delimitación del SAR con base en los criterios de Limites de la RTP-122 Pico de Orizaba – Cofre de Perote, limite de la microcuenca San José Alchichica, asi como con los caminos de terracería y carretera federal.

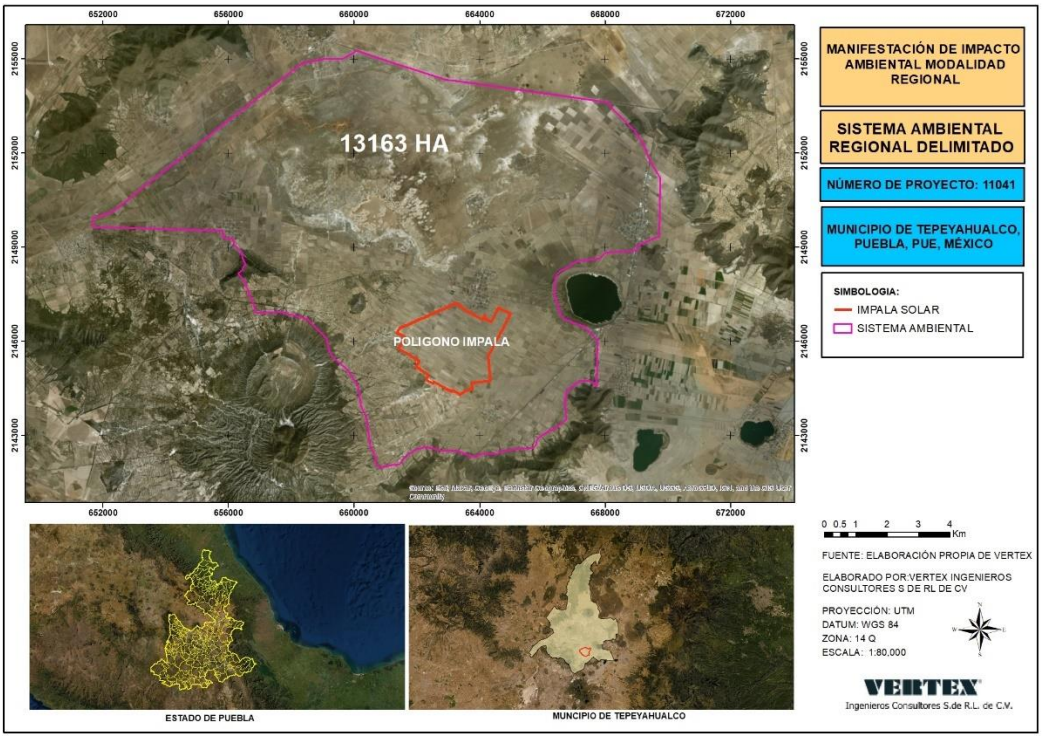


Figura 13. Delimitación del SAR

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

IV.2.1 Aspectos abióticos

IV.2.1.1 Localización geográfica

El proyecto se ubica dentro del estado de Puebla, en la municipalidad de Tepeyahualco. A una altitud entre 2330 a los 2350 msnm. Las coordenadas extremas que delimitan el SAR son: Sistema de coordenadas WGS 1984, UTM 14Q.

Tabla 1. Coordenadas extremas del SAR

X	Y
656883.73	2146911.86
656875.84	2146929.77
656865.64	2146952.82
656855.94	2146972.05
656835.06	2147013.42
656819.29	2147089.03
656808.85	2147139.29
656802.19	2147152.17
656777.20	2147200.03
656750.34	2147295.91
656658.57	2147451.27
656632.05	2147615.81
656614.47	2147650.29
656580.42	2147717.03
656572.54	2147732.46
656559.66	2147761.17
656547.50	2147788.20
656543.35	2147797.40
656513.13	2147857.26
656505.37	2147884.91
656486.23	2147953.11
656433.04	2148016.81
656351.82	2148114.01
656301.74	2148174.08
656373.55	2148204.51

X	Y
656440.42	2148276.29
656494.20	2148387.61
656536.91	2148462.61
656501.14	2148533.53
656497.58	2148540.59
656495.22	2148548.64
656490.34	2148565.15
656483.61	2148588.17
656466.82	2148601.58
656451.62	2148664.40
656442.23	2148703.25
656431.75	2148746.63
656426.47	2148768.42
656424.16	2148778.03
656415.47	2148813.98
656401.70	2148870.90
656349.54	2148915.21
656323.38	2148949.80
656182.46	2149068.51
656178.17	2149090.98
656169.94	2149133.33
656144.84	2149263.92
656114.10	2149267.41
655831.67	2149299.16
655804.75	2149519.30

X	Y
654163.46	2149568.26
651927.24	2149633.68
651684.77	2149640.43
651670.94	2149657.80
651675.02	2149929.42
651980.80	2150022.85
652076.06	2150055.05
652265.67	2150121.97
652355.24	2150159.02
652532.98	2150307.00
653134.33	2150798.60
655115.69	2152340.32
655693.21	2152789.87
656167.23	2153158.11
656519.94	2153432.08
657254.21	2154002.46
657779.68	2154413.12
658355.15	2154860.31
659060.05	2155000.41
659614.77	2154987.76
659974.03	2155182.48
660054.97	2155247.04
660117.49	2155245.90
661061.89	2154935.24
662866.66	2154347.91
662927.53	2154337.47
663444.68	2154265.76
664996.58	2154046.51
666724.82	2153814.46
668134.65	2153614.25
668220.71	2153427.68
668961.76	2152703.75
669041.08	2152578.71
669104.23	2152479.03
669195.78	2152334.68
669254.67	2152241.88
669303.02	2152112.36
669445.70	2151731.25

X	Y
669568.07	2151533.52
669774.87	2151198.66
669768.51	2150922.09
669756.72	2150399.96
669733.09	2149359.04
669036.89	2149051.34
669007.88	2148893.93
668033.59	2148835.03
667828.18	2148639.05
667124.64	2148554.83
666922.48	2148459.96
666819.16	2148361.20
666616.39	2148265.59
666455.54	2148111.96
666462.36	2148101.71
666409.86	2148010.74
666397.56	2147467.94
666584.32	2146861.92
666737.31	2146701.84
666894.20	2146654.37
666995.97	2146595.84
667091.22	2146564.42
667187.03	2146528.45
667258.77	2146504.26
667346.52	2146474.78
667769.28	2146032.32
667735.63	2144558.96
667700.03	2144618.38
667519.22	2144743.30
667207.54	2144751.50
666796.74	2144443.83
666771.65	2144321.89
666752.00	2144226.30
666735.52	2144145.75
666740.26	2144049.70
666745.98	2143931.39
666752.50	2143799.12
666757.83	2143688.45

X	Y
666765.99	2143521.82
666657.86	2143415.62
666542.78	2143331.83
666504.85	2143304.22
666467.12	2143276.68
666361.24	2143199.54
666145.54	2143106.26
665953.46	2142987.98
665847.70	2142886.45
665811.04	2142712.55
665704.20	2142610.88
665599.38	2142601.64
665517.56	2142594.42
665423.22	2142584.58
664686.52	2142507.17
664583.99	2142428.78
664054.00	2142424.83
663937.73	2142334.38
663724.66	2142334.34
663281.18	2142530.17
662794.38	2142528.92
662276.38	2142636.95
661993.89	2142561.69
661670.98	2142367.91
661611.57	2142282.63
661542.70	2142183.84
661438.59	2142084.87
661249.16	2142062.63
660815.03	2141988.61
660693.80	2142101.71
660685.48	2142309.58
660512.54	2142677.12
660393.96	2143562.86
660219.74	2143971.80
660218.81	2143977.43
660206.13	2144054.02
660181.11	2144205.36
660156.77	2144352.65

X	Y
660138.59	2144462.76
660114.58	2144608.06
659961.30	2144843.21
659798.53	2145092.95
659329.60	2145490.87
659308.24	2145524.88
659288.62	2145555.68
659265.79	2145592.06
659248.27	2145619.73
659229.63	2145648.68
659218.52	2145695.56
659186.97	2145827.03
659134.77	2146045.37
659127.25	2146076.66
659094.35	2146111.99
659042.29	2146167.91
659038.31	2146172.18
659028.35	2146182.62
659021.74	2146189.42
658992.55	2146219.47
658974.73	2146237.73
658943.36	2146270.02
658859.00	2146356.81
658514.94	2146710.71
658464.64	2146724.42
658327.71	2146761.79
658189.27	2146799.60
658106.66	2146822.13
658006.77	2146849.41
657941.02	2146867.35
657871.90	2146886.23
657816.83	2146901.27
657759.48	2146916.92
657700.48	2146933.01
657327.87	2146923.40
657064.74	2146916.61
656883.73	2146911.86

IV.2.1.2 Localización fisiográfica del SAR

Fisiográficamente la zona del SAR ubica inmersa en la Provincia del Eje Neovolcánico; y a su vez dentro de esta, en la zona transicional de la Subprovincia Lagos y Volcánes de Anáhuac.

Esta Provincia conocida también como Sierra Volcánica Transversal; junto con la Sierra Madre del Sur es una de las provincias con mayor variación de relieve y de tipos de rocas. Se extiende desde el océano Pacífico hasta el Golfo de México, constituyendo una ancha faja de 130 kilómetros. Inicia en la costa occidental de la desembocadura del Río Grande Santiago a la Bahía de Banderas, continúa hacia el sureste hasta encontrar el volcán de Colima para después continuar aproximadamente sobre el paralelo 19° N, hasta llegar al Pico de Orizaba y el Cofre del Perote, alcanzando 880 kilómetros de longitud. Esta cordillera es la más alta del país, puesto que algunas cimas se encuentran coronadas de nieve permanentemente. Limita a la Sierra Madre, Oriental y Occidental y del Sur. Esta importante estructura determina el límite físico entre el Norte del continente y Centroamérica, así como el límite altimétrico, orográfico y climático.

IV.2.1.3 Climas dentro del Sistema Ambiental Regional

Para determinar el tipo de clima en el SAR se utilizó el modelo de clasificación de Köppen, modificado por Enriqueta García (1981). La estación meteorológica más cercana al SAR se ubica a 3.61 kilómetros al este del predio del proyecto, a una altitud de 2,343 msnm, en el municipio de Tepeyahualco, Estado de Puebla. La estación se denomina "Alchichica" (clave: 21052). Esta fue consultada a fin de conocer las condiciones meteorológicas en el SAR y fue fundamentalmente considerada en función cercanía con el área del proyecto. De acuerdo

con los registros de dicha estación, la temperatura media anual es de 13.5°C y su precipitación media anual es de 403.0 mm.

Según los datos vectoriales de la CONABIO (2001), en el área delimitada del SAR incide la unidad climática, que se describe acontinuación:

- **BS1k´w** - Semiarido, templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes mas frio entre -3°C y 18°C, temperatura del mes mas caliente menor de 22°C. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.

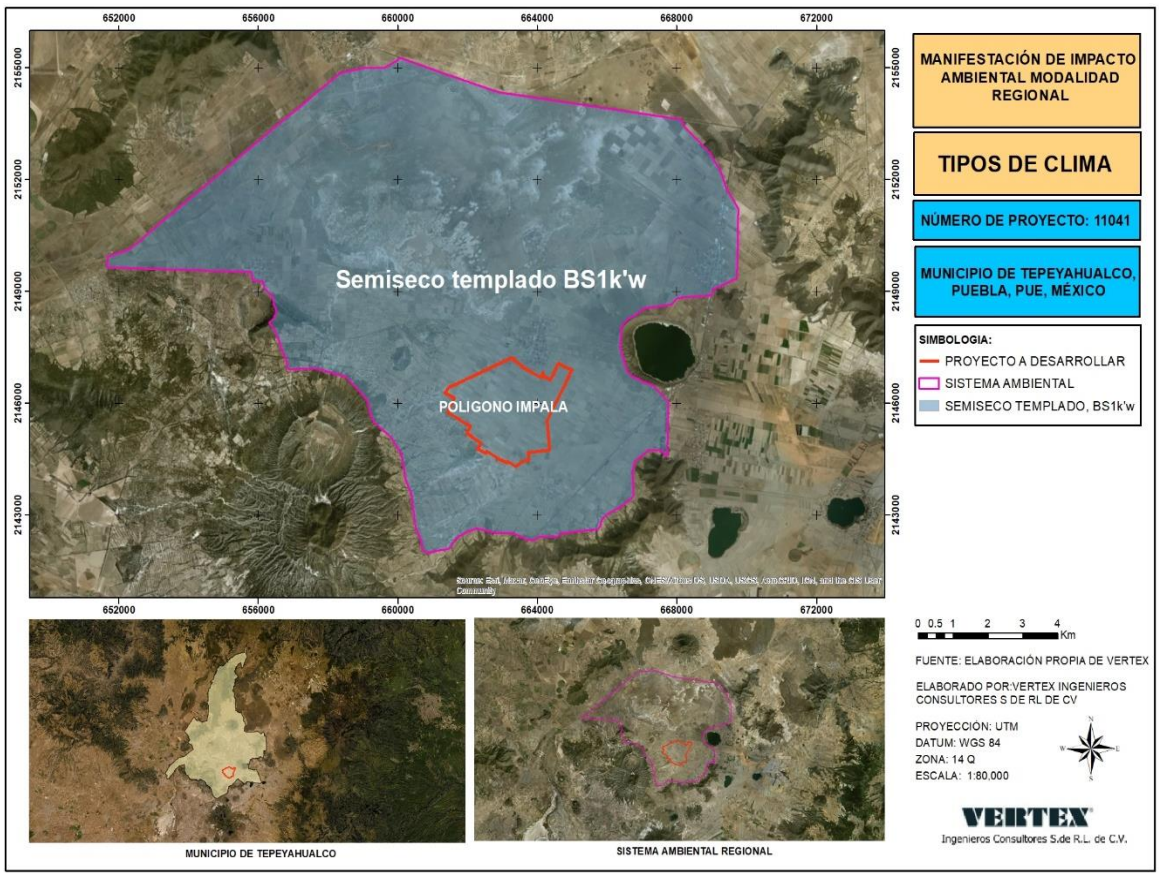


Figura 14. Tipo de clima en el SAR

Temperatura y precipitación

Para la obtención de datos de precipitación y temperatura, se utilizó la información de la estación meteorológica "Alchichica" (clave: 21052) del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), la cual se sitúa en las coordenadas 668638.82 m E, 2147190.81 m N, a una elevación de 2,343 msnm. Se obtuvieron datos desde 1951 hasta el año 2010. Dicha estación se encuentra a 3.61 kilómetros al este del predio del proyecto y la información extraída para su análisis fue la siguiente:

En lo referente a la temperatura media normal, en la estación meteorológica "Alchichica", el pico más alto se presenta en el mes de mayo (16.0 °C). En cuanto a la temperatura máxima normal, es en el mes de abril cuando alcanza su punto más alto (24.5 °C). Para el mes de enero se logra la temperatura mínima normal (0.3 °C).

Por otra parte, se puede observar en el climograma, la precipitación máxima se concentra en el mes de junio con 76.3 mm. También se puede observar en el climograma que la precipitación mínima se encuentra en el mes de diciembre con 4.2 mm.

Tabla 2. Normales climáticas de la estación "Alchichica" (clave: 21052) [1]

DATOS	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ags	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Temperatura													
Media normal	10.0	11.2	13.5	15.3	16.0	15.7	15.1	15.2	14.8	13.4	11.5	10.4	**13.5**
Máxima normal	19.8	20.9	23.2	24.5	24.3	22.4	21.7	21.8	21.0	20.5	20.2	19.9	**21.7**
Mínima normal	0.3	1.5	3.7	6.2	7.7	9.0	8.5	8.6	8.7	6.3	2.8	1.0	**5.4**
Precipitación													
Media normal	7.3	10.1	12.7	34.0	44.0	76.3	52.1	55.6	71.7	28.3	6.7	4.2	**403.0**

[1] Consultado en: https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL21052.TXT (Mayo, 2020)

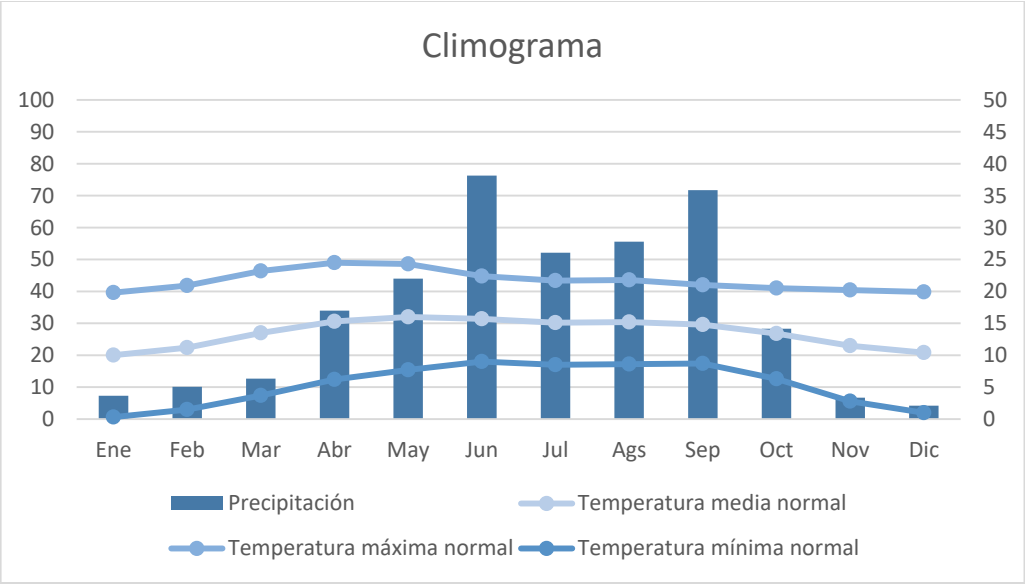


Figura 15. Climográma de la estación climatológica "Tocatlán"

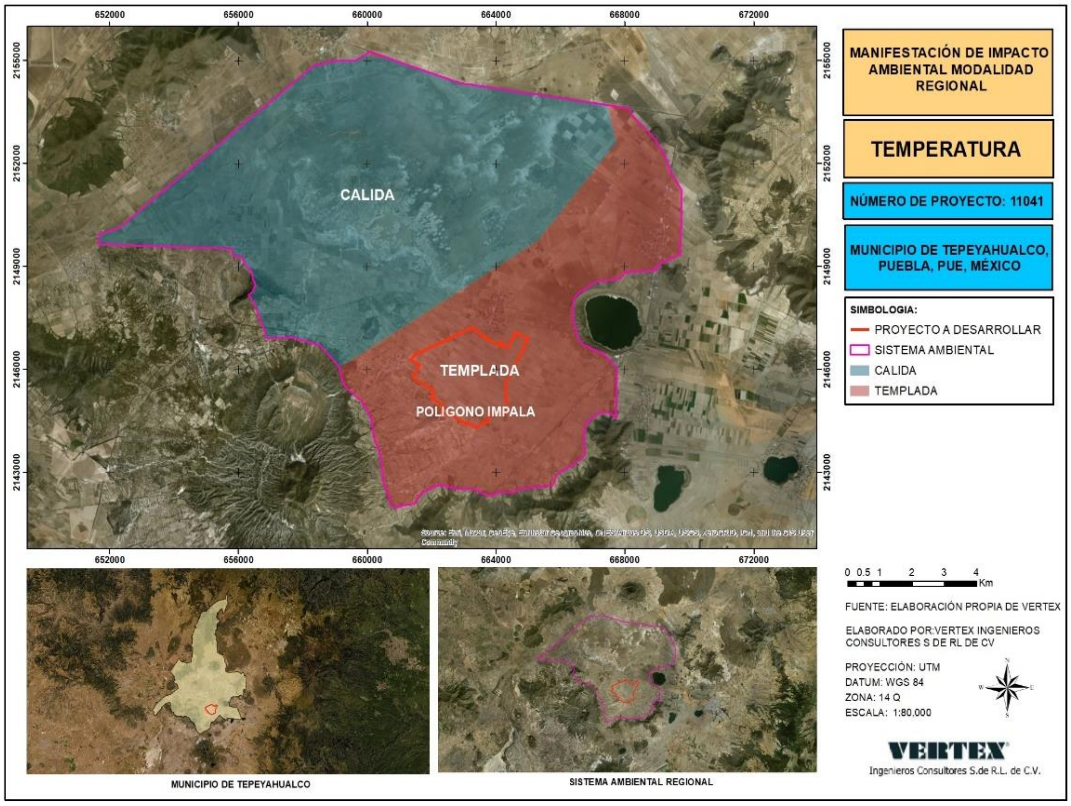


Figura 16. Temperatura en el SAR

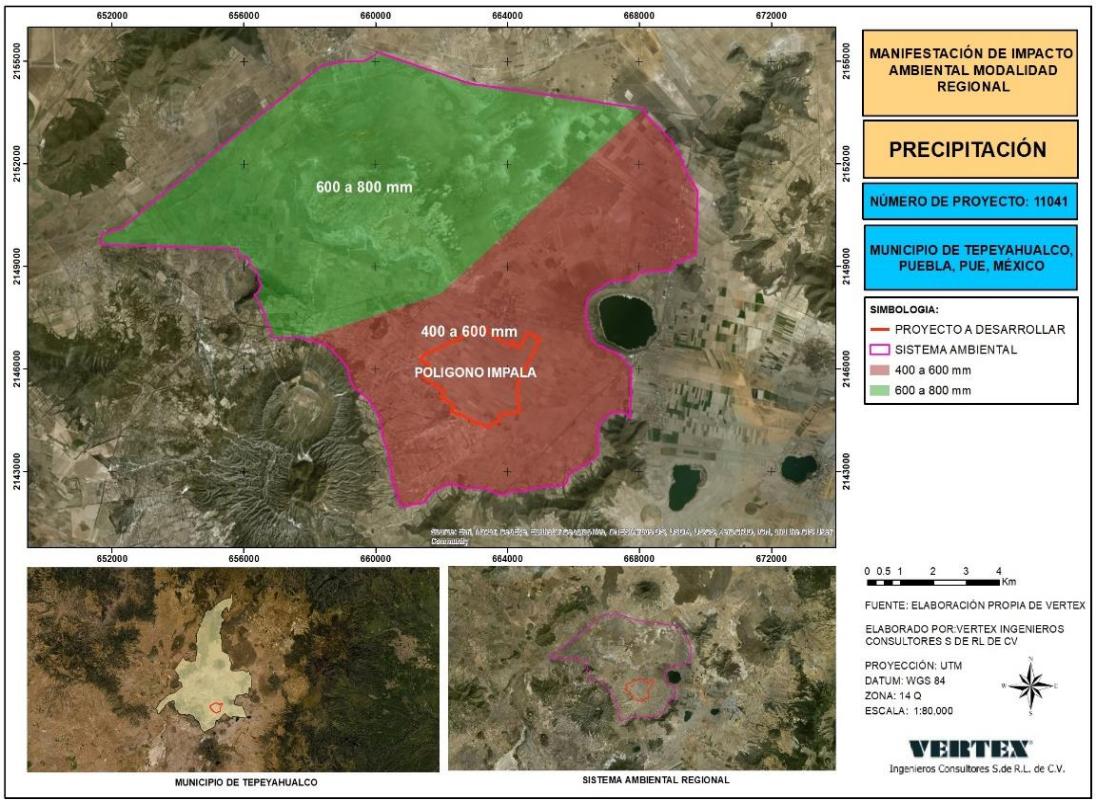


Figura 17. Precipitación en el SAR

Fenómenos meteorológicos

Los fenómenos meteorológicos son cambios en la naturaleza, procesos permanentes de movimientos y transformaciones que tiene relación en su mayoría con el agua. La determinación de los fenómenos meteorológicos cobra importancia, durante la planificación del proyecto, es decir, no se debe desestimar ningún fenómeno que pudiese intervenir en el desarrollo del proyecto, si bien el riesgo es bajo, es importante tener en consideración cada fenómeno, para poder actuar en consecuencia y no comprometer la viabilidad del proyecto o en su caso más extremo realizar un daño al ambiente, por no tomar las debidas precauciones. Los más comunes son la lluvia y el viento, también se incluyen otros conceptos como, tormentas, heladas, nevadas, granizadas, inundaciones, tornados, temperaturas extremas, erosión, entre otros.

En este sentido, la tabla siguiente presenta la lista de los fenómenos meteorológicos de origen hidrometeorológico y el nivel de riesgo presentes en el SAR. Dicha información se consultó del Atlas Nacional de Riesgo en su página web, usando la opción de "Cargar información", mediante la cual se ingresó un archivo de extensión "*.kmz" para visualizar la delimitación del SAR con respecto a las capas de riesgo.

Tabla 3. Fenomenos meteorológicos y su nivel de riego en el SAR

Fenómeno	Riesgo	Descripción
Inundaciones	**Muy alto**	Este fenómeno se da por la ocupación temporal de agua en zonas donde no es habitual como consecuencia de la superación de la capacidad de drenaje de los cauces y cuerpos de agua.
Tormentas eléctricas	**Medio**	Se denomina tormenta eléctrica a las descargas bruscas de electricidad que se manifiestan por un resplandor breve y por un estruendo. Su importancia radica en el peligro que pueden generar por los incendios que ocasionan.
Granizada	**Bajo**	El daño depende del tamaño y la intensidad de cada evento, sobre todo a la infraestructura y a la vegetación por el impacto que producen.
Tornados	**NULO**	Los tornados son columnas estrechas de aire, uno de los fenómenos más violentos causando daños devastadores a la infraestructura.
Bajas temperaturas	**MEDIO, ALTO**	Para el cálculo de este índice, se consideran los datos de días con heladas, temperaturas mínimas extremas y número de declaratorias por el fenómeno.
Sequia	**BAJO**	Para la evaluación de este fenómeno la CENAPRED ha considerado el déficit de lluvia respecto a su media anual y la duración de esta.
Tormenta de nieve	**MEDIO, ALTO**	La nevada es una forma de precipitación que consiste en la caída de agua en estado sólido, en forma de pequeños cristales de hielo, que caen individualmente o agrupándose en nieve. Para la generación del mapa de riesgos se consideraron datos de ocurrencia de este evento.

En este sentido, a partir del análisis espacial realizado; es posible concluir que la superficie delimitada del Sistema Ambiental Regional no presenta fenómenos hidrometeorológicos con algun grado de riegos considerable que impidan la edificación del proyecto en cuestión.

IV.2.1.4 Geología del Sistema Ambiental Regional

Como se mencionó anteriormente la zona del SAR se ubica dentro de la Provincia del Eje Neovolcánico se caracteriza por una serie de cadenas montañosas de origen volcánico y por su complejidad en la composición de las rocas que varía de basáltica a riolítica, producto de eventos lávicos y piroclásticos; las geoformas volcánicas presentan edades que varían desde mediados del Terciario al Reciente. La integran grandes sierras volcánicas, extensas coladas lávicas, conos dispersos o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto, depósitos de arena y cenizas. Presenta también la cadena de grandes estratovolcanes denominada propiamente "Eje Neovolcánico" integrado por: Volcán de Colima, Tancítaro, Zinaltécatl (Nevado de Toluca), Popocatépetl, Iztaccíhuatl, Matlacuéyetl (La Malinche) y Citlaltépetl (Pico de Orizaba), que casi en línea recta atraviesan el país, más o menos sobre el paralelo 19°; que representan el trazo de la gran Falla Clarión.

Fisiográficamente, la región en la que se halla inmersa el SAR, se encuentra enclavada en el extremo oriente de la provincia “Cordillera Volcánica Transmexicana” y parte de la provincia “Sierra Madre del Sur”. La primera es volcánica, con basaltos, andesitas y riolitas, que han dado origen a conos de escoria y de cenizas, volcanes compuestos y escudo, calderas y domos, así como sierras y cadenas montañosas, entre las que se han originado valles intermontanos. En lo que se refiere a la provincia “Sierra Madre del Sur”, solamente un 10% está contenida en ella, la misma que se caracteriza por tener una serie de depresiones disectadas por un gran número de corrientes fluviales, siendo el único vestigio la Sierra Madre del Sur.

IV.2.1.4.1 Geología superficial del Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con la carta del Servicio Geológico Mexicano (2008), en el área del SAR inciden dos tipos de roca, la sedimentaria y la ígnea extruva. Sin embargo, solo irrumpen una pequeña fracción de la superficie, mayoritariamente se encuentra ocupada por terreno No Aplicable (Agricultura). En los siguientes puntos se describen los tipos de roca presentes en la superficie del SAR:

- Las **rocas ígneas extrusivas** se forman por la solidificación del magma en la superficie de la corteza terrestre, usualmente tras una erupción volcánica. Dado que el enfriamiento es mucho más rápido que en el caso de las rocas intrusivas, los iones de los minerales no pueden organizarse en cristales grandes, por lo que las rocas volcánicas son de grano fino, como el basalto, o completamente amorfas, como la obsidiana.
- Las rocas sedimentarias son rocas que se forman por acumulación de sedimentos, los cuales son partículas de diversos tamaños que son transportadas por el agua, el hielo o el viento, y son sometidas a procesos físicos y químicos (diagénesis), que dan lugar a materiales consolidados. Las rocas sedimentarias pueden formarse a las orillas de los ríos, en el fondo de barrancos, valles, lagos, mares, y en las desembocaduras de los ríos. Se hallan dispuestas formando capas o estratos.

La distribución de los elementos en el SAR se puede observar en la figura siguiente.

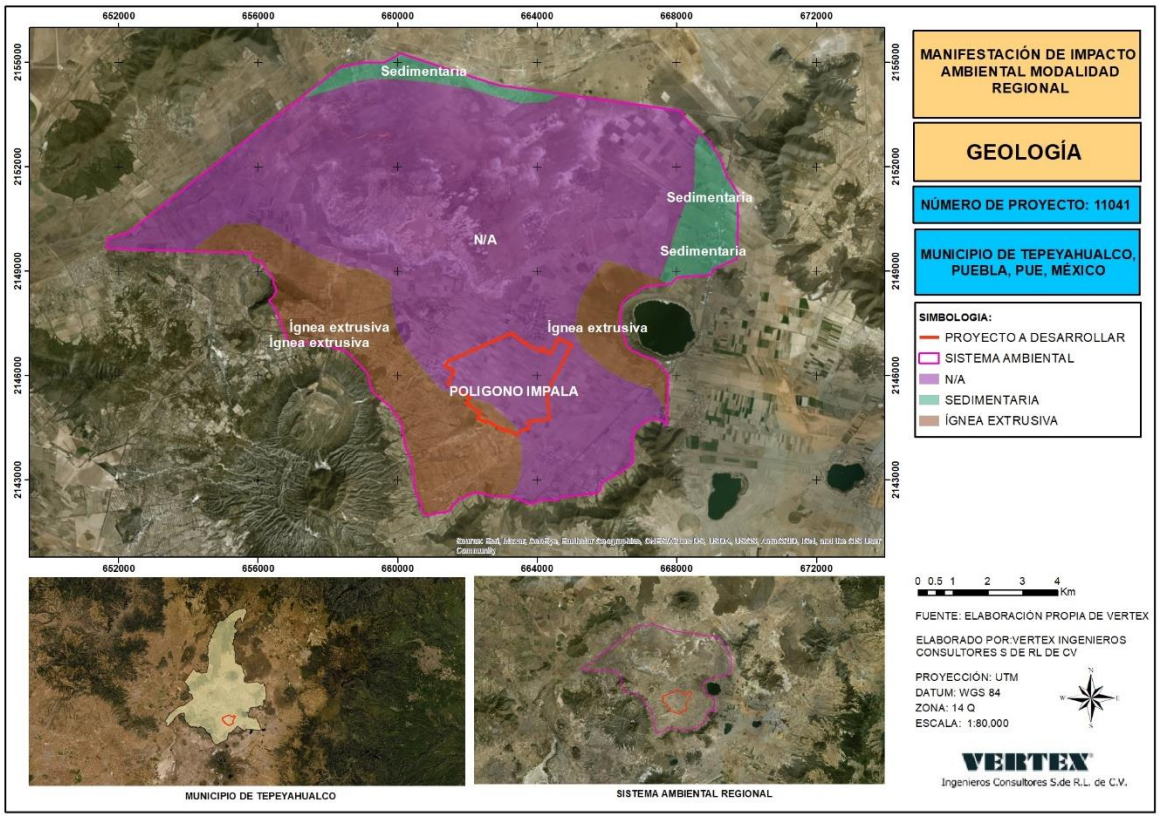


Figura 18. Geología superficial del SAR

IV.2.1.5 Edafología del Sistema Ambiental Regional

Dentro de los estudios ambientales el suelo es un factor relevante, ya que es un recurso natural de gran importancia porque desempeña funciones en la superficie terrestre como reactor natural y hábitat de los organismos, su desarrollo y su diversidad depende en gran medida de diferentes factores, como: el relieve, tiempo, clima, material parental y actividad biológica.

En este sentido, de acuerdo con la información cartográfica de Edafología de INEGI Serie I, dentro del SAR existen cuatro unidades edafológicas; es decir, grupos de suelo dominantes. A su vez, es posible distinguir cinco subgrupos de suelo, de estos, el área delimitada del proyecto incide únicamente uno (Regosol Eutrico).

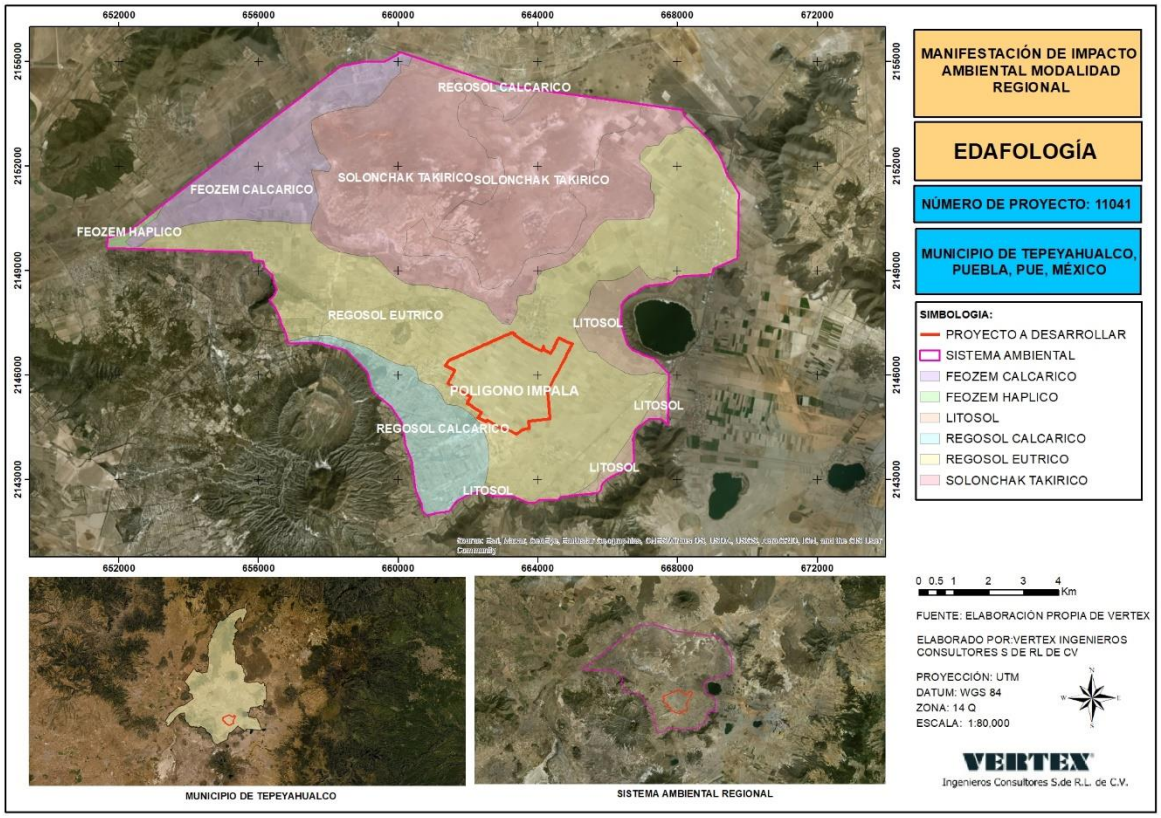


Figura 19. Edafología del SAR

En este apartado se describen los tipos de suelo incidentes en el área delimitada del Sistema Ambientla Regional:

- **Feozem calcario**: Del griego *phaeo*: pardo; y del ruso *zemljá*: tierra. Literalmente, tierra parda. Suelos que se pueden presentar en cualquier tipo de relieve y clima, excepto en regiones tropicales lluviosas o zonas muy desérticas. Es el cuarto tipo de suelo más abundante en el país. Se caracteriza por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, semejante a las capas superficiales de los Chernozems y los Castañozems, pero sin presentar las capas ricas en cal con las que cuentan estos dos tipos de suelos. Los Feozems son de profundidad muy variable. Cuando son profundos se encuentran generalmente en

terrenos planos y se utilizan para la agricultura de riego o temporal, de granos, legumbres u hortalizas, con rendimientos altos. Los Feozems menos profundos, situados en laderas o pendientes, presentan como principal limitante la roca o alguna cementación muy fuerte en el suelo, tienen rendimientos más bajos y se erosionan con más facilidad, sin embargo, pueden utilizarse para el pastoreo o la ganadería con resultados aceptables. El uso óptimo de estos suelos depende en muchas ocasiones de otras características del terreno y sobretodo de la disponibilidad de agua para riego. Su símbolo en la carta edafológica es (H). Los suelos **Calcarios** son ricos es cal y nutrientes para los vegetales.

- **Feozem hálpico**: Los suelos **Hálpicos**: Del griego *haplos*: simple. Suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo. Unidades de suelo: Castañozem, Chernozem, Feozem, Xerosol y Yermosol.
- **Litosol**: Del griego *lithos*: piedra. Literalmente, suelo de piedra. Son los suelos más abundantes del país pues ocupan 22 de cada 100 hectáreas de suelo. Se encuentran en todos los climas y con muy diversos tipos de vegetación, en todas las sierras de México, barrancas, lomeríos y en algunos terrenos planos. Se caracterizan por su profundidad menor de 10 centímetros, limitada por la presencia de roca, tepetate o caliche endurecido. Su fertilidad natural y la susceptibilidad a la erosión es muy variable dependiendo de otros factores ambientales. El uso de estos suelos depende principalmente de la vegetación que los cubre. En bosques y selvas su uso es forestal; cuando hay matorrales o pastizales se puede llevar a cabo un pastoreo más o menos limitado y en algunos casos se destinan a la agricultura, en especial al cultivo de maíz o el nopal, condicionado a la presencia de suficiente agua. No tiene subunidades y su símbolo es (I).
- **Regosol calcario**: Del griego *reghos*: manto, cobija o capa de material suelto que cubre a la roca. Suelos ubicados en muy diversos tipos de clima, vegetación y relieve. Tienen poco desarrollo y por ello no presentan capas muy diferenciadas entre sí. En general son claros o pobres en materia orgánica, se parecen bastante a

la roca que les da origen. En México constituyen el segundo tipo de suelo más importante por su extensión (19.2%). Muchas veces están asociados con Litosoles y con afloramientos de roca o tepetate. Frecuentemente son someros, su fertilidad es variable y su productividad está condicionada a la profundidad y pedregosidad. Los suelos **Calcarios** son ricos es cal y nutrientes para los vegetales.

- **Regosol eútrico**: Los suelos **Eútricos** son ligeramente ácidos a alcalínos y más fértiles que los suelos dístricos.
- **Solonchak takirico:** Del ruso *sol*: sal. Literalmente suelos salinos. Se presentan en zonas donde se acumula el salitre, tales como lagunas costeras y lechos de lagos, o en las partes más bajas de los valles y llanos de las regiones secas del país. Tienen alto contenido de sales en todo o alguna parte del suelo. La vegetación típica para este tipo de suelos es el pastizal u otras plantas que toleran el exceso de sal (halófilas). Su empleo agrícola se halla limitado a cultivos resistentes a sales o donde se ha disminuido la concentración de salitre por medio del lavado del suelo. Su uso pecuario depende del tipo de pastizal, pero con rendimientos bajos. Su símbolo es (Z). Los suelos **Takiricos** presentan una superficie arcillosa que rompe en forma de polígonos cuando está seca

IV.2.1.6 Geomorfología del Sistema Ambiental Regional

A partir de los datos vectoriales del INEGI (2001) el área delimitada del Sistema Ambiental Regional presenta una configuración topográfica dominada por llanuras con lomeríos.

- **Llanuras**: grandes extensiones de terreno plano, con algunas elevaciones suaves. Entre unos lugares y otros no hay grandes diferencias de alturas. Las pequeñas elevaciones que aparecen pueden ser colinas, lomas u oteros.

El área del proyecto se encuentra inmersa totalmente en un sistema dominado por llanuras, topografía ideal para llevar a cabo actividades de agricultura. En las fotografías siguientes se evidencian las topoformas existentes.









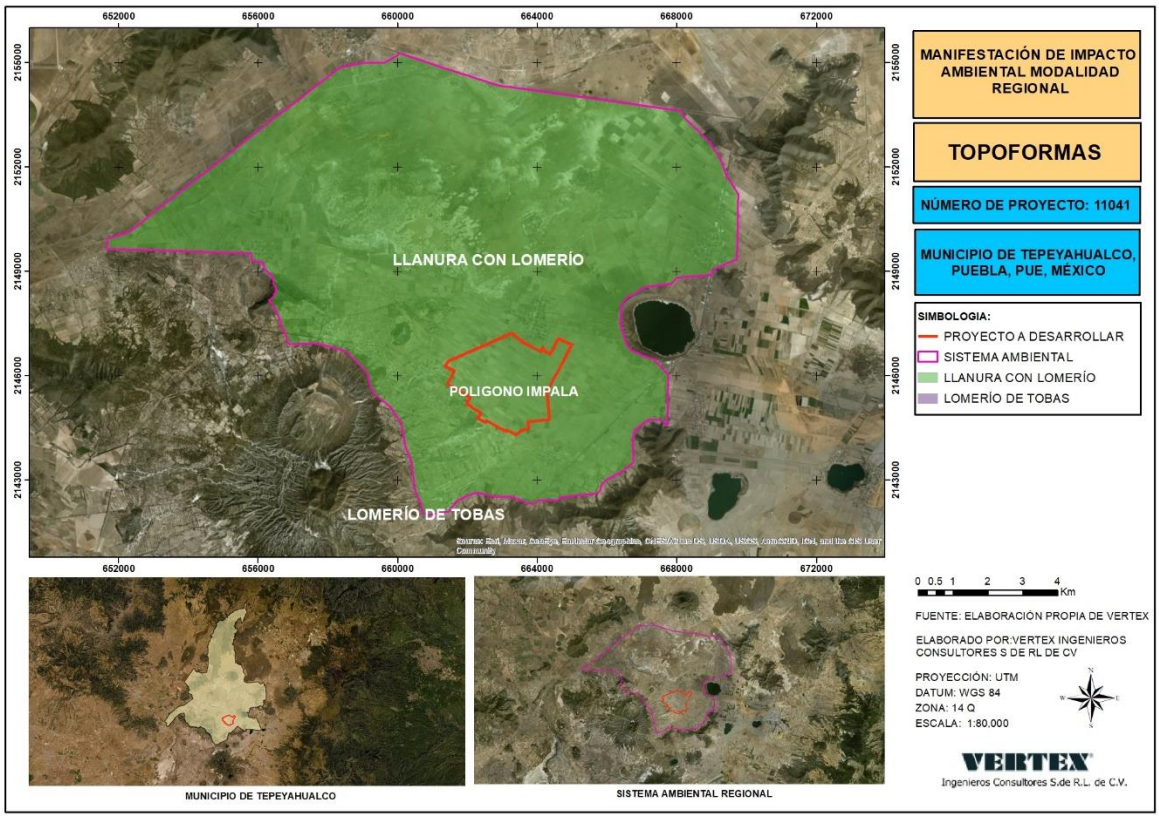


Figura 20. Sistema de topoformas en el SAR

IV.2.1.7 Hidrología del Sistema Ambiental Regional

El Sistema Ambiental Regional se halla inmerso en la Region Hidrológica-Administrativa IV. Balsas; a su vez se ubica en la Región Hidrológica No. 18 Balsas. Esta última tiene una superficie territorial de 117,305 km^2 (CONAGUA, 2010), que representa 6% del territorio nacional, estando limitada al norte por las regiones hidrológicas núm. 12 Lerma-Santiago, núm. 26 Río Pánuco y núm. 27 norte de Veracruz; al oeste, por las regiones hidrológicas núm. 16 Armería-Coahuayana y núm. 17 costa de Michoacán; al sur, por el océano Pacífico y por las regiones hidrológicas núm. 19 Costa Grande de Guerrero y núm. 20 Costa Chica de Guerrero; y al este, por la Región Hidrológica núm. 28 Papaloapan.

La Región Hidrológica núm. 18 Balsas está en ocho de los 32 estados del país, abarcando en su totalidad al estado de Morelos (100%) y parcialmente a los estados de Tlaxcala (75%), Guerrero (63%), Michoacán (62%), Puebla (55%), Estado de México (36%), Oaxaca (9%) y Jalisco (4%), con un total de 420 municipios, según se tiene en la última modificación del "Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de cuenca de la Conagua" (Diario Oficial de la Federación, DOF) del 1° de abril de 2010. La Región Hidrológica núm. 18 está limitada por las sierras Madre del Sur y la de Juárez, así como por el eje neovolcánico; tiene la forma de una depresión muy alargada, con valles muy angostos, cuyo territorio está formado en su mayor parte por elevaciones con fuertes pendientes y un arreglo geológico poco propicio para el control y almacenamiento de los grandes escurrimientos que se presentan en la región hidrológica, ya que cuenta con un potencial importante de escurrimientos consistentes en 991 milímetros al año.

Finalmente, a su vez el Sistema Ambiental Regional se halla inmerso en la Subregión Hidrológica núm. 66 Alto Balsas.

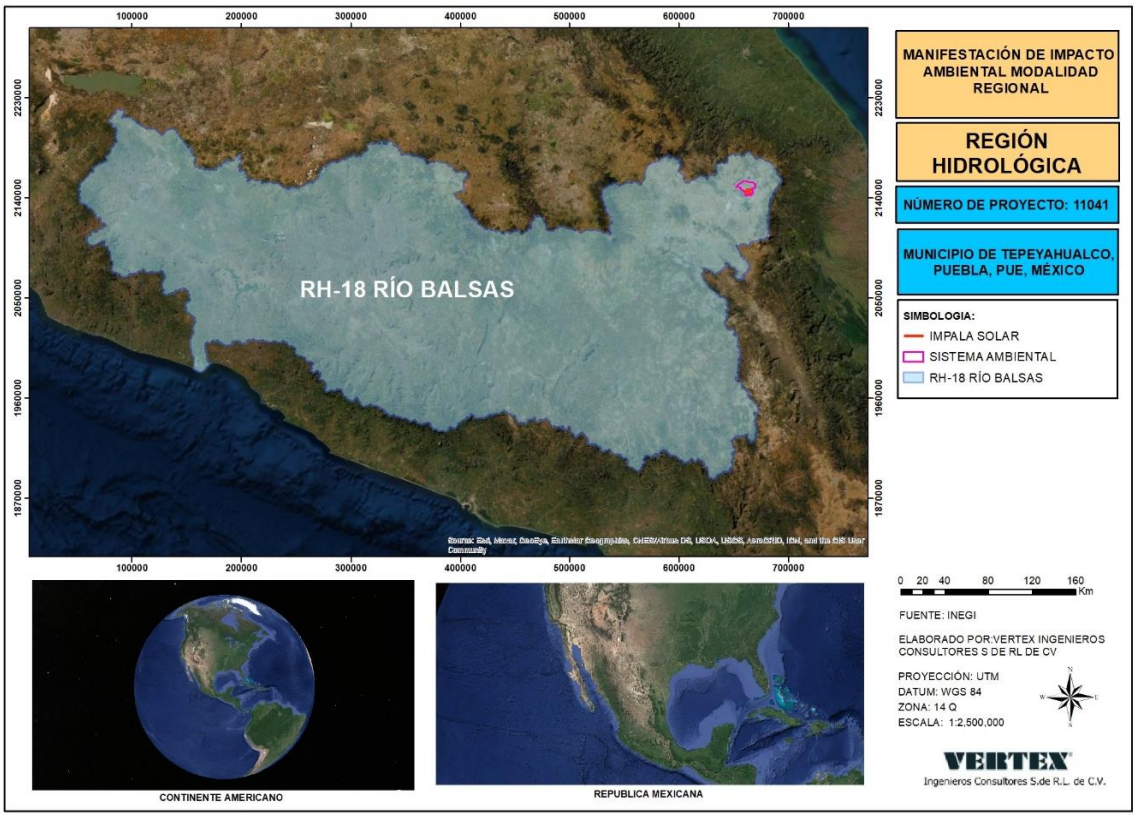


Figura 21. Región Hidrológica donde se halla inmerso el SAR

IV.2.1.7.1 Cuerpos de agua superficial en el Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con la información de la red hidrográfica de CONAGUA consultada a través del simulador de flujos de agua de cuencas hidrográficas, en el área del SAR se presentan 240 corrientes de agua, de las cuales, 8 son canales en operación, 9 son líneas centrales de flujo virtual y 223 corrientes intermitentes. Por otra parte, se reportan 6 cuerpos de agua de tipo intermitente.

IV.2.1.7.2 Hidrología subterranea en el Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con la información presentada por Sistema de Información Geográfica de Acuíferos y Cuencas (SIGACUA, 2018) presentado por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) en la superficie del Sistema Ambiental Regional se halla inmerso el Acuífero

"Libres-Oriental" (clave: 2102), ubicado en el Estado de Puebla. El cual según lo manifestado en el Dirio Oficial de la Federación (04/01/2018), posee disponibilidad de agua subterránea[2].

Disponibilidad por acuífero

- **Recarga Total Media Anual (Rt)**

La recarga total media anual que recibe el acuífero corresponde con la suma de todos los volúmenes que ingresan al acuífero, tanto en forma de recarga natural como inducida. Para el caso del acuífero "Libres-Oriental" (clave: 2102), el valor estimado de la recarga total media anual que recibe el acuífero es de **179.3 hm^3/año**.

- **Descarga Natural Comprometida (DNCOM)**

La descarga natural comprometida se cuantifica mediante la adición de los volúmenes de agua concesionados de los manantiales y del caudal base de los ríos que están comprometidos como agua superficial, alimentados por el acuífero, más las descargas que se deben conservar para no afectar a los acuíferos adyacentes; sostener el gasto ecológico y/o prevenir la migración de agua de mala calidad hacia el acuífero. Para el caso del acuífero "Huamantla" la descarga natural comprometida es **20 hm^3 anuales**.

- **Volumen Concesionado de Agua Subterráneas (VCAS)**

La extracción de aguas subterráneas se determina sumando los volúmenes anuales de agua asignados o concesionados por la Comisión mediante títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), los volúmenes de agua que se encuentren en proceso de registro y titulación y, en su caso, los volúmenes de agua correspondientes a reservas, reglamentos y programación hídrica, todos ellos referidos a una fecha de corte específica.

2 Consultado en: https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/Edos_Acuiferos_18/puebla/DR_2102.pdf (agosto, 2020)

En el caso de los acuíferos en zonas de libre alumbramiento, la extracción de aguas subterráneas será equivalente a la suma de los volúmenes de agua estimados con base en los estudios técnicos, que sean efectivamente extraídos, aunque no hayan sido titulados ni registrados, y en su caso, los volúmenes de agua concesionados de la parte vedada del mismo acuífero.

Para el acuífero "Libres-Oriental" el volumen de extracción de aguas subterráneas es de **142,030.510 m^3 anuales**, que reporta el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) de la Subdirección General de Administración del Agua, a la fecha de corte del 30 de abril de 2002.

- **Disponibilidad de Aguas Subterráneas (DAS)**

La disponibilidad de aguas subterráneas constituye el volumen medio anual de agua subterránea disponible en un acuífero, al que tendrán derecho de explotar, usar o aprovechar los usuarios, adicional a la extracción ya concesionada y a la descarga natural comprometida, sin poner en peligro a los ecosistemas.

Para el acuífero "Libres-Oriental", conforme a la metodología indicada en la norma referida anteriormente, se obtiene de restar al volumen de recarga total media anual, el valor de la descarga natural comprometida y el volumen de extracción de aguas subterráneas.

DAS= Rt – DNCOM – VCAS

DAS= 179.3 – 20 – 142.030

DAS = 17.26949 hm^3 anuales

El resultado indica que existe un volumen disponible de **17,269.490 m^3 anuales** para otorgar nuevas concesiones en el acuífero "Libre-Oriental".

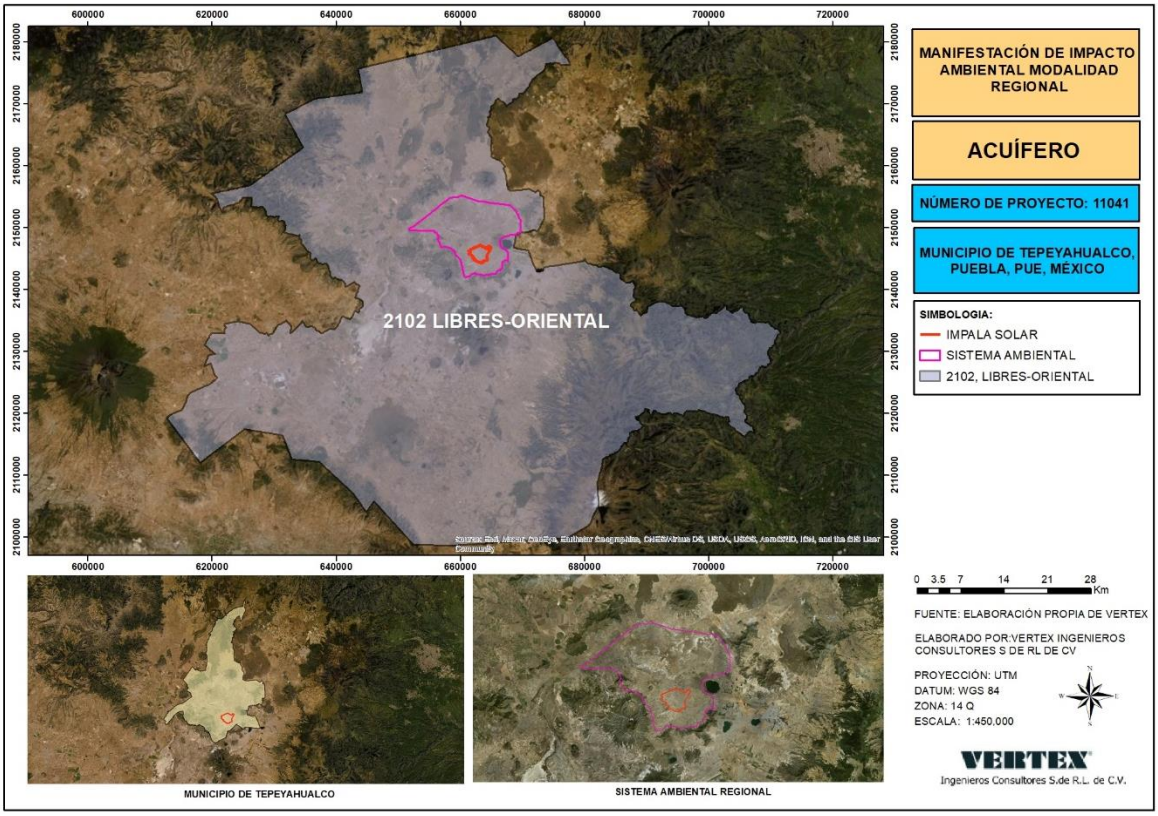


Figura 22.Acuíferos donde se halla inmerso el Sistema Ambiental Regional



IV.2. 2. Aspectos bióticos

IV.2. 2. 1. Vegetación

Provincia florística donde se ubica el Sistema Ambiental Regional

El SAR está incluido en la Provincia Florística “Altiplanicie”. Corresponde esencialmente a la región fisiográfica de este nombre que en México se extiende desde Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla. Quedan excluidas, sin embargo, sus partes semihúmedas y húmedas, en cambio se adscriben aquí porciones significativas del noreste de Sonora, de Nuevo Mexico y de la zona de Texas conocida como Trans Pecos. Es, por consiguiente, la provincia más extensa de todas la reconocidas. La altitud de su territorio varía en general entre 1,000 y 2,000 m, por lo que es muy considerable y su abundancia es favorecida por la diversidad de substratos geológicos; a este respecto puede citarse como ejemplo el conjunto de gispsófilas, estudiado por Johnston (1941). A lo largo de su límite oriental, desde Coahuila hasta Hidalgo, se puede observar una notable influencia de elementos florísticos propios de la provincia de la Planicie Costera del Noreste. La vegetación predominante consiste en matorrales xerófilos, aun cuandto también son frecuentes los pastizales y el bosque espinos (mezquital). El número de géneros restringidos a esta entidad es de 16 si se toma en cuenta solo a las plantas leñosas; pueden mencionarse, por ejemplo: Ariocarpus, Eutetras, Grusonia, Lophophora, Sartwellia, Sericodes. Figura 25.

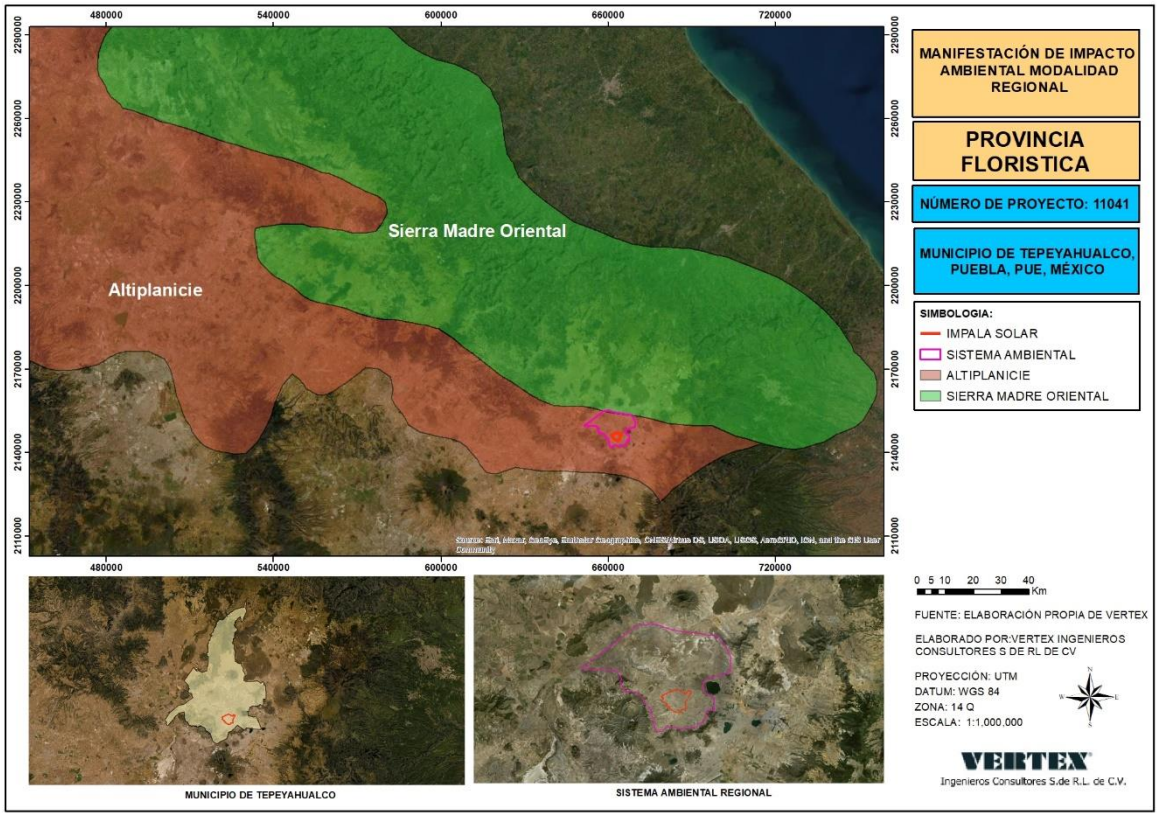


Figura 23. Provincia florística donde se ubica el proyecto

IV.2.2.2 Uso de suelo y tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con los datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación Serie VI, Esc. 1:250 000, consultada del INEGI (2016), dentro del Sistema Ambiental se presentan seis usos de suelo y vegetación: 1) Asentamientos humanos, 2) Bosque de Táscate, 3) Bosque de pino-encino, 4) Matorral desértico rosetófilo y 5) Agricultura de temporal y de rego. Estas dos últimas ocupan el 53.3% de la superficie del SAR. En la siguiente tabla y figura se representa la distribución espacial de los USV a nivel de SAR.

Tabla 4. Superficies y porcentajes de ocupación del USV para el SAR

Uso de suelo y Vegetación	Superficie en (ha)	Porcentaje de ocupacion dentro del SAR
Asentamientos Humanos	157.408	1.2
Bosque de Táscate	28.459	0.2
Bosque de Pino-Encino	6.602	0.1
Sin vegetacón aparente	1364.790	10.4
Matorral desértico rosetófilo	204.778	1.6
Pastizal halófilo	4119.423	31.3
Agricultura de temporal y riego	7281.560	55.3
Superficie total	13163.020	

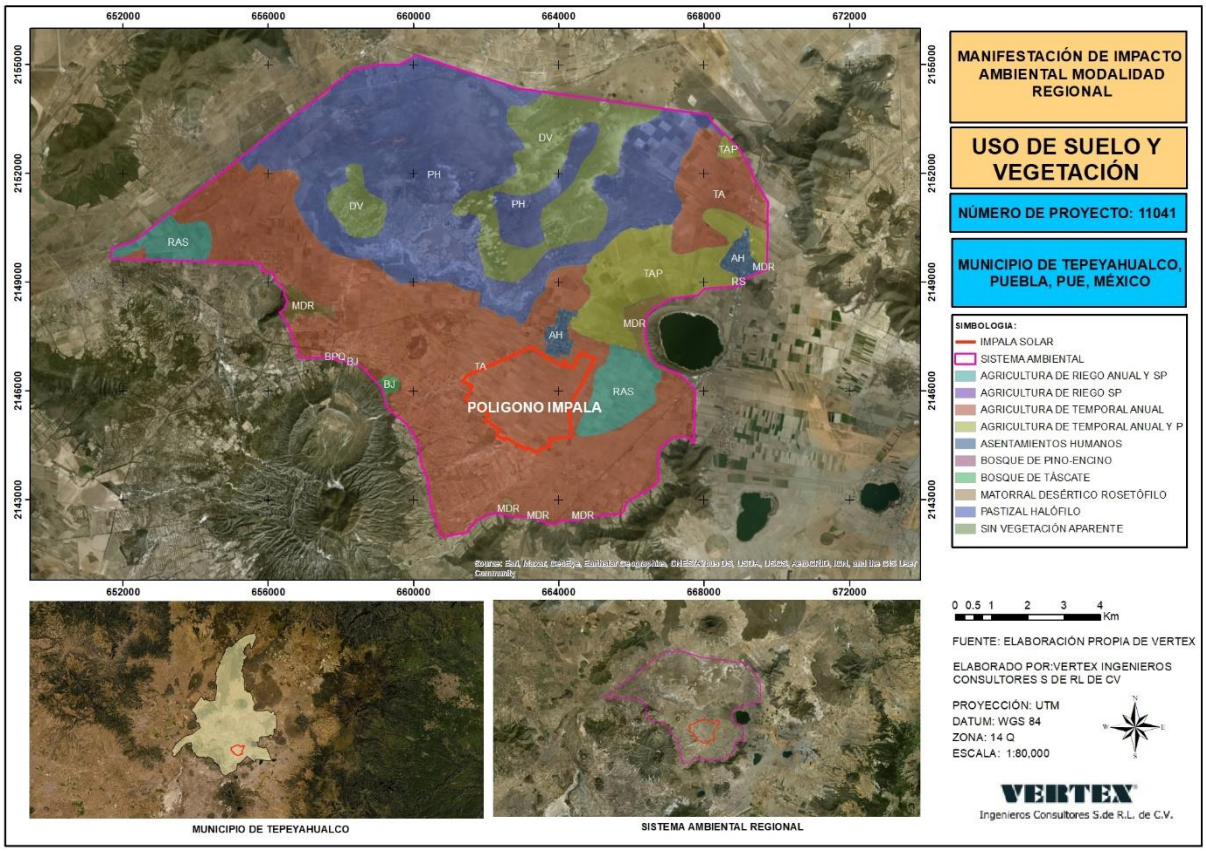


Figura 24. Mapa de Uso de Suelo y Vegetación a nivel de Sistema Ambiental Regional



IV.2.2.3 Descripción de los tipos de vegetación presentes en el SAR

El SAR se localiza dentro del Municipio de Tepeyahualco que pertenece a la región semiárida Poblano-Veracruzana, donde se concentra una parte de la diversidad mexicana incluida en su mayor parte en diversos tipos de comunidades arbustivas que reciben el nombre genérico de matorral xerófilo, que alterna con pastizales y con algunos manchones aislados de vegetación arbórea (Bosque de Pino, Encino, etc.) (Álvarez, 2012). En su tesis menciona que el Municipio se caracteriza por presentar una variedad de asociaciones vegetales poco estudiadas.

En su trabajo para el municipio, se hace mención que es muy escasa la información especializada en la descripción de la vegetación y que los listados florísticos son muy escasos comparados con otras regiones semiáridas del estado.

Bosque de Táscate (Enebro)

Recibe diferentes nombres y corresponde a la comunidad de bosque escuamifolio o de táscate en el Inventario Nacional Forestal. Esta vegetación se distribuye entre los 1 800 y los 2 500 msnm, donde predomina el clima templado semiárido en lugares abiertos con suelos profundos o rocosos; existe un estrato arbóreo de tres a cinco metros, en tanto que el estrato herbáceo presenta variaciones florísticas, ya que se desarrolla en sitios desmontados. Dentro del SAR se puede identificar únicamente al oeste del proyecto en una

superficie de 28.45 ha aproximadamente, lo que representa el 0.2% respecto de la superficie que ocupa el SAR.

Bosque de pino-encino

Este objeto de conservación está conformado por asociaciones vegetales de pino, pino-encino, encino-pino o encinares, incluyendo a comunidades de enebro. Este tipo de bosque puede presentar especies exclusivamente del género Pinus o compartir hábitats con especies del género Quercus, Liquidambar y Alnus; el estrato principal está compuesto por árboles de ocho a 20 m de altura y el estrato arbustivo puede presentar elementos de dos a cuatro metros de altura. Las epifitas no son abundantes, pero es frecuente encontrar especies de las familias Orchidaceae y Bromeliaceae. Álvarez, 2012 menciona que dentro de esta foración vegetal se pueden encontrar las siguientes especies: *Croton dioicus*, *Ipomoea stans*, *Loeselia coerulea*, *Phoradendron sp*., *Tillandsia usneoides* y *Buddleja cordata.* Dentro del SAR este tipo de vegetación se puede identificar al oeste del proyecto, muy cerca del bosque de juniperus (Táscate) y ocupa una superficie de 6.60 ha. lo que representa el 0.01% respecto de la superficie del SAR.

Matorral desértico rosetófilo

Este tipo de vegetación incluye el matorral crasicaule y el matorral desértico rosetófilo. En los izotales dominan especies arrosetadas de 4 m de altura como las siguientes: *Yucca periculosa, Beaucarnea stricta* y *Nolina sp*. asociadas a *Parkinsonia praecox*, *Ipomoea arborescens, Myrtillocactus geometrizans, Stenocereus stellatus* y especies de Acacia, Mimosa y Opuntia.

Este tipo de vegetación ha sufrido fuertes alteraciones en algunos lugares debido al pastoreo desordenado, principalmente de ganado caprino, lo que ha provocado que el

estrato inferior presente un marcado deterioro y una reducción en la cobertura del suelo, lo que ocasiona pérdidas importantes (INEGI, 2008). Dentro del SAR este tipo de formación vegetal se encuentra al pie de monte de las elevaciones principales que rodean el proyecto, al este se puede encontrar al pie de monte de la laguna de Alchichica, al sur en las partes bajas de los lomeríos y al oeste en las zonas de malpaís. Este tipo de formación vegetal ocupa una superficie de 204.77 ha. lo que representa el 1.6% de la superficie total del SAR.

Agricultura

La agricultura ocupa el mayor porcentaje de superficie ya que ocupa una superficie de 7281.5 ha. lo que representa el 55.3 % dentro del SAR. La agricultura de temporal y de riego se encuentran cubriendo toda la parte baja centro del SAR, ya que son tierras aptas para el cultivo. De acuerdo con la información recabada en campo, el cultivo con mayor extensión utilizada ha sido el maíz, mismo que produce alrededor de cuatro toneladas por hectárea en condiciones óptimas. **Es importante mencionar que es en este uso de suelo donde se pretende desarrollar el proyecto fotovoltaico.**

Pastizal halófilo

Sandoval (1984), citado en Álvarez, 2012, llevó a cabo un estudio de la vegetación de la Sierra de Mastaloyan, región límite entre los Estados de Puebla y Veracruz; ésta sierra está conformada por una región semiárida y una húmeda. En él se describen diez asociaciones vegetales, de las cuales, para la zona de Tepeyahualco se encuentra el Pastizal halófilo de *Distichlis spicata*. Por otra parte, Cházaro (1992) realizó un estudio sistemático de la vegetación y flora en el Estado de Veracruz y Estados circunvecinos en el cual describió 27 pisos altitudinales de vegetación primaria, uno de los cuales es el pastizal halófilo que se encuentra en los llanos del Municipio de Tepeyahualco y sus principales componentes florísticos son Distichlis spicata, Bouteloua curtipendula, Solanum rostratum, Coryphanta

Andrea, Mammillaria rhodanta y M. magnanimmama. Dentro del Sistema Ambiental Regioonal se localiza este tipo de formación vegetal en la porción norte del mismo, esta ocupa una superficie de 4119.42 ha. lo que representa el 31.3% dentro del SAR.

Como resultado de las revisiones bibliográficas se puede decir que los estudios etnoflorísticos realizados en Tepeyahualco son realmente inexistentes y los florísticos son relativamente escasos cuando se comparan con los realizados en otras regiones secas como es el caso de la región de Tehuacán-Cuicatlán.

IV.2.2.1.4 Flora potencial dentro del SAR

Con la finalidad de obtener mayor información sobre las especies potenciales que se han registrado para la región, se llevó a cabo una búsqueda exhaustiva de estudios específicos sobre la flora y vegetación próxima al sitio donde se desarrollará el proyecto. Para generar dicha lista potencial de especies se consideraron los siguientes trabajos: "La Biodiversidad en Puebla"(Estado de Puebla, 2011), "inventario etnofloristico en dos localidades del municipio de Tepeyahualco (Álvarez, 2012), en el que menciona a Sandoval (1984), quien llevó a cabo un estudio de la vegetación de la Sierra de Mastaloyan, región límite entre los Estados de Puebla y Veracruz, en él se describen diez asociaciones vegetales, de las cuales, para la zona de Tepeyahualco se encuentra el Pastizal halófilo de *Distichlis spicata*; para la región comprendida entre Tepeyahualco y Totalco se encuentra el Matorral de *Agave-Hechtia-Dasylirion*; el Matorral de *Nolina parviflora-Yucca periculosa* cubre grandes extensiones en el malpaís de Frijol Colorado, Veracruz y Tepeyahualco; Bosque de *Cupressus benthamii-Pinus cembriodes* para la zona entre Tepeyahualco y *Cuyoaco;* y Bosque de *Juniperus deppeana* cerca del poblado de Guadalupe Sarabia. En total publicó una lista florística de 155 especies según Álvarez, 2012.

Cházaro (1992) realizó un estudio sistemático de la vegetación y flora en el Estado de Veracruz y Estados circunvecinos en el cual describió 27 pisos altitudinales de vegetación primaria, uno de los cuales es el pastizal halófilo que se encuentra en los llanos del Municipio de Tepeyahualco y sus principales componentes florísticos son *Distichlis spicata, Bouteloua curtipendula, Solanum rostratum, Coryphanta Andrea, Mammillaria rhodanta y M. magnanimmama*.

Además, se consultaron las bases de datos de CONABIO: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB, 2020) y Naturalista[3]. A partir de la información analizada de las fuentes mencionadas se realizó una lista de especies con distribución potencial en la región, cabe destacar que, para realizar dicho inventario potencial, fueron considerados los usos de suelo y vegetación del área delimitada y su estado de conservación.

Dentro del SAR no se encontraron estudios antecedentes; sin embargo, se consideraron estudios más cercanos al mismo con los mismos tipos de vegetación, sobre todo aquellos con condiciones similares a los lomeríos cercanos al proyecto, en el trabajo realizado por Álvarez en el 2012 se reportan un total de 201 registros de especies, distribuidos en 54 familias, 148 géneros; la familia con mayor número de especies es Asteraceae, cuyos géneros más representativos son Ageratina, Tagetes, Pseudognaphalium y Stevia.

Tabla 5. Especies de mayor potencial reportadas en la superficie del SAR

Familia	Nombre científico
Amaranthaceae	*Alternanthera caracasana*
	Amaranthus acutilobus
	Amaranthus hybridus L.
	Atriplex sp.
	Chenopodium sp.
	Dysphania ambrosioides

[3] Consultado en: https://www.naturalista.mx/ (Ene, 2020)

Familia	Nombre científico
	Dysphania graveolens
	Salsola tragus
	Suaeda nigra
Anacardiaceae	*Schinus molle*
Apiaceae	*Arracacia tolucensis*
	Eryngium carlinae
	Eryngium sp.
Apocynaceae	*Asclepias linaria*
	Asclepias notha
Asparagaceae	*Agave applanata*
	Agave horrida
	Agave salmiana
	Dasylirion acrotrichum
	Echeandia sp.
	Nolina parviflora
	Yucca periculosa
Aspleniaceae	*Asplenium hallbergii*
Asteraceae	*Ageratina cf. Calophylla*
	Ageratina espinosarum
	Ageratina glabrata
	Ageratina scorodonioides
	Artemisia ludoviciana ssp. mexicana
	Baccharis conferta
	Baccharis pteronioides
	Bahia pringlei
	Barkleyanthus salicifolius
	Bidens aurea
	Bidens odorata
	Brickellia sp.
	Brickellia veronicifolia
	Chrysactinia mexicana
	Cirsium sp
	Conyza coronopifolia
	Dahlia sp.
	Galinsoga parviflora
	Gymnosperma glutinosum
	Haplopappus venetus
	Heterosperma pinnatum
	Heterotheca inuloides
	Hieracium sp.

Familia	Nombre científico
	Hymenoxys chrysanthemoides
	Matricaria chamomilla
	Parthenium bipinnatifidum
	Pittocaulon praecox
	Psacalium megaphyllum
	Pseudognaphalium sp.
	Pseudognaphalium sp.
	Pseudognaphalium sp.
	Sanvitalia procumbens
	Simsia sp.
	Sonchus oleraceus
	Stevia pilosa
	Stevia salicifolia
	Stevia sp.
	Tagetes coronopifolia
	Tagetes filifolia
	Tagetes linifolia
	Tagetes lunulata
	Tanacetum parthenium
	Taraxacum officinale
	Thymophylla setifolia
	Tridax coronopifolia
	Villanova achilleoides
	Xanthisma gymnocephalum
Berberidaceae	*Berberis sp.*
Boraginaceae	*Lithospermum distichum*
	Nama dichotomun
	Phacelia sp.
Brassicaceae	*Brassica rapa*
	Lepidium virginicum
	Physaria rosei
	Raphanus raphanistrum
	Sisymbrium irio
Bromeliaceae	*Hechtia sp.*
	Tillandsia erubescens
	Tillandsia recurvata
	Tillandsia usneoides
	Cactaceae
	Opuntia huajuapensis
	Opuntia robusta

Familia	Nombre científico
	Opuntia sp.
	Opuntia streptacantha
	Coryphantha radians
	Mammillaria haageana
	Cylindropuntia tunicata
	Opuntia imbricata
Caryophyllaceae	*Arenaria lycopodioides*
	Minuartia moehringioides
	Scopulophila parryi
	Silene laciniata
Cistaceae	*Helianthemum glomeratum*
	Helianthemum patens
Commelinaceae	*Callisia navicularis*
	Commelina dianthifolia
	Commelina tuberosa
	Gibasis consobrina
Convolvulaceae	*Ipomoea purpurea*
	Ipomoea stans
Crassulaceae	*Echeveria gibbiflora*
	Sedum sp.
Cucurbitaceae	*Echinopepon coulteri*
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*
	Juniperus deppeana
Cyperaceae	*Cyperus sp.*
	Kyllinga sp
Ericaceae	*Arbutus bicolor*
	Arbutus xalapensis
	Arctostaphylos pungens
	Comarostaphylis polifolia
Euphorbiaceae	*Acalypha phleoides*
	Croton dioicus
Fabaceae	*Astragalus mollissimus*
	Brongniartia sp
	Dalea leporina
	Lupinus montanus
	Mimosa biuncifera
	Phaseolus sp
	Vicia pulchella
Fagaceae	*Quercus crassifolia*
	Quercus crassipes

Familia	Nombre científico
	Quercus greggii
	Quercus mexicana
Geraniaceae	*Erodium cicutarium*
	Geranium seemannii
Grossulariaceae	*Ribes affine*
Hypericaceae	*Hypericum sp.*
Iridaceae	*Sisyrinchium angustissimum*
Lamiaceae	*Marrubium vulgare*
	Salvia laevis
	Salvia microphylla
	Salvia thymoides
	Salvia tiliifolia
	Stachys sp
Lentibulariaceae	*Pinguicula moranensis*
Loasaceae	*Mentzelia hispida*
Malvaceae	*Fuertesimalva limensis*
	Malva parviflora
Nyctaginaceae	*Mirabilis jalapa*
	Mirabilis longiflora
	Mirabilis viscosa
Onagraceae	*Oenothera suffrutescens*
Orobanchaceae	*Castilleja arvensis*
	Castilleja tenuiflora
	Lamourouxia rhinanthifolia
Oxalidaceae	*Oxalis corniculata*
Papaveraceae	*Argemone platyceras*
Phytolaccaceae	*Phytolacca icosandra*
Pinaceae	*Pinus hartwegii*
	Pinus cembroides ssp orizabensis
Plantaginaceae	*Maurandya barclaiana*
	Penstemon apateticus
	Penstemon campanulatus
	Penstemon roseus
	Plantago nivea
	Veronica persica
Poaceae	*Bouteloua repens*
	Bromus catharticus
	Bromus rigidus
	Lycurus phleoides
	Muhlenbergia distans

Familia	Nombre científico
	Nassella tenuissima
	Poa annua
Polemoniaceae	*Loeselia coerulea*
	Loeselia mexicana
Polygonaceae	*Rumex crispus*
	Polypodium madrense
Portulacaceae	*Portulaca sp.*
Pteridaceae	*Cheilanthes bonariensis*
	Cheilanthes lendigera
	Pellaea cordifolia
	Pellaea ternifolia
Rhamnaceae	*Adolphia infesta*
	Ceanothus buxifolius
	Ceanothus coeruleus
	Ceanothus depressus
Rosaceae	*Amelanchier denticulata*
	Xerospiraea hartwegiana
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*
	Galium fuscum
Santalaceae	*Phoradendron sp.*
Scrophulariaceae	*Buddleja parviflora*
Buddleja cordata	*Buddleja perfoliata*
Solanaceae	*Jaltomata procumbens*
	Nicotiana glauca
	Physalis philadelphica
	Solanum demissum
	Solanum nigrescens
	Solanum polyadenium
	Solanum rostratum
Tropaeolaceae	*Tropaeolum majus*
Urticaceae	*Urtica chamaedryoides*
	Urtica dioica
Verbenaceae	*Glandularia bipinnatifida*
	Verbena canescens
	Verbena carolina

IV.2.2.2 Caracterización de la vegetación dentro del polígono donde se desarrollará el proyecto

El sitio done se desarrollará el proyecto se caracteriza principalmente por ser de **uso agrícola en toda su superficie** donde únicamente se registraron algunas especies arbustivas en los límites de las parcelas como cercos vivos. En particular, en el área del proyecto se cultiva principalmente maíz y frijol.

IV.2.2.2.1 Diseño de muestreo

Para poder realizar el estudio de la vegetación se efectuó una descripción y recopilación detallada de la bibliografía, revisión de la cartografía temática correspondiente en la materia del Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática (INEGI serie VI, 2016). Además, fue necesario realizar la visita de campo para determinar y verificar con exactitud las condiciones en las que se encuentra el área del proyecto.

El inicio del trabajo de identificación en campo consistió en ubicar los sitios representativos, apoyándose en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Para la identificación de la flora y revisión de la riqueza florística, se consultaron distintas bases de datos institucionales y las listas florísticas publicadas para el área delimitada; así mismo, se contó con información del Herbario Nacional de México (MEXU) y el Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Ambas fuentes consultadas en línea.

Es importante mencionar que, debido a que la superficie que ocupará el proyecto se encuentra desprovista de vegetación debido a las actividades agrícolas, se procedió a realizar un recorrido dentro esta con la finalidad de llevar a cabo un inventario de los pocos individuos arbustivos y herbáceos presentes, estos individuos se ubican en algunos de los

límites de las parcelas como cercos vivos y algunos otros de manera dispersa dentro del área del proyecto sin formar masas forestales por lo que no se utilizó ningún sistema de muestreo específico (con área o sin área) que normalmente se utiliza para determinar la estructura, composición y análisis de las comunidades vegetales.

IV.2.2.2.2 Inventario de especies presentes dentro de los predios que ocupará el desarrollo del proyecto

Una vez realizado el recorrido dentro de las superficies que ocupará el desarrollo del proyecto se obtuvo la siguiente lista de especies presentes tanto arbustivas y herbáceas que son muy escasas o casi nulas debido a las actividades agrícolas que se desarrollan actualmente. Cabe destacar que el polígono que delimita estrictamente la superficie que ocupará el proyecto se encuentra desprovista de vegetación; sin embargo, se pueden encontrar algunos arbustos y magueyes que fueron sembrados por los propietarios de los predios y que funcionan como cercos vivos para delimitar las colindancias entre ademas de retener el suelo y para producción de pulque. Las especies registradas en el área que ocuparán las celdas fotovoltaicas representan un total de 15 especies distribuidas en 13 géneros y 10 familias como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6. Lista florística de las especies reportadas para el área del proyecto (área de celdas fotovoltaicas)

Familia	Nombre científico y común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Asteraceae	*Bacharis conferta (*hierba del carbobero)	no
	*Barkleyanthus salicifolius (*Jarilla)	no
Cactaceae	*Opuntia streptacantha* (nopal cardón)	no
	Opuntia huajuapensis (nopal chino)	no
	Opuntia imbricata (cardenche)	no
	Cylindropuntia tunicata (abrojo)	no
Orobanchaceae	*Castilleja tenuiflora* (calzón de indio)	no

Familia	Nombre científico y común	NOM-059-SEMARNAT-2010
Papaveraceae	*Argemone platyceras* (chicalote)	no
Asparagaceae	*Yucca periculosa*(izote)	no
	Agave salmiana (maguey pulquero)	no
Cyperaceae	*Cyperus pallidicolor*	no
Berberidaceae	*Berberis trifolia*	no
Convolvulaceae	*Ipomea purpurea* (campanitas)	no
Poaceae	*Stipa ichu* (paja brava)	no
Cupressaceae	*Juniperus deppeana*	no

IV.2.2.2.3 Aspectos estructurales de la comunidad de vegetal y su diversidad

Debido a que la superficie donde se desarrollara el proyecto es totalmente agrícola y únicamente se registraron individuos vegetales en algunos límites de las parcelas como cercos vivos y algunos otros individuos aislados, no se consideró como una comunidad vegetal natural o una formación vegetal ya que según comentarios de los locales, la mayoría son especies que fueron sembradas para delimitar las parcelas y algunas otras que han crecido de forma natural, por tal razón no se tienen los elementos técnicos para poder llevar a cabo un análisis de diversidad; sin embargo, ésta en términos de riqueza de especies se obtuvo un total de 14 especies.

IV.2.2.2.4 Estatus de especies registradas

Del total de las especies registradas dentro de la superficie del predio del proyecto ninguna se reporta como endémica y tampoco se encuentran en listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

IV.2.2.2.5 Determinación del tamaño de muestra y número de sitios

Para el caso específico del presente **no** se realizaron muestreos ya que se trata de una superficie con uso de suelo agrícola, por lo que se realizó un estimado de individuos y su identificación directa en campo tanto arbustivos como herbáceos que se encontraron dispersos o como parte de los límites de los predios como cercos vivos. En la siguiente tabla se muestra un estimado del número de individuos potenciales por especie que serán afectados por el desarrollo del proyecto.

Tabla 7. Número de individuos por especie en el área de celdas (arbóreos y arbustivos)

Nombre científico	# potencial de individuos	Forma de vida
*Bacharis conferta (*hierba del carbobero)	20	Arbustiva
*Barkleyanthus salicifolius (*Jarilla)	45	Arbustiva
Opuntia streptacantha (nopal cardón)	12	Arbustiva
Opuntia huajuapensis (nopal chino)	8	Arbustiva
Opuntia imbricata (cardenche)	18	Arbustiva
Cylindropuntia tunicata (abrojo)	11	Arbustiva
Castilleja tenuiflora (calzón de indio)	40	Herbácea
Argemone platyceras (chicalote)	21	Herbácea
Yucca periculosa(izote)	7	Arbustiva
Agave salmiana (maguey pulquero)	2565	Arbustiva
Cyperus pallidicolor (zacate)	50	Herbácea
Berberis trifolia (Chichilcuáhuit)	2	Herbácea
Ipomea purpurea (campanitas)	1	Arbustiva
Stipa ichu (paja brava)	23	Herbácea
Juniperus deppeanaI (táscate)	38	Arbórea

En conclusión, la superficie que ocupará el proyecto actualmente es ocupada por la actividad agrícola en su totalidad, dentro de esta se pueden encontrar algunos individuos arbóreos y arbustivos principalmente entre los límites de algunas parcelas y que en su mayoría fueron sembrados principalmente los agaves y los nopales, el resto de las especies arbustivas y herbáceas se desarrollaron naturalmente de origen secundaria. Dichas especies registradas no forman ninguna masa forestal, bosque o formación vegetal que pudiera ponerse en riesgo la biodiversidad o genere algún desequilibrio ecológico.



IV.2.3 Fauna

Caracterización de la Fauna

La separación entre la región Neártica y Neotropical es ecológico-climática, siendo básicamente los sistemas montañosos los que hacen los límites entre las dos regiones. El límite entre las dos regiones no detiene en su totalidad la fauna característica de cada región, permitiendo que ambos elementos se mezclen y formen una zona de transición. Zoogeográficamente el SAR se sitúa dentro de la región neotropical, específicamente se halla inmerso en la provincia biótica del Eje Neovolcánico Transversal. La fauna que predomina es de origen neotropical, aunque no se descarta la presencia de especies de transición o especies compartidas entre las dos regiones (neártico y neotropical).

El predio del proyecto se localiza en la municipalidad de Tepeyahualco, en el Estado de Puebla, dentro de la provincia biótica del Eje Neovolcánico Transversal. Esta provincia es un conjunto de volcanes de diferentes edades, a partir del Mioceno medio y hasta el Plio-Pleistoceno, alineados alrededor del paralelo 19° N, que cruza el territorio mexicano de oeste (Cabo Corrientes, Nayarit) a este (Sierra de Chinconquiaco, Veracruz). Destacan entre ellos el Ceboruco en el extremo occidental (Nayarit), el Nevado de Colima (Colima-Jalisco), el Tancítaro (Michoacán), el Nevado de Toluca, el Popocatépetl, el Iztaccíhuatl, el Zempoaltépetl y el Citlaltépetl, que representan las elevaciones mayores en el relieve mexicano. El Eje Neovolcánico es un área muy compleja en origen y medio físico; por ello,

casi todos los tipos de vegetación están presentes, aunque predominan los bosques de coníferas (31%) y de encinos (28%). El resto del área está compuesto por pastizales, matorrales subalpinos, bosques mesófilos (en áreas de cañadas), vegetación ribereña y tierras urbanas y de cultivo. A pesar de que es difícil para varios autores delimitar esta provincia, es indudable que hay gran cantidad de taxones típicamente neovolcánicos, como *Cheilanthes decomposita*, *Elaphoglossum rufescens* (helechos), *Pinus ayacahuite var. veitchii*, *P. pseudostrobus* (pinos), *Agave inaequidens* y *A. horrida* (magueyes), *Quercus acutifolia var. xalapensis* (encino). Por otra parte, entre los vertebrados sobresalen *Eleutherodactylus angustidigitorum* (rana), *Crotalus polystictus* (víbora de cascabel), *Phrynosoma orbiculare cortezi*, *Sceloporus dugesi intermedius*, S. scalaris scalaris (lagartijas), *Peromyscus gratus gratus*, *P. melanophrys zamorae*, *Reithrodontomys chrysopsis chrysopsis* (ratones) y *Lampornis amethystinus brevirostris* (colibrí) (Espinosa, D., S. Ocegueda et *al*. 2008).

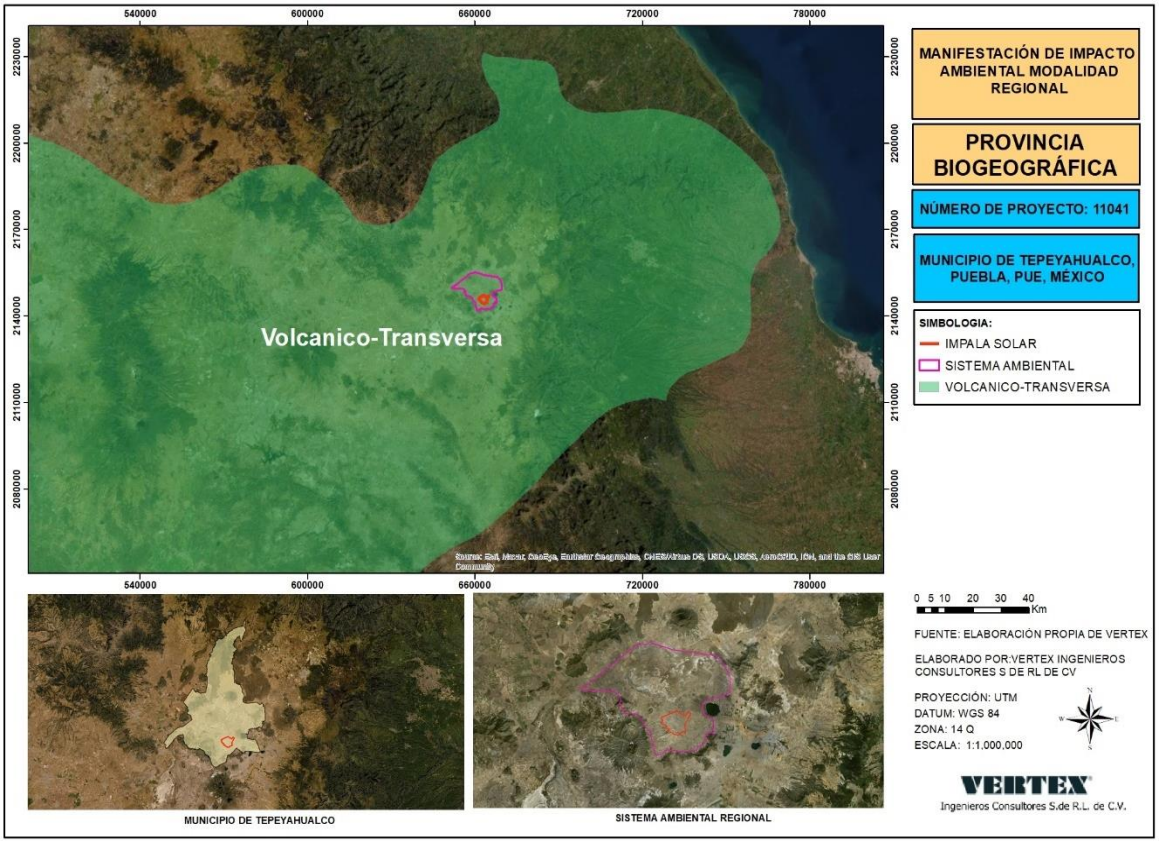


Figura 25.Ubicación biogeográfica de SAR

IV.2.3.1 Especies de fauna silvestre con presencia potencial para el Sistema Ambiental Regional

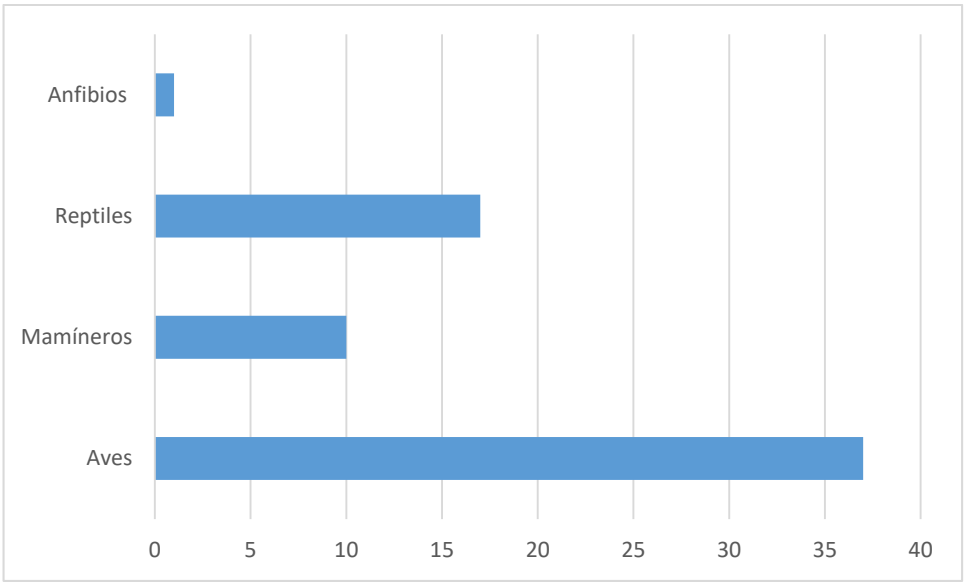
Habiendo identificado los trabajos faunísticos cercanos a nivel del Sistema Ambiental Regional delimitado para el proyecto, se integró un checklist de los vertebrados terrestres con mayor probabilidad de ocurrencia, eliminando aquellas especies que tienen una ocurrencia poco probable en la zona acorde a sus hábitos y afinidad de hábitat. Para hacer generar el listado potencial de especies se consideraron los siguientes trabajos: Los ofidios de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla. Puebla, México (Benítez Gálvez, J. E. 1997), Biodiversidad de reptiles en México (Flores-Villela & García-Vázquez, 2013), Observaciones preliminares sobre los anfibios y reptiles de los lagos-cráter de Puebla-Veracruz (Camarillo, J., 1998), Mamíferos de Tlaxcala, México (Jesús A. Fernández et al. 2015) y Estado actual de

los mamíferos silvestres de La Sierra Norte de Puebla (Peralta-Moctezuma, 2011), Avifaunas estatales de México, TLAXCALA (Fernández, J. A. et al. 2007).

Con la información contenida en los trabajos consultados, se determinó la posible distribución de algunas familias de vertebrados en la región; además, se consultaron las bases de datos de CONABIO: Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (SNIB, 2018), EncicloVida: http://www.enciclovida.mx/ (consultado en agosto de 2020) y Naturalista: https://www.naturalista.mx/ (consultado en agosto de 2020).

De acuerdo con la literatura consultada, los diferentes tipos usos de suelo y vegetación presentes y las condiciones ecosistémicas de conservación en el área delimitada del Sistema Ambiental Regional se tiene un estimado de 65 especies de vertebrados terrestres, de las cuales 37 son aves, 10 mamíferos, 17 reptiles y 1 anfibio. Es importante comentar que algunos de los trabajos con los que se integró el checklist potencial, consideran registros de varios años de mustreo, además debido a la dinámica de la fauna (constante movimiento), es factible que en algún momento algunas de estas especies puedan estar presente dentro del polígono delimitado para el presente proyecto.

Resulta sumamente importante destacar que la diversidad potencial presentada resulta poco apreciable comparada con regiones aledañas, debido a que el área del Sistema Ambiental Regional se halla inmersa en una zona destinada mayoritariamente al uso de suelo agrícola con asentamientos urbanos. Su grando de perturbación es sumamente evidente.



Grafica 1. Fauna con presencia potencial para el SAR

De las 83 especies de vertebrados con distribución potencial en el SAR, 13 se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De las cuales, 7 presentan la categoría de **Protección especial (PR)**; 1 anfibio, 3 aves y 3 reptiles. Mientras que 5 especies se catalogan como **Amenazadas (A)**; 3 reptiles, 1 mamífero y 1 ave. Finalmente, solo un ave se encuentra catalogada como **Probablemente extinta en el medio silvestre (E)**.

En la siguiente tabla se citan las especies con distribución potencial para el área delimitada del Sistema Ambiental Regional y se destacan aquellas mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 8.Especies de vertebrados con presencia potencial dentro del SAR delimitado para el proyecto.

Grupo faunístico	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	**Anatidae**	*Anser anser*	
Aves	**Anatidae**	*Anser anser domesticus*	
Aves	**Motacillidae**	*Anthus spragueii*	
Aves	**Corvidae**	*Aphelocoma woodhouseii*	
Aves	**Ardeidae**	*Ardea alba*	

Grupo faunístico	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	**Ardeidae**	*Ardea herodias*	
Aves	**Accipitridae**	*Buteo jamaicensis*	Pr
Aves	**Anatidae**	*Cairina moschata*	
Aves	**Anatidae**	*Cairina moschata domestica*	
Aves	**Scolopacidae**	*Calidris melanotos*	
Aves	**Trochilidae**	*Calothorax lucifer*	
Aves	**Charadriidae**	*Charadrius vociferus*	
Aves	**Picidae**	*Colaptes auratus*	E
Aves	**Thraupidae**	*Cyanerpes cyaneus*	
Aves	**Picidae**	*Dryobates scalaris*	
Aves	**Falconidae**	*Falco sparverius*	
Aves	**Rallidae**	*Fulica americana*	
Aves	**Fringillidae**	*Haemorhous mexicanus*	
Aves	**Hirundinidae**	*Hirundo rustica*	
Aves	**Accipitridae**	*Ictinia mississippiensis*	Pr
Aves	**Passerellidae**	*Junco phaeonotus*	Pr
Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	
Aves	**Passeridae**	*Passer domesticus*	
Aves	**Passerellidae**	*Passerculus sandwichensis*	A
Aves	**Podicipedidae**	*Podiceps nigricollis*	
Aves	**Icteridae**	*Quiscalus mexicanus*	
Aves	**Troglodytidae**	*Salpinctes obsoletus*	
Aves	**Tyrannidae**	*Sayornis saya*	
Aves	**Trochilidae**	*Selasphorus platycercus*	
Aves	**Parulidae**	*Setophaga coronata*	
Aves	**Parulidae**	*Setophaga coronata auduboni*	
Aves	**Turdidae**	*Sialia mexicana*	
Aves	**Fringillidae**	*Spinus psaltria*	
Aves	**Passerellidae**	*Spizella passerina*	
Aves	**Thraupidae**	*Sporophila morelleti*	
Aves	**Icteridae**	*Sturnella magna*	
Aves	**Troglodytidae**	*Thryomanes bewickii*	
Mamíferos	**Canidae**	*Canis latrans*	
Mamíferos	**Cricetidae**	*Peromyscus maniculatus*	A
Mamíferos	**Cricetidae**	*Peromyscus maniculatus fulvus*	
Mamíferos	**Geomyidae**	*Thomomys umbrinus*	
Mamíferos	**Heteromyidae**	*Dipodomys phillipsi*	

Grupo faunístico	Familia	Especie	NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	**Mephitidae**	*Mephitis macroura*	
Mamíferos	**Muridae**	*Neotomodon alstoni*	
Mamíferos	**Sciuridae**	*Otospermophilus variegatus*	
Mamíferos	**Sciuridae**	*Xerospermophilus perotensis*	
Mamíferos	**Vespertilionidae**	*Eptesicus fuscus*	
Reptiles	**Colubridae**	*Conopsis lineata*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Phrynosoma orbiculare*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Sceloporus horridus*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Sceloporus megalepidurus*	Pr
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Sceloporus mucronatus*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Sceloporus spinosus*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Sceloporus torquatus*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Sceloporus variabilis*	
Reptiles	**Phrynosomatidae**	*Phrynosoma orbiculare*	A
Reptiles	**Scincidae**	*Plestiodon brevirostris*	
Reptiles	**Teiidae**	*Aspidoscelis sackii*	
Reptiles	**Viperidae**	*Crotalus intermedius*	A
Reptiles	**Viperidae**	*Crotalus molossus*	Pr
Reptiles	**Viperidae**	*Crotalus molossus oaxacus*	
Reptiles	**Viperidae**	*Crotalus ravus*	A
Reptiles	**Viperidae**	*Crotalus scutulatus*	Pr
Reptiles	**Viperidae**	*Crotalus scutulatus salvini*	
Anfibios	**Ambystomatidae**	*Ambystoma taylori*	Pr

IV.2.3.2 Fauna registrada en la superficie del proyecto

Para llevar a cabo el análisis de la fauna presente en el área del poryecto, primeramente, se ubicaron sitios representativos o de especial interés apoyándose en el Sistema de Posicionamiento Global (GPS). Para la identificación de las especies faunísiticas se consultaron distintas bases de datos y listas potenciales publicadas para el área de estudio; así mismo, se contó con guías de identificación especializadas para los principales grupos faunísticos: National Geographic field guide to the birds of North America (Dunn, J., 2017), Aves comúnes de la Ciudad de México (del Olmo, G. 2013), Manual para el rastreo de

mamíferos silvestres de México (Aranda, J. 2012) y Peterson, A Field Guide to Reptiles & Amphibians: Eastern and Central North America (Powell, R., 1998) y las bases de datos de Cornell Lab of Ornithology (consultado en agosto de 2020).

Para llevar a cabo la cuantificación de las abundancias por especie por grupo faunístico, se realizaron 4 transectos de longitud variable por 30 metros de ancho c/u. También se realizaron 4 puntos de observación, circulares de 0.28 ha c/u. Los transectos y puntos fueron distribuidos de forma dirigida dentro del área del proyecto, considerando las zonas de mayor potencial faunístico (límites del predio del proyecto con remanentes de vegetación, limites de predios internos, linderos de vegetación inducida). El trabajo de muestreo en campo fue realizado el día 14 de agosto de 2020.

Durante el trabajo de campo realizado para el proyecto, se registró un total de 13 especies de vertebrados terrestres pertenecientes a 11 familias y 12 géneros, agrupados de la siguiente forma: 6 aves, 5 reptiles y 2 mamíferos. Es importante resaltar que esta información se obtuvo de conjuntar los registros faunísticos directos e indirectos de todos los transectos y puntos de observación realizados en el área del proyecto y límites de este. Como ya se mencionó, el muestreo se realizó en las zonas de mayor potencial biológico (arboledas, linderos con vegetación, límites predio y zonas donde los habitantes de la región destacaron de manera empírica), se despreció gran superficie del predio del proyecto ya que no se ubicaron dichos sitios de interés biótico. En la siguiente tabla se muestran las coordenadas de ubicación de los transectos y puntos realizados.

Tabla 9.Coordenadas de ubicación de los sitios de muestreo realizados en el área del proyecto.

Transecto/Punto de observación	Coordenadas UTM (WGS84 ZONA 14Q)		Vegetación asociada
	Inical	Final	
Transecto 1	664603 - 2146551	664034 - 2145696	Agricultura
Transecto 2	663959 - 2145770	663143 - 2145350	
Transecto 3	662968 - 2145261	663381 - 2146629	
Transecto 4	663453 - 2146728	663034 - 2147099	
Punto de observación 1	664695 - 2146595		
Punto de observación 2	664022 - 2145726		
Punto de observación 3	663118 - 2145367		
Punto de observación 4	663445 - 2146652		

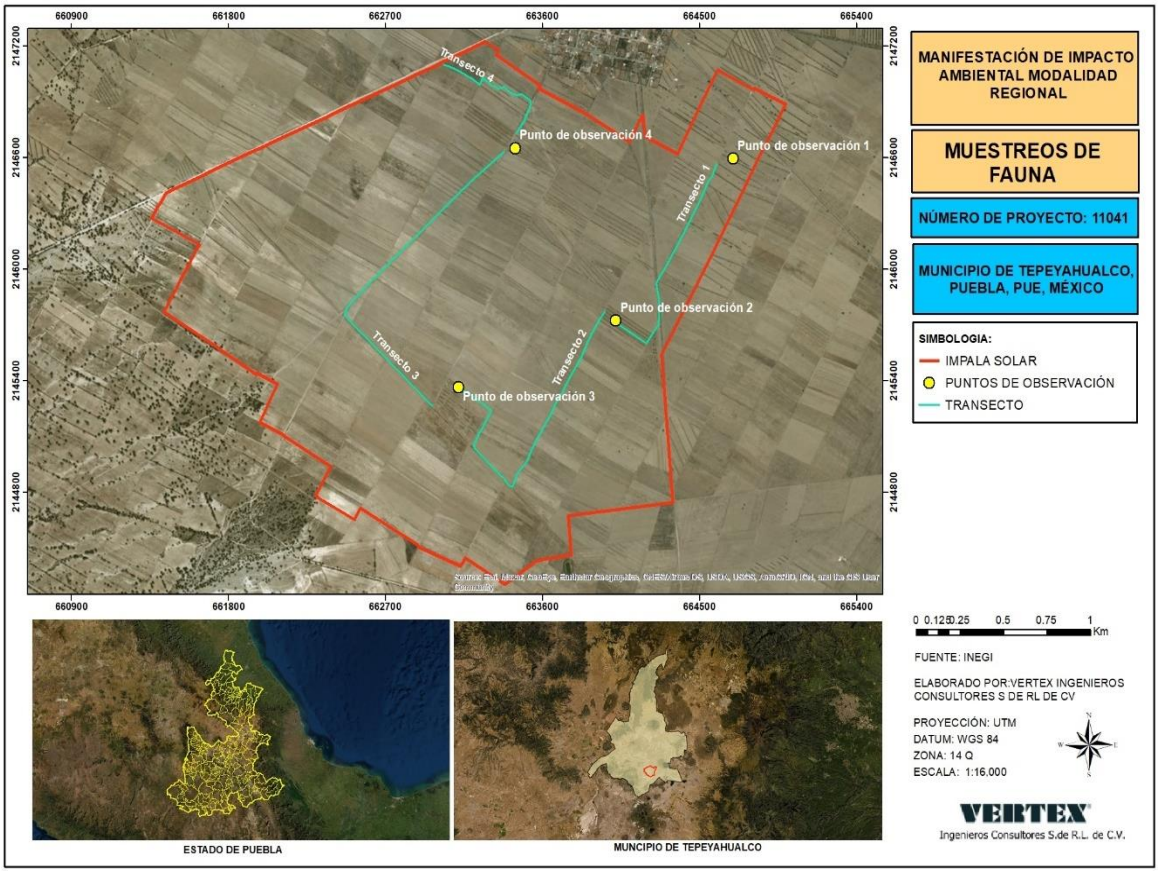


Figura 26.Distribución de los transectos y puntos de observación para fauna en el área del proyecto

En los siguientes apartados, se presentan los resultados de muestreo por grupo faunístico para el área del proyecto:

- **Aves**

Durante los trabajos de campo se obtuvo el registro de 6 especies, las cuales fueron observadas dentro del polígono donde se pretende edificar el proyecto: *Haemorhous mexicanus* (pinzón mexicano), *Passer domesticus* (gorrión común), *Melozone fusca* (rascador viejita), *Spinus psaltria* (dominico), *Sturnella magna* (pradero tortillaconchile) e *Hirundo rustica* (golondrina). Resulta sumamente importante destacar que debido a su alta capacidad de desplazamiento (vuelo), este grupo de vertebrados es el menos afectado por

el emplazamiento del proyecto. Los registros de las aves provienen de observaciones directas con apoyo de cámara digital con lente óptico de 75-300 mm y binoculares de 10x 50x. En la siguiente tabla se muetran las densidades de muestreo por especie.

Tabla 10. Abundancias registradas para el grupo de las aves en el área del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia de muestreo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Fringillidae	*Haemorhous mexicanus*	Pinzón mexicano	17	---
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión común	18	---
Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	15	---
Fringillidae	*Spinus psaltria*	Dominico	1	---
Icteridae	*Sturnella magna*	Pradero tortillaconchile	1	---
Hirundinidae	*Hirundo rustica*	Golondrina	13	---



Photograph #1: *Haemorhous mexicanus*



Photograph #2: *Passer domesticus*



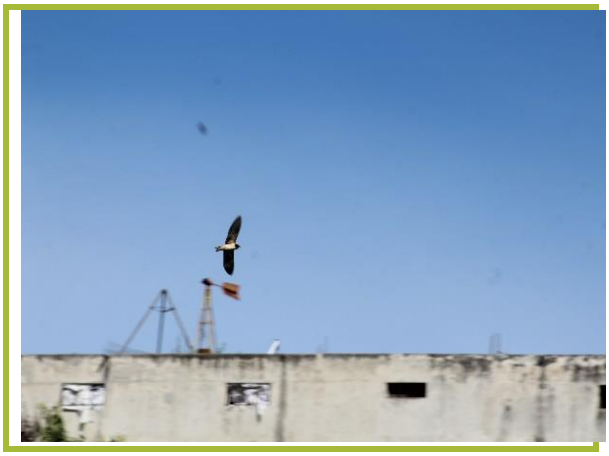
Photograph #3: *Melozone fusca*



Photograph #4: *Spinus psaltria*



Photograph #5: *Sturnella magna*



Photograph #6: *Hirundo rustica*

- **Mamíferos**

Durante los trabajos de campo se obtuvo únicamente el registro directo de dos especies: *Otospermophilus variegatus* (ardillón de roca) y *Thomomys umbrinus* (tuza).

Otospermophilus variegatus es un animal solitario de habitos diurnos y terrestres. Crea madrigueras suterraneas áreas de pastizales y matorrales xerófilos, pero es común observarlo en campos de cultivo (como en el predio del proyecto). Sus poblaciones no se registran como amenazadas. Por otra parte, ***Thomomys umbrinus*** es una especie de amplia

distribución que habita por lo común terrenos de cultivo atraída por la disponibilidad de recursos, sus poblaciones no se registran en riesgo.

Tan baja diversidad registrada puede explicarse dado que el predio donde se pretende edificar el proyecto se halla en una región altamente perturbada destinada primordialmente a la agricultura, los remanentes de vegetación orginal que pueden fungir como corredores y conectores biológicos entre parches de vegetación son prácticamente nulos. Esta situación ha obligado a la fauna de este grupo a resagarse hacia zonas más conservadas fuera de las áreas destinadas a la agricultura donde son altamente vulnerables.

Tabla 11. Abundancias registradas para el grupo de los mamíferos en el área del proyecto.

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia de muestreo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Sciuridae	*Otospermophilus variegatus*	Ardillón de roca	1	---
Geomyidae	*Thomomys umbrinus*	Tuza	2	---



Photograph #7: *Otospermophilus variegatus*



Photograph #8: *Thomomys umbrinus*

- **Reptiles:**

Durante el trabajo de campo se obtuvo el registro directo de cinco especies pertenecientes al grupo de los reptiles: *Aspidoscelis sackii* (cuije), *Sceloporus megalepidurus* (lagartija), *Sceloporus spinosus* (lagarto espinoso), *Phrynosoma orbiculare* (camaleón de montaña) y *Crotalus ravus* (cascabel pigmea mexicana).

Aspidoscelis sackii *s*e trata de una especie endémica de México, con distribución en la cuenca alta del Balsas (Walker, 1981), es de hábitos terrestres y prefiere zonas con vegetación arbustiva. Dentro del predio del proyecto fue en los linderos con arbustos (*Opuntia* y *Agave*) donde la especie mostró especial preferencia, al ser las únicas zonas que le brindan refugio y protección contra la depredación. Debido al carácter de endemismo y al papel que juega esta especie en el ecosistema, previo al comienzo de las actividades de construcción del proyecto se sugiere llevar a cabo acciones de rescate y reubicación de los individuos de la especie.

Sceloporus megalepidurus fue la especie con la mayor abundancia registrada (26 individuos). Se trata de una especie endémica de México, sujeta **Protección especial (Pr)** por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Según la literatura consultada (Modelado de la distribución geográfica de las especies incluidas en los grupos *Sceloporus grammicus*, *Sceloporus megalepidurus* y *Sceloporus torquatus* (Phrynosomatidae: Squamata), Mejía, O. Romero-León, Y. y Martínez-Méndez, N., 2014) el área del proyecto se halla inmersa en la región de distribución potencial de la especie (oeste de Veracruz, noreste de Puebla, Tlaxcala e Hidalgo). Durante el trabajo de campo se le registro especialmente utilizando como refugio a los individuos de *Agave salmiana*. Debido a su situación de protección, se sugiere llevar a cabo acciones de rescate y reubicación de los individuos de la especie.

La especie ***Phrynosoma orbiculare*** aunque solo se registro en dos ocasiones, las entrevistas con los pobladores confirman que es poco frecuente hayarlos dentro del la superficie del que ocupará el proyecto. Se trata de una espcie que se distribuye desde el norte del país hasta el sureste de la planicie mexicana (Méndez de la Cruz et al. 2002), habita principalmente bosques de pino-encino y matorral espinoso; sin embargo, no se limita a estas áreas. Se le puede encontrar durante el día por lo cual es considerada una especie de hábitos diurnos. *P. orbiculare* es una especie endémica y se encuentra **Amenazada (a)** según la NOM-059-SEMARNAT-2010. En este sentido, se sugiere llevar a cabo acciones de rescate y reubicación previo al inicio de las actividades de construcción del poryecto.

Crotalus ravus es una serpeinte endémica del territorio mexicano y se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo la categoría de **Amenazada (A)**. Habita regiones húmedas, templadas y secas. Dentro del área del proyecto es en los linderos inducidos de *Agave salmiana* donde la especie encuentra sus sitios de refugio, se ve especialmente atraída por los roedores dentro de la zona de cultivos. Debido a su carácter de endemismo y su estatus de Amenzada, se sugiere llevar a cabo actividades de rescate y reubicación previo al inicio de las obras del proyecto.

Tabla 12.Abundancias registradas para el grupo de los reptiles en el área del proyecto

Familia	Especie	Nombre común	Abundancia de muestreo	NOM-059-SEMARNAT-2010
Teiidae	*Aspidoscelis sackii*	Cuije	9	---
Phrynosomatidae	*Sceloporus megalepidurus*	Lagartija	26	Pr
Phrynosomatidae	*Sceloporus spinosus*	Lagarto espinoso	4	
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Camaleón de montaña	2	A
Viperidae	*Crotalus ravus*	Cascabel pigmea mexicana	1	A



Photograph #9: *Aspidoscelis sackii*



Photograph #10: *Sceloporus megalepidurus*



Photograph #11: *Sceloporus spinosus*



Photograph #12: *Phrynosoma orbiculare*

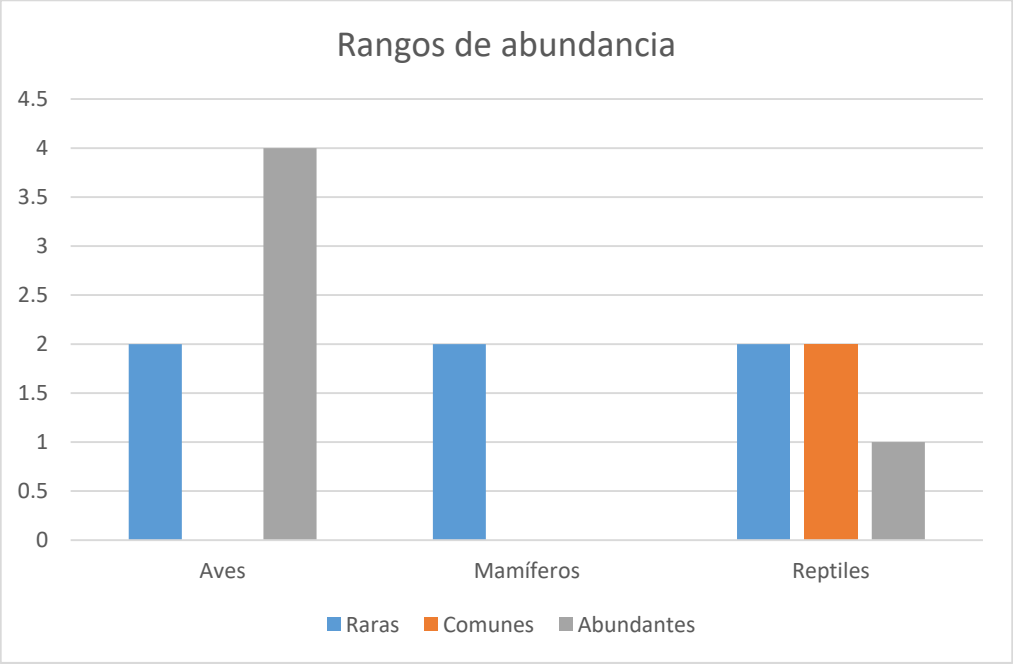


Photograph #13: *Crotalus ravus*

Abundancia de las especies de fauna silvestre registrada en el área del proyecto

La información reportada dentro de la superficie del proyecto corresponde a la abundancia relativa, es decir; número de individuos presentes dentro de una muestra o un área determinada. Para describir los datos de abundancia se consideran como raras a aquellas especies que presentan de 1 a 2 individuos, comunes las que agrupan de 3 a 9 y abundantes para aquellas especies que tienen 10 o más individuos reportados durante los trabaos de campo (Lazcano-Barrera et.al., 1992, Gonzalez-García, 1992 y Bybby et.at., 2000).

En este sentido, de acuerdo con los resultados de los trabajos de campo, se contabiliza (directamente) un total de 13 especies de vertebrados, de los cuales 6 son aves, 2 mamíferos y 5 reptiles. Considerando estos registros se tienen 6 especies raras (2 aves, 2 mamíferos y 2 reptiles), 2 comunes (reptiles) y 5 especies abundantes (4 aves y 1 reptil).



Grafica 2. Rangos de abundancia para todos los vertebrados reportados en el área del proyecto

Análisis de diversidad

En este apartado se presentan los índices de diversidad calcaludos para cada grupo faunístico en el área del proyecto.

- **Aves**

Índice de Margalef

La riqueza específica es un concepto simple de interpretar que se relaciona con el número de especies presentes en la comunidad. Entonces, puede parecer que un índice apropiado para caracterizar la riqueza de especies de una comunidad sea el "número total de especies" (S). Sin embargo, es prácticamente imposible enumerar todas las especies de la comunidad y, como S depende del tamaño de la muestra, es limitado como índice comparativo. Los índices propuestos para medir la riqueza de especies, de manera independiente al tamaño de la muestra, se basan en la relación entre S y el "número total de individuos observados" o (n), que se incrementa con el tamaño de la muestra.

$$\boldsymbol{Margalef = \frac{S-1}{Ln(n)}}$$

En este sentido el cálculo del índice de Margalef para el grupo de las aves del área de estudio arrojó un valor de **1.1978;** es decir**, una diversidad baja**. Este índice se comprende en una escala donde valores inferiores a 2.0 son relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5.0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad. En este sentido, el área de estudio presenta una baja diversidad de avifauna inducida por el alto nivel de disturbio.

Índice de Simpson (D)

Los índices de diversidad incorporan en un solo valor a la riqueza específica y a la equitabilidad de una comunidad biológica. El índice de Simpson es una fórmula que se utiliza en ecología para cuantificar la biodiversidad de un hábitat. Este toma en cuenta la cantidad de especies presentes en el hábitat, así como la abundancia de cada especie. Se calcula con la siguiente fórmula:

$$D = \sum_{i=1}^{S} \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n-1)}$$

Por otra parte, el índice de Simpson (D) se deriva de la teoría de probabilidades, y mide la probabilidad de encontrar dos individuos de la misma especie en dos "extracciones" sucesivas al azar sin "reposición". En principio esto constituye una propiedad opuesta a la diversidad, se plantea entonces el problema de elegir una transformación apropiada para obtener una cifra correlacionada positivamente con la diversidad; es decir, una cifra interpretable en este ámbito. Para tal fin se aplica la siguiente transformación:

$$\boldsymbol{D} = 1 - D$$

En este sentido, el valor calculado del índice de Simpson para el grupo de las aves del área de estudio es de **0.7731, tal valor indica una diversidad media**, donde 1 refiere a comunidades altamente diversas. Es importante destacar que este índice brinda un peso mayor a las especies abundantes, subestimando las especies raras. En este sentido es perceptible que tal valor obtenido para esta comunidad se ve beneficiado por aquellas especies dominantes (*Passer domesticus y Haemorhous mexicanus*) del área de estudio, las cuales se caracterizan como especies generalistas y de amplia distribución.

Índice de Shannon-Wiener (H´)

Este índice se basa en la teoría de la información (mide el contenido de información por símbolo de un mensaje compuesto por S clases de símbolos discretos cuyas probabilidades de ocurrencia son pi ...pS) y es probablemente el de empleo más frecuente en ecología de comunidades. En un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad "extensa" de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos. Por lo tanto, H' = 0 cuando la muestra contenga solo una especie, y, H' será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni; es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa (H'max). Se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\boldsymbol{H' = -\sum_{i=1}^{S} (Pi * Log_2 Pi)}$$

En este sentido, el índice de Shannon-Wiener para el grupo de las aves arrojó un valor de **1.4951; es decir, baja diversidad**. Este índice se cuantifica en un rango donde valores cercanos a 1 se consideran poco diversos y diversos cuando se encuentra cercano a 4.5. Por otra parte, el grupo de las aves muestra **valores altos de equitatividad** (**0.8344**), debido a que unicamente dos aves se encuentran fuera del rango de abundancia del resto de especies.

Tabla 13. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de las aves

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
Haemorhous mexicanus	17	0.2615	-1.3412	-0.3508
Passer domesticus	18	0.2769	-1.2840	-0.3556
Melozone fusca	15	0.2308	-1.4663	-0.3384

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
Spinus psaltria	1	0.0154	-4.1744	-0.0642
Sturnella magna	1	0.0154	-4.1744	-0.0642
Hirundo rustica	13	0.2000	-1.6094	-0.3219
	65	**1**	**0**	**0**

Tabla 14. Índices de diversidad registrados para el grupo de las aves en el área del proyecto

Indice	Valor calculado	Rango	Diversidad
Margalef	1.1978	0 - 5	Baja
Simpson	0.7731	0 -1	Media
Shannon	1.4951	1 -4.5	Baja
Equitatividad	0.8344	0 -1	Alta

- **Mamíferos**

En lo referente al índice de Margalef para el grupo de los mamíferos, el cálculo demostró valores bajos (0.9102) debido a la baja diversidad, al solo registrarse dos especies. El valor calculado del índice de Simpson para este grupo del área de estudio es de 0.6667, este indica una diversidad media, debido a que solo se tienen dos especies. Finalmente, el índice de Shannon-Wiener para el grupo de los reptiles arrojó un valor de 0.6365; es decir, una diversidad baja. Además, se muestra un valor alto de equitatividad (0.9183).

Tabla 15. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de los mamíferos

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
Otospermophilus variegatus	1	0.3333	-1.0986	-0.3662
Thomomys umbrinus	2	0.6667	-0.4055	-0.2703
	3	**1**	**0**	**0**

Tabla 169. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de los mamíferos

Indice	Valor calculado	Rango	Diversidad
Margalef	0.9102	0 - 5	Baja
Simpson	0.6667	0 -1	Media
Shannon	0.6365	1 -4.5	Baja
Equitatividad	0.9183	0 -1	Alta

- **Reptiles**

El índice de Margalef para el grupo de los reptiles, el cálculo demostró **valores bajos (1.0702)** debido a la baja diversidad, al solo registrarse cinco especies. El valor calculado del índice de Simpson para este grupo del área de estudio es de **0.5726, este indica una diversidad media**, debido a que solo se tiene una especie dominante. Finalmente, el índice de Shannon-Wiener para el grupo de los reptiles arrojó un valor de **1.0849; es decir, una diversidad baja**. Además, se muestra un **valor medio de equitatividad** (**0.6741**).

Tabla 20. Cálculo de los aspectos estructurales para el grupo de los reptiles.

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
Aspidoscelis sackii	9	0.2143	-1.5404	-0.3301
Sceloporus megalepidurus	26	0.6190	-0.4796	-0.2969
Sceloporus spinosus	4	0.0952	-2.3514	-0.2239
Phrynosoma orbiculare	2	0.0476	-3.0445	-0.1450
Crotalus ravus	1	0.0238	-3.7377	-0.0890
	42	**1**	**0**	**0**

Tabla 20. Índices de diversidad registrados para el grupo de los reptiles en el área del proyecto.

Indice	Valor calculado	Rango	Diversidad
Margalef	1.0702	0 - 5	Baja
Simpson	0.5726	0 -1	Media
Shannon	1.0849	1 -4.5	Baja
Equitatividad	0.6741	0 -1	Media

- **Diversidad para la comunidad faunística**

Por otra parte, se calcularon los ínices de diversidad antes mencionados para toda la comunidad faunística registrada en el área del proyecto, a fin de obtener panorama general de la diversidad. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Se trata de una comunidad faunística poco diversa dada la riqueza de especies (13); además, cuatro de ellas resultan dominantes (*Sceloporus* megalepidurus, *Haemorhous mexicanus, Passer domesticus* y *Melozone fusca*) lo que proyecta un alto índice de Simpson (0.8597) y disminuye el de Shannon (2.0918); sin embargo, el resto de las especies muestran abundancias similares, es así que la equitatividad muestra valores apreciables 0.8155).

Tabla 21. Cálculo de los aspectos estructurales para la comunidad faunística del área de estudio

Especies	Abundancia	Abundancia relativa (Pi)	Ln(Pi)	Pi*Ln(Pi)
Haemorhous mexicanus	17	0.1545	-1.8673	-0.2886
Passer domesticus	18	0.1636	-1.8101	-0.2962
Melozone fusca	15	0.1364	-1.9924	-0.2717
Spinus psaltria	1	0.0091	-4.7005	-0.0427
Sturnella magna	1	0.0091	-4.7005	-0.0427
Hirundo rustica	13	0.1182	-2.1355	-0.2524
Aspidoscelis sackii	9	0.0818	-2.5033	-0.2048
Sceloporus megalepidurus	26	0.2364	-1.4424	-0.3409
Sceloporus spinosus	4	0.0364	-3.3142	-0.1205
Phrynosoma orbiculare	2	0.0182	-4.0073	-0.0729
Crotalus ravus	1	0.0091	-4.7005	-0.0427
Otospermophilus variegatus	1	0.0091	-4.7005	-0.0427
Thomomys umbrinus	2	0.0182	-4.0073	-0.0729
	110	**1**	**0**	**0**

Tabla 22. Índices de diversidad registrados para la comunidad faunística en el área del proyecto

Indice	Valor calculado	Rango	Diversidad
Margalef	2.5529	0 - 5	Media
Simpson	0.8597	0 -1	Alta
Shannon	2.0918	1 -4.5	Baja
Equitatividad	0.8155	0 -1	Alta

Los apenas apreciables valores de diversidad faunística obtenidos son justificables dadas las condiones actuales del área del proyecto, la cual se halla inmersa en una regíon

primordialmente destinada a la agricultura, con apenas algunos indiviudos arbustivos distribuidos en los límites de los predios; además, presenta un marcado nivel de disturbio. Dichas condiciones resultan altamente desfavorables para la fauna. En las fotografías siguientes se muestra el escenario actual del área de estudio.



Photograph #14: Contaminación en el predio del proyecto



Photograph #15: Actividades de pastoreo en el predio del proyecto



Photograph #16: Áreas desprovistas de vegetación



Photograph #17: Linderos de vegetación inducida



Photograph #18: Superficie dominada por agricultura



Photograph #19: Áreas desprovistas de vegetación



Photograph #20: Caminos internos en el predio del proyecto



Photograph #21: Infraestructura en el predio del proyecto



Photograph #22: Linderos de vegetación inducida



Photograph #23: Actividades de agricultura en el predio del proyecto



Photograph #24: Toma de fotografías



Photograph #25: Búsqueda de fauna silvestre en refugios potenciales

IV.2.3.3 Especies registradas en el área de proyecto (ap) con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010

En el caso de la fauna registrada de manera directa para el proyecto (13 especies), sólo 3 especies se encuentran catalogadas bajo NOM-059-SEMARNAT-2010, mencionando que todas pertenecen al grupo de los reptiles: *Sceloporus megalepidurus* sujeta a Protección especial (Pr)*, Phrynosoma orbiculare* catalogada como Amenazada (A) y *Crotalus ravus* catalogada como Amenazada (A).

En este sentido, debido a su carácter vulnerabilidad y protección, se recomienda llevar a cabo acciones de rescate y reubicación previo al inicio de las actividades de construcción del proyecto. A fin de preservar el bienestar de las poblaciones de dichas especies.



IV.2.4 Paisaje

En esta sección se desarrolla una evaluación de la calidad visual del paisaje asociado al proyecto dentro de una cuenca visual.

El análisis de cuenca visual está orientado a establecer valoraciones de fragilidad visual tomando en cuenta su tamaño, compacidad y forma. La cuenca visual está asociada al paisaje, es parte de él y puede presentarse en cierta medida dependiendo de la geografía del sitio, por lo tanto, el paisaje es un conjunto de factores que siempre estará presente desde el punto de vista de un observador, que puede ser cualquier individuo. Al analizar las cuencas visuales se está realizando un estudio espacial del lugar en donde se desarrollarán ciertas actividades, dicho análisis es complementado mediante cartografía o sistemas de información geográfica (SIG).

Las cuencas visuales se pueden analizar dependiendo las características visuales:

- Forma: se relaciona con su forma geométrica que está delimitada visualmente siendo circular, alargada o irregular.
- Tipos de vistas: se relaciona con las vistas obtenidas de la cuenca; pueden ser panorámica (límites lejanos y vista generalizada del lugar), focalizadas (por lo general son cuencas muy cerradas, donde la vista se enfoca directamente hacia un punto específico) o cerradas (podemos ver primeros y segundos planos).

- Tamaño de la cuenca: es la cantidad de área vista desde el punto de observación, puede ser, grande, mediana o pequeña.
- Compacidad: puede ser mayor o menor dependiendo la cantidad de zonas ocultas.

La observación directa es uno de los métodos para determinar la cuenca visual, el observador se integra al terreno. De ahí es importante que los rasgos o características de un paisaje sean definidos y valorados para realizar un análisis y diferenciación: formas del terreno, suelo y roca, agua, vegetación y uso del suelo, intervenciones antrópicas. Cada uno de estos parámetros forman parte, en conjunto, de las características que posee un paisaje y dependiendo su valor intrínseco brindarán menor o mayor calidad visual en el paisaje.

De esta forma se llevó a cabo la modelación por medio de Google Earth (2020), de la cuenca visual en base a su forma, definiendo una cuenca circular tomando en cuenta la morfología del terreno la cual no sobre pasa del 0-11% de pendiente y la altura de la vegetación de 4 m aproximadamente. La cuenca se visualiza en la siguiente figura:

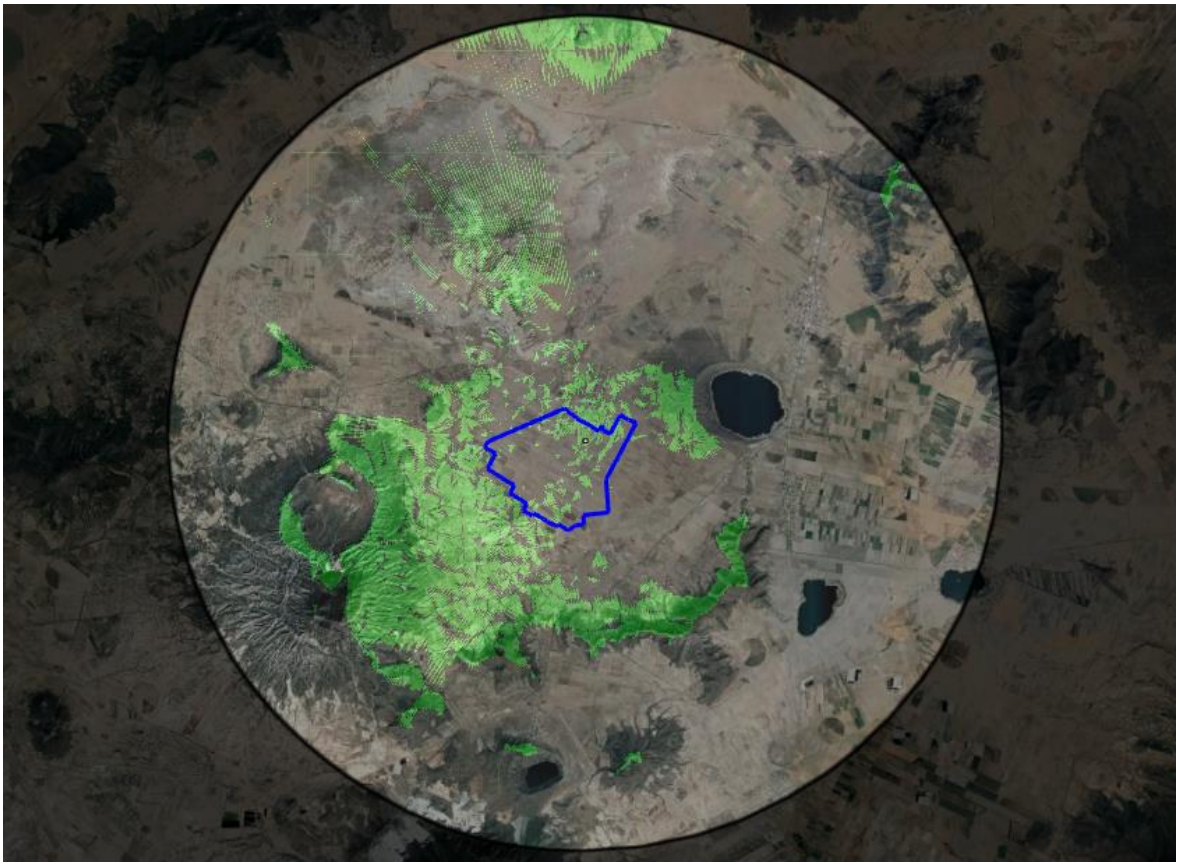


Figura 29. Ubicación de la Cuenca Visual respecto al proyecto.

Por otra parte, el área de influencia indirecta del proyecto se extiende a hasta el punto en el que el proyecto puede ser visible, esto es, el impacto ambiental que se da sobre el paisaje, el cual se encuentra en función de su ubicación con respecto a las poblaciones aledañas.

En la siguiente figura se muestran las localidades con visibilidad del campo de las celdas fotovoltaicas del proyecto. Unicamente muestra influencia sobre la localidad de Itzoteno, Techachalco y Jalapasco (área color verde). Sin embargo, no hay visibilidad del campo de las celdas fotovoltaicas desde las localidades: El salado, San José Alchichica, Chihicuautla y San Luis Atexcac (área gris)

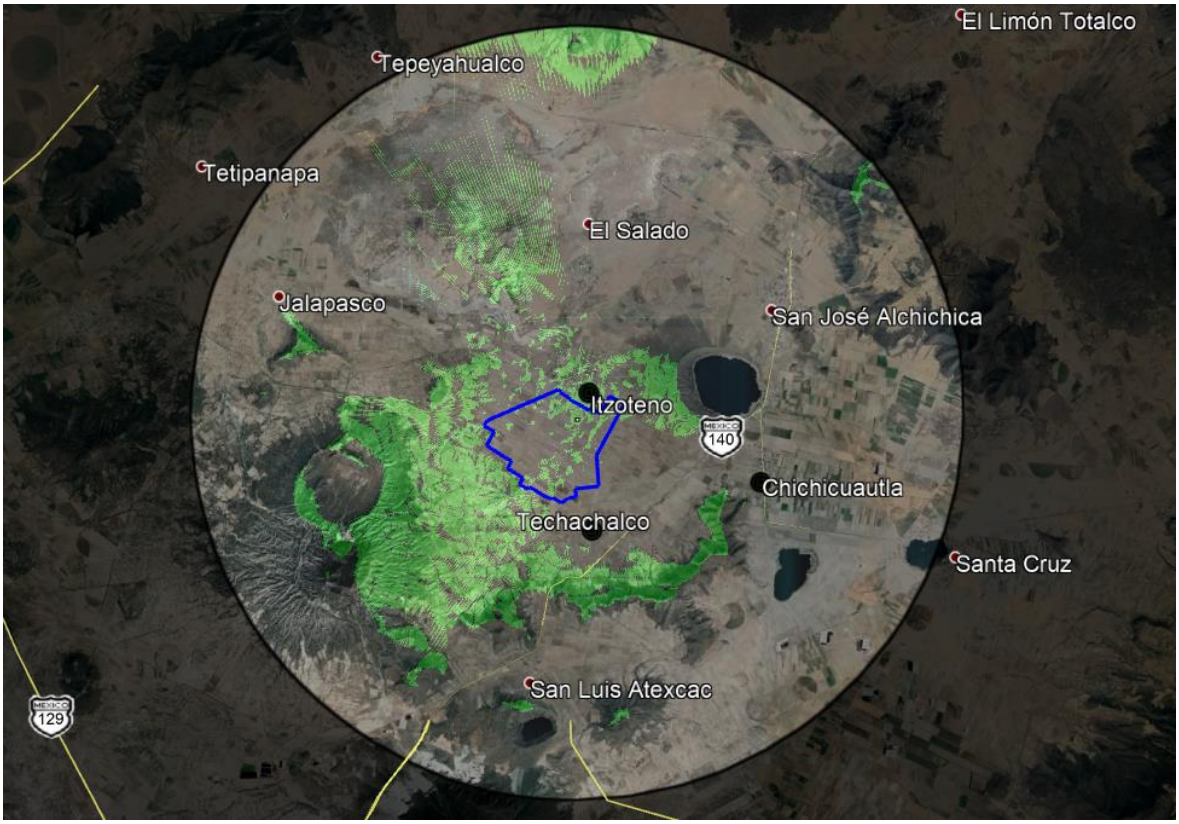


Figura 270. Localidades cercanas al proyecto. Cuenca visual

IV.2.4.1 Calidad visual

Una vez definida la cuenca visual, para el análisis de la calidad y la fragilidad se siguió el siguiente procedimiento.

Se consideraron los atributos paisajísticos (AP) dentro de la cuenca visual y la escala de calidad visual o escénica propuesta por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USDA 1974; citado en Canter 1998). Los atributos, se adecuaron al tipo de proyecto y área de estudio. El USDA define tres clases de variedad o de calidad escénica según los atributos biofísicos de un territorio, para este estudio se tomaron en cuenta los siguientes: morfología o topografía, vegetación, fauna, hidrología, urbanización.

- Clase **A.** Calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes
- Clase **B**. Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región a evaluar, y no excepcionales
- Clase **C.** De calidad baja, áreas con muy poca variedad en forma, color, línea y textura.

A la Clase A se le confiere un valor de 3, a la B un valor de 2 y a la C un valor de 1, de tal forma que se tiene que el máximo valor de calidad paisajística que una zona puede obtener es de 15 (considerando 5 atributos por evaluar) y el más bajo es de 5. La suma de todos los valores asignados a cada variable del paisaje da la clase paisajística final. Los rangos de valoración se establecieron de la siguiente manera:

Valores entre 5 – 7 = Clase C (calidad paisajística baja)
Valores entre 8 – 12 = Clase B (calidad paisajística media)
Valores entre 13 – 15 = Clase A (calidad paisajística alta)

Para fines del proyecto, se utilizó la siguiente nomenclatura para los atributos de paisaje, los siguientes: (AP1) morfología o topografía, (AP2) vegetación, (AP3) fauna, (AP4) presencia de agua y (AP5) grado de urbanización, este último constituye un factor extrínseco, pero se consideró para determinar en qué grado el factor humano afecta las características del paisaje. De esta forma se evalúan los elementos que intervienen en la formación del paisaje, es decir, aquellos que definen su calidad visual intrínseca. La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (AP) se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que elaboró el estudio de impacto ambiental, para lo cual se consideró la información que se recabó durante los recorridos de campo. Se enfatiza que la valoración de paisaje corresponde al área circundante al proyecto.

En la siguiente tabla se presenta la valoración, para la unidad ambiental que se forma en la cuenca visual y el SAR.

Tabla 173. Valoración de la calidad ambiental para la cuenca visual.

Calidad del paisaje	AP-1	AP-2	AP-3	AP-4	AP-5	Total	Clase de calidad del paisaje
Llanura con lomeríos con Agricultura de temporal anual	2	1	1	1	1	6	**BAJA**

De acuerdo con la información contenida en la tabla anterior, a nivel de cuenca visual y de SAR se identificó que prevalece una calidad baja.

Los inventarios de los recursos visuales dentro de la cuenca corresponden a:

Áreas de interés escénico: El relieve que constituye el fondo escénico presenta geoformas de lomerios.

Hitos visuales de interés: No se presentan hitos visuales de interés en el sitio.

Cubierta vegetal dominante: En el sitio de estudio se aprecian principalmente áreas magnificadas para la agricultura.

Presencia de fauna: En el sitio la posibilidad de observar especies de fauna de interés visual es menor. Sin embargo, se identificaron algunas espcies de cierto interés y se reportan algunas otras de manera indirecta.

A continuación, se describe la unidad ambiental a la que corresponde al SAR y la cuenca visual, en esta se determinó con base a la caracterización de los especialistas que se tiene una calidad visual baja.

Llanura con lomeríos con Agricultura de temporal anual: esta formación se caracteriza por presentar grandes extensiones de terreno plano, con algunas elevaciones suaves. Regionalmente la zona se percibe como una planicie donde se desarrollan actividades agrícolas resaltando los cultivos de maíz principalmente. A los límites del SAR y la cuenca visual se perciben algunas elevaciones topográficas.



Figura 281. Desarrollo de actividades agrícolas dentro de la zona de la Cuenca visual.



Figura 292. Desarrollo de actividades agrícolas dentro de la zona de la Cuenca visual.

IV.2.4.2 Fragilidad Ambiental

La fragilidad o la vulnerabilidad ambiental, considera la susceptibilidad del ambiente a ser afectado en su funcionamiento y/o condiciones intrínsecas por la localización y desarrollo de cualquier proyecto y sus áreas de influencia (Benítez 2007). Evaluando la susceptibilidad y resiliencia de las variables características del ambiente, por efecto de las acciones previstas en la fase preliminar del proyecto.

La fragilidad ambiental implica la definición de una escala de valoración, para indicar el grado de susceptibilidad del medio en relación con el agente generador de perturbaciones. Las clases en cuestión y las valoraciones asignadas, de acuerdo con una escala que indica más bien cualidad que cantidad, están enfocadas particularmente en las variables consideradas más relevantes para el proyecto.

Se consideran como clases de sensibilidad las siguientes:

- **Fragilidad Muy baja**: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.
- **Fragilidad Baja**: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin problemas las acciones del Proyecto, donde la recuperación, si bien no podría ocurrir en forma natural, puede darse con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla.
- **Fragilidad Media**: se agrupan aquellos criterios donde existe un equilibrio ecológico o social frágil. Por lo que su recuperación y control exige, al momento de ejecutar un proyecto, la aplicación de medidas que involucran alguna complejidad.
- **Fragilidad Alta**: se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican significativamente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos mitigantes.
- **Fragilidad Muy alta**: se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican irreversiblemente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos compensatorias.

El análisis de cada sensibilidad requiere la estructuración de una serie de aspectos que permitan describir el comportamiento del ambiente ante las acciones perturbadoras. Los Componentes Ambientales son las variables que caracterizan el ambiente del área de estudio.

Tabla 184. Componentes Ambientales considerados para el análisis de sensibilidad ambiental

Componente	Aspecto	Criterio
Físico	Fisiografía	Pendiente
		Altura
		Amplitud del terreno
	Geotecnia	Compacidad
		Capacidad portante
Biológico	Flora y Fauna	Complejidad estructural
		Cobertura
		Caducidad
		Valor como hábitat

IV.2.4.3 Fragilidad del medio físico

Como fragilidad ambiental se entiende a la capacidad del medio para asimilar las alteraciones de un proyecto y en el componente físico está referido principalmente a la relación indirecta con la estabilidad del suelo. En ese sentido, la sensibilidad o fragilidad del espacio geográfico es determinada por la extensión, intensidad y frecuencia de procesos geomorfológicos activos que modelan el paisaje y por su potencial erosivo condicionado por las características geológicas, geomorfológicas, climáticas y vegetales del medio, que propician el desarrollo de estos procesos para un determinado espacio y momento.

Los niveles de fragilidad son determinados por el método heurístico multivariable de combinación de criterios, que corresponden principalmente a aspectos fisiográficos (pendiente, altura y amplitud del terreno) y geotécnicos (compacidad y capacidad portante del terreno). A los atributos particulares de estos criterios se asigna un valor referido a una serie de datos representativos y cuantificable.

La evaluación depende básicamente de las condiciones intrínsecas de los principales factores ambientales: clima, vegetación, hidrología, fisiografía y geología. Estos factores determinan una serie de aspectos físicos, siendo los más relevantes para el estudio los fisiográficos y geotécnicos, porque reflejan la aptitud del terreno para tolerar actividades exógenas, los cuales son cuantificados y valorados. Los factores climáticos y de vegetación condicionan estos aspectos y son considerados en el análisis de modo cualitativo.

Los aspectos físicos considerados en el estudio se componen de los siguientes aspectos, criterios y atributos:

Tabla 195. Factores de fragilidad física

Aspectos	Criterios	Atributos	Descripción	Valor
Fisiografía	Pendiente	Plana	0-4%	1
		Plano-ondulada	0-8%	2
		Ligeramente inclinada	8-25%	3
		Inclinada	25-75%	4
		Muy Inclinada	75% a mas	5
	Altura	Muy Bajo	0 – 10m	1
		Bajo	11 – 20 m	2
		Medio	21 – 50 m	3
		Alto	51 - 70	4
		Muy Alto	71 m a mas	5
	Amplitud del terreno	Terrazas	extensa	1
		Cimas amplias	5 a 10 m	3
		Cimas abovedadas	2 a 5 m	4
		Cimas afiladas	Menor a 2 m	5
Geotecnia	Compacidad	Densa	No se puede atravesar con DPL	1

Aspectos	Criterios	Atributos	Descripción	Valor
		Media	Se atraviesa difícilmente	2
		Suelta	Se atraviesa fácilmente	4
		Muy suelta	Más de 10 cm con un golpe	5
	Capacidad portante (SUCS)	Muy bueno	GW	1
		Buena	GP, GM	2
		Media	GC, SW, SP, SM, SC	4
		Baja	ML, CL, OL, MH, CH, OH	5

Determinados los criterios que definen la fragilidad física, se procede al cálculo del índice de sensibilidad física (ISF) o de fragilidad física, que permite definir la categoría correspondiente a cada unidad espacial. El cálculo incluye la sumatoria de los valores asignados a cada atributo, cuyo resultado final es comparado y clasificado mediante el rango de sensibilidad establecido para el presente estudio.

Tabla 206. Niveles de Fragilidad Física

Índice de Fragilidad Física	Nivel de Fragilidad
5 - 10	Muy Baja
11 - 15	Baja
16 - 18	Media
19 - 22	Alta
23 - 25	Muy Alta

De acuerdo con lo anterior se determinó la fragilidad física para este.

Tabla 217. Niveles de Fragilidad Física

Unidad ambiental	Pendiente	Altura	Amplitud del terreno	Compacidad	Capacidad portante	Índice de fragilidad	Nivel de fragilidad
Llanura con lomeríos con Agricultura de temporal anual	1	2	1	2	5	11	BAJA

La fragilidad de la cuenca visual y el Sistema Ambiental Regional se describe a continuación:

Fragilidad del medio físico baja. Para la Llanura con lomeríos con Agricultura de temporal anual se determinó que su fragilidad es baja ya que presenta extensiondes de uso de suelo destinado para actividades agrícolas, la pendiente es marcadamente muy suave (0 a 11%) donde no hay grandes diferencias de altura, su grado de compacidad es media por lo tanto no se representa un riesgo para la zona del proyecto.

IV.2.4.4 Fragilidad del medio biológico

Criterios utilizados

El análisis de fragilidad del Medio Biológico se basó en la selección de parámetros de la vegetación (complejidad estructural, cobertura y caducidad) y de la fauna (valor como hábitat de fauna), así como el grado de recuperación de la comunidad como un todo, ante las intervenciones antrópicas actuales o potenciales. Estas variables indicadoras de sensibilidad o fragilidad son descritas a continuación.

Complejidad Estructural: Esta variable se refiere a cuan diversa es la comunidad de acuerdo con el número de las especies que la conforman. Aquellas comunidades vegetales que tengan un mayor número de estratos y la presencia de una mayor riqueza de especies presentaran una mayor complejidad estructural y a su vez una mayor sensibilidad natural, ya que el delicado equilibrio existente depende de múltiples factores, siendo fácilmente alterado por cambios naturales o antrópicos en el entorno.

Cobertura: Relacionada con la capacidad de protección del suelo por parte de la vegetación, la cual depende de la densidad de crecimiento de las especies vegetales, su follaje, el tamaño de los individuos y el periodo de tiempo con presencia de follaje. Las comunidades vegetales cuyas especies permiten la presencia de una mayor cobertura, se consideran de mayor sensibilidad por la importancia que tienen en la prevención y mitigación de procesos erosivos y la conservación general del recurso suelo.

Valor como hábitat: Es una medida de la importancia que una comunidad vegetal tiene para las especies de fauna existentes en el área de estudio. Una mayor diversidad de especies vegetales, en cierta forma asociada a la complejidad estructural, proporcionara mayor variedad de refugios y fuentes de alimento, que favorece el desarrollo de una mayor riqueza de especies animales y por ende es considerada con alto valor como hábitat. Estas áreas son consideradas de mayor sensibilidad por su importancia en la conservación de los recursos animales, al garantizar la permanencia de sitios para la alimentación, búsqueda de refugio y reproducción.

Caducidad: Es la característica de las comunidades vegetales definida por la proporción de especies que conserva o no su follaje en la época de sequía. Se clasifica como deciduas aquellas comunidades donde más del 75% de las especies pierden sus hojas en la temporada seca, las comunidades semideciduas por su parte son aquellas donde la pérdida del follaje se presenta en un 25 a 75 % de las especies. Finalmente, las comunidades donde

menos del 25 % de las especies presentan este comportamiento son denominadas siempre verdes y son consideradas de mayor estabilidad por su importancia como recurso (para el hombre y la fauna) y su baja capacidad de soportar cambios ambientales (especialmente en cuanto a la disponibilidad de agua).

Fragilidad: Característica relacionada con la presencia de condiciones que por una parte las hacen factibles de ser afectadas por intervenciones humanas, como es la presencia de especies vegetales o animales con un estrecho margen de adaptación a cambios ambientales o que requieren condiciones específicas para completar su ciclo de vida (niveles de agua, temperatura, ruido, etc.). Por otra parte, la fragilidad de una comunidad se relaciona con las condiciones que dificultan su recuperación luego de ser intervenidas, como son una baja tasa decrecimiento de las especies predominantes, la presencia de cadenas tróficas complejas o especies en peligro de extinción, entre otros.

Las variables indicadoras descritas se presentan en la siguiente tabla, donde se han asignado valores de sensibilidad en cada nivel que dichas variables presentan, para el área de estudio: Alta 3 puntos, Media 2 puntos y Baja 1 punto.

Tabla 228.Niveles de Fragilidad Física

Variable indicadora	Nivel	Puntaje
Complejidad estructural	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Cobertura	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Valor como hábitat	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

Variable indicadora	Nivel	Puntaje
Caducidad	Deciduo	1
	Semideciduo	2
	Siempreverde	3
Fragilidad	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

Fuente: SEPROLTCA, 2011

Los puntajes de cada variable indicadora son sumados para obtener un puntaje total en cada unidad de vegetación, el cual a su vez es comparado con la escala presentada en la tabla siguiente para determinar el puntaje y nivel de fragilidad intrínseca de las comunidades vegetales.

Tabla 239. Escala de valoración para la fragilidad del medio biológico

Puntaje total de la comunidad	Valor de la fragilidad	Nivel de la fragilidad
<9	2	Bajo
9-12	5	Medio
>12	10	Alto

Tabla 30. Fragilidad biológica por comunidad vegetal presente en el SA

Comunidad vegetal	Complejidad estructural	Cobertura	Valor como hábitat	Caducidad	Fragilidad	Puntaje	Valor de fragilidad	Nivel de fragilidad
Agricultura de temporal anual	1	1	1	1	1	1	1	BAJO

El análisis de la información muestra que a nivel de la cuenca visual y el SAR se presentan un grado de fragilidad biológica BAJA; la cual se describe a continuación:

Fragilidad Biológica Baja. La cubierta vegetal que se presenta a nivel del sistema ambiental regional y área del proyecto es muy homogénea y se presenta en grandes extensiones del territorio de la región lo que hace que se observe un continuo de uso de suelo destinado a la agricultura, principalmente para el cultivo de maíz, desde el punto del observador y dentro de la cuenca visual son poco perceptibles los cambios al horizonte.

Respecto a la composición florística es muy homogénea, las especies presentes han sido cultivadas y permanecen por su función como linderos, por lo tanto, en términos de fragilidad y aunque se remueva la vegetación (escasa) dentro del predio por las obras del proyecto este se verá poco afectado.



IV.2.5 Medio socioeconómico

El proyecto se pretende desarrollar se ubica dentro del municipio Tepeyahualco en el estado de Puebla., este se localiza en la parte noreste del Estado de Puebla. Colinda al norte con Chignautla, al sur con Guadalupe Victoria, Oriental y San Nicolás Buenos Aires, al este con Veracruz y Xiutetelco, al oeste con Libres y Cuyoaco.

a) Demografía

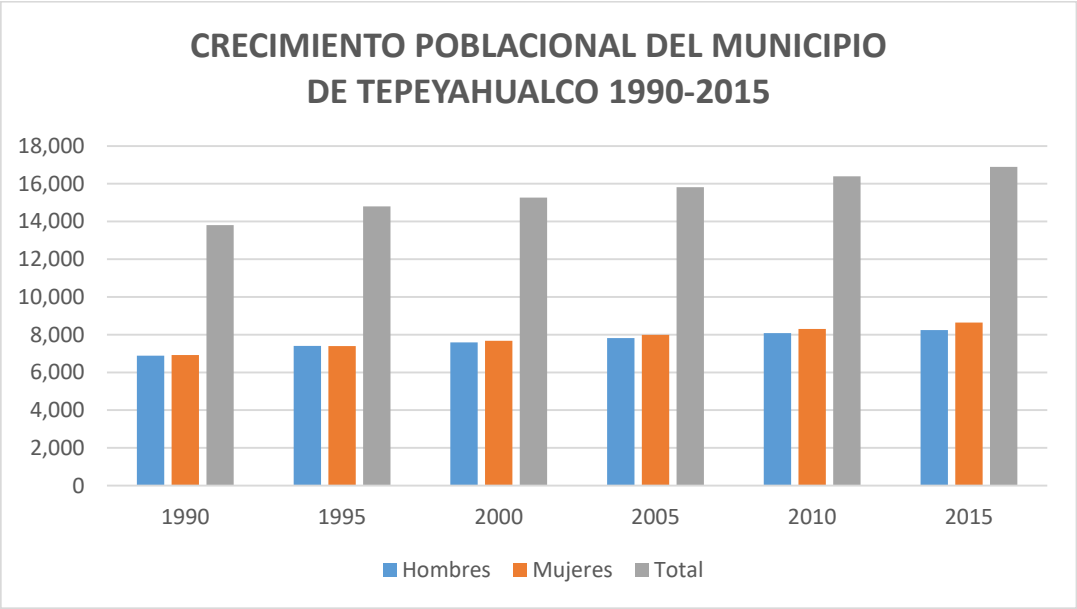
La población total del municipio de Tepeyahualco, con base en el Conteo de Población y Vivienda 2015, realizado por el INAFED, es de 16,892 habitantes, de los cuales 8,246 son hombres y 8,646 son mujeres. En las siguientes tablas se presenta el incremento de la población en el municipio a partir de 1990 hasta el 2015.

Tabla 30. Población del Municipio de Tepeyahualco 1990-2015

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Hombres	6,891	7,403	7,591	7,824	8,087	8,246
Mujeres	6,919	7,400	7,677	7,990	8,303	8,646
Total	**13,810**	**14,803**	**15,268**	**15,814**	**16,390**	**16,892**

Tabla 31. Indicadores de población 1990-2015 en el Municipio de La Cruz

	1990	1995	2000	2005	2010	2015
Densidad de población del municipio (Hab/Km2)	No Disponible	32.87	34.20	35.11	36.37	No Disponible
% de población con respecto al estado	0.33	0.32	0.30	0.29	0.28	0.27



Grafica 33. Dinamica poblacional 1990-2015 en el Municipio de Tepeyahualco

b) Dinámica de la población de las comunidades directa o indirectamente afectadas por el proyecto.

Al año 2015, el estado de Puebla tenía una población de 6 millones 168 mil 883 habitantes, de los cuales 16 mil 892 habitaban en el municipio de Tepeyahualco, por lo que ocupaba la posición número 155 en el contexto estatal con 0.27% de la población total de la entidad; por su parte, el estado se ubicaba en el 5to. Lugar nacional por número de habitantes.

Respecto a la distribución de la población por sexo y rangos de edad, registros al 2010 colocan al municipio de Tepeyahualco con el 0.28% de hombres y 0.27% de mujeres.

Del total de la población, 5 mil 434 habitantes se encontraban en el rango de los 0 a 14 años representando el 32.17% de la población del municipio. Asimismo, en el rango de los 15 a 64 años se encuentra el 57.90% con 9 mil 781 de los habitantes del municipio de Tepeyahualco.

Con base en los resultados del Censo de Población y Vivienda 2010, los resultados para la entidad y para el municipio respecto al número de habitantes en edad avanzada, el 6.94% del total de la población en Tepeyahualco se encontraba entre los 65 años y más; proporción inferior respecto al estado y al país que es del 6% para ambos casos.

c) Migración

Datos nacionales al 2015, indican que por cada 100 personas que emigran del país, el 89% se dirige a los Estados Unidos, mientras que, en el caso del estado de Puebla, el 91% escogen ese mismo destino.

De acuerdo a cálculos del CONAPO al 2015, el 0.62% de las viviendas en el municipio de Ixtepec recibía remesas de los Estados Unidos, comparado con el 3.8% de las viviendas estatales y al 3.6% de las viviendas nacionales; colocando al municipio por debajo de la media nacional y estatal.

d) Vivienda y servicios públicos

De acuerdo al Censo de Población y Vivienda 2010, realizado por el INEGI, el municipio de Tepeyahualco cuenta con 3,805 viviendas habitadas. En la siguiente tabla se puede apreciar

los datos de las viviendas que se registraron dentro del municipio, así como los servicios con los que cuentan.

Tabla 32. Viviendas habitadas por tipo de vivienda, 2010

Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total, viviendas habitadas (1)	3,805	100.00
Vivienda particular	3,805	100.00
Casa	3,774	99.19
Departamento en edificio	0	0
Vivienda o cuarto en vecindad	0	0
Vivienda o cuarto en azotea	0	0
Local no construido para habitación	0	0
Vivienda móvil	0	0
Refugio	0	0
No especificado	31	0.81
Vivienda colectiva	0	0

Tabla 33. Viviendas particulares habitadas por tipo de servicios con los que cuentan 2010

Tipo de servicio	Número de viviendas particulares habitadas	%
Disponen de excusado o sanitario	3,596	94.51
Disponen de drenaje	2,143	56.32
No disponen de drenaje	1,640	43.10
No se especifica disponibilidad de drenaje	22	0.58
Disponen de agua entubada de la red pública	3,684	96.82
No disponen de agua entubada de la red pública	110	2.89

No se especifica disponibilidad de drenaje de agua entubada de la red pública	11	0.29
Disponen de energía eléctrica	3,658	96.14
No disponen de energía eléctrica	130	3.42
No se especifica disponibilidad de energía eléctrica	17	0.45
Disponen de agua entubada de la red pública, drenaje y energía eléctrica	2,034	53.4

e) Salud

Con base en la información que presenta el INEGI para el año 2015, en el municipio había una tasa de mortalidad infantil del 14.29%, proporción inferior al total estatal que era del 20.1% y del nacional que era del 16.8%.

Sobre los servicios de salud, en el estado de Puebla al 2015, había 2 millones 858 mil 894 derechohabientes, esto es el 64.5% de la población. Al respecto, la cobertura en Tepeyahualco era de 9 mil 772 habitantes correspondiente al 57.5% de la población. La población sin derechohabiencia a servicios de salud en el municipio es del 38.88% de la población total. Los derechohabientes atendidos por el IMSS son 1 mil 710 habitantes, representando el 17.50% del total, en tanto que la población atendida por el ISSSTE es del 2.34%, es decir 229 beneficiarios. El número de familias en Tepeyahualco beneficiadas por el Seguro Popular al 2015, era de 7 mil 910. A nivel estatal y nacional estas cifras ascienden a 907 mil 586 y 510 mil 303 familias, respectivamente

Tabla 34. Población derechohabiente a servicios de salud por grupos de edad y sexo 2010

	Población total	Condición de derechohabiencia									
		Derechohabiente (1)								No derechohabiente	No especificado
		Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal (2)	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución (3)		
Hombres	8,087	4,553	807	106	15	3,669	1	6	26	3,508	26
Mujeres	8,303	5,219	903	123	12	4,241	3	3	30	3,060	24
Total	16,390	9,772	1,710	229	27	7,910	4	9	56	6,568	50

f) Educación

El grado promedio de escolaridad en Tepeyahualco es de 10 años, cifra inferior al grado promedio estatal e incluso nacional, colocando a Tepeyahualco dentro de los municipios con un buen grado educativo promedio. El porcentaje de población de 15 años o más analfabeta a nivel nacional es del 6.9%; a nivel estatal es del 10.4% y a nivel municipal es del 15.08%. Asimismo, la población de 15 años o más sin primaria completa, representa el 36.01% en el municipio, no así en el estado, donde el 25.1% no completó este grado y a nivel nacional el 19.9% tampoco.

Tabla 35. Docentes en escuelas Públicas por nivel educativo 2010

Nivel Educativo	Docentes			Promedio de docentes por escuela1		
	Total	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres
Preescolar	30	1	29	2	0	2
Primaria	81	24	57	6	2	4
Secundaria	37	18	19	4	2	2
Bachillerato	16	9	7	5	3	2

Tabla 36. Instalaciones de escuelas públicas por nivel educativo 2010

Nivel Educativo	Escuelas	Aulas					Promedio de aulas por escuela2
		Total	En uso	Adaptadas	Talleres	Laboratorios	
Preescolar	13	34	30	0	0	0	3
Primaria	13	94	83	3	0	0	7
Secundaria	9	35	34	1	0	0	4
Bachillerato	3	13	12	0	0	2	4

g) Población Económicamente Activa

En el Municipio el porcentaje de población (de más de 12 años) económicamente activa: 43,39% (el 74,86% de los hombres y 12,75% de las mujeres estaban trabajando o buscando empleo). Mientras que el porcentaje de la población activa que está ocupada: 95,30% (el 94,93% de los hombres y 97,41% de las mujeres activas económicamente tienen empleo)

De acuerdo a datos del CONEVAL basados en la cantidad de personas en situación de pobreza en un municipio, Tepeyahualco tiene al 72.9% de la población en Situación de pobreza con 13,360 personas en el municipio (CONEVAL, 2015).

Del total de la población en situación de pobreza al 2015, más de 1 mil 900 padecen pobreza extrema es decir el 10.8% y 11 mil 389 padece pobreza moderada, equivalentes al 62.1% (CONEVAL, 2010/2015)

Factores socioculturales

Se utiliza el término sociocultural para hacer referencia a cualquier proceso o fenómeno relacionado con los aspectos sociales y culturales de una comunidad o sociedad. De tal

modo, un elemento sociocultural tendrá que ver exclusivamente con las realizaciones humanas que puedan servir tanto para organizar la vida comunitaria como para darle significado a la misma.

Uso de los recursos naturales en el área de influencia del proyecto

Parte de la economía deTepeyahualco se basa en la agricultura por lo que, el suelo podría ser el principal recurso natural aprovechado en el área del proyecto. El territorio de Tepeyaualco es llanura con lomerío y suelos regosoles y litosoles, que son aptos para la agricultura.

En la región, si bien el clima pareciera no ser el más favorable, se desarrollan apliamente los cultivos de maíz, cebada y frijol, así como los frutales de durazno, chabacano, capilín y ciruela. Destaca esta actividad como una de las principales fuentes económicas tanto de la región como de la Entidad Federativa.

Nivel de aceptación del proyecto

A pesar de la existencia de este abundante recurso solar en México y del gran dinamismo del avance tecnológico de los equipos fotovoltaicos, el aprovechamiento del recurso solar en México es todavía incipiente, especialmente a través del uso de sistemas fotovoltaicos. Estos equipos, incluyendo captadores solares, representaron sólo el 0.05% de la producción de energía primara en México de acuerdo con el Balance Nacional de Energía para el año 2010 (SENER, 2011). No obstante, y a pesar de que durante muchos años el uso de la tecnología fotovoltaica se había concentrado, principalmente, en sectores donde aún no llegaba la red eléctrica, bombeo de agua o para aplicaciones en telecomunicaciones, recientemente se ha observado que la mayor parte de la nueva capacidad instalada en México corresponde a sistemas fotovoltaicos interconectados a la red eléctrica.

En el mediano y largo plazo, la generación de electricidad a partir de sistemas fotovoltaicos se verá favorecida por un prolongado descenso de los costos de producción, la entrada en vigor de políticas públicas para la reducción de contaminantes al aire en la generación de electricidad, así como por la creación de mecanismos financieros que impulsen la inversión. En suma, todo esto permitirá incentivar y promover el uso a gran escala de estos sistemas, con una relación positiva entre los beneficios y los costos (Jorge Sampeiro et al, 2011).

Sitios Arqueológicos del Municipio Tepeyahualco

La zona arqueológica de Cantona, arquitectura de magnificencia y de complejidad de esta ciudad prehispánica, cuya posición geográfica temporal y cultural jugó un papel tan importante en el altiplano central. Cantona es una de las pocas ciudades del México antiguo cuya planificación urbana fue sumamente elaborada. El asentamiento arqueológico está integrado por tres grandes unidades, la mayor al extremo sur la cual cubre una superficie en torno a los 5 kilómetros y las otras dos alcanzan los 3.5 kilómetros, llamadas unidad centro y norte. En primer término, para nombrar esta ciudad prehispánica quizás utilizaron el nombre para ubicar una región, Cantón, o una gran casa, Cantona.

Algunas personas han llamado el sitio como Caltonac, otorgándole raíces nahuas, de calli-casa, y tonalli-sol; la casa del sol, pero esto no está comprobado y por lo tanto se usa el término Cantona.

Se han habilitado 15 grandes unidades arquitectónicas para visita: calzada 1; patio 2, patio 13, acceso poniente; conjunto de juego de pelota 5; conjunto de juego de pelota 6; plaza central y juego de pelota 22; el palacio; conjunto juego de pelota 7 y del juego de pelota 23; plaza oriente o del mirador; terrazas o unidad 13; unidad 12 y calzada 2. Cantona está ubicada en la cuenca oriental, en su parte central ocupa parte de los municipios de Tepeyahualco de Hidalgo y Cuyoaco en el estado de Puebla. El asentamiento prehispánico

se ubica sobre un malpaís, correspondiente a un derrame basáltico del pleistoceno rodeado por depósitos aluviales, con vegetación semidesértica, predominan en el sitio yucas y palmas, así como algunas coníferas; en la región existen abundantes rocas volcánicas, afloramientos de obsidiana, algunas calizas de origen sedimentario y bancos de arcilla. Cantona se encuentra a 18 kilómetros de la cabecera.

No existe información alguna en la documentación de los cronistas e historiadores del siglo XVI, ya que cuando llegó Hernán Cortés, en 1519, Cantona tenía varios siglos de abandono y el asentamiento se encontraba en ruinas.

El acceso, puede llegarse a los poblados de Oriental, Cuyoaco, Texcal, Perote, Veracruz, por carretera para de ahí dirigirse a Cantona vía Tepeyahualco, o bien desde la Sierra Norte de Puebla Libres, de ahí a Tezontepec.

En Oriental hay taxis colectivos que conducen a Tepeyahualco y de ahí a Cantona. Otra opción es tomar el transporte en Puebla hacia Oriental y de ahí a Cantona.

El horario de visita es de 9:00 a 17:00 horas, con un recorrido aproximado de 2 horas.

Laguna de Alchichica que es un cráter volcánico y debido a cambios del subsuelo ha bajado su nivel de agua, lugar de una gran belleza, es utilizado para recreación, para practicar natación y pesca.

También es escenario cada año de la prueba de natación del triatlón que se celebra en el estado de puebla. Está ubicada a 14 kilómetros de la cabecera.

V. Diagnóstico ambiental

El grado de alteración a nivel del SAR es muy muy evidente ya que como se mostró el análisis del uso de suelo y vegetación elcerca del 67% de la superficie de este está prácticamente desprovisto de alguna formación vegetal, dentro de este porcentaje se ecnuntran los asentamientos humanos, sin vegetación aparente y la agricultura de temporal y de riego. Lo anterior indica un grado de alteración de las formaciones vegetales por el cambio de uso de suelo dado en la región. En términos de paisaje, este ha sido totalmente transformado por las actividades agrícolas principalmente, las imágenes de Google muestran que ya desde 1984 el paisaje ya se encontraba sin vegetación salvo aquellas zonas de pie de monte donde se puede observar aún un poco de vegetación lo que origina poca calidad visual, y baja fragilidad tanto física como biológica, **Figura 34.** Debido a que el SAR y el proyecto se encuentran sobre una llanura con grandes extensiones de terreno plano hace que los puntos visibles del proyecto a las localidades y viceversa solo sean dos, Santa Cruz, Alchichica, Techachalco e Itzoteno, localidades que pudieran verse afectadas por el reflejo de los paneles solares.



Figura 304. Paisaje del año 1984

La eliminación total de la cobertura vegetal por el cambio de uso de suelo, ha originado de igual manera la perdida de hábitats y microhábitats para el sostén de las especies tanto animales como el desarrollo de especies vegetales, lo que se ve reflejado en la baja diversidad obtenida para el área del proyecto, aunado a lo anterior, la mayoría de los individuos vegetales que se encuentran dentro de los predios que ocupará el proyecto, corresponden a especies cultivadas como el maguey (*Agave salmiana*), especies que fueron plantadas como cercos vivos e incluso especies exóticas como el Eucalipto (Eucalyptus camaldulensis detrl del SAR) únicamente quedan algunos remanentes de Táscate (*Juníperus deppeana*) dentro del área que ocupara el proyecto y son parte de la vegetación original que existió en el pasado tales así como también *Yucca periculosa* y *Nolina parviflora*, lo que manifiesta un proceso de deterioro del área bastante evidente.

En conclusión, la construcción, operación y mantenimiento del proyecto, no derivará en un disminución de la calidad en el ecosistema que compone el área de estudio; esta aseveración se puede justificar con base en la calidad ambiental actual que presenta el sitio, el cual se ha venido degradando por la continua presencia de las actividades antropológicas (agricultura); el desarrollo del proyecto no implica realizar cambio de uso de suelo forestal, aunque se reportaron tres especies de reptile en algún estatus de conservaciónel proyecto no afectará especies ya que contempla acciones de rescate previo a la contrucción, el proyecto no requiere del recurso hídrico por lo que no lo pone en riesgo, el desarrollo del proyecto no afectará sitios de reproducción de mamiferos o de aves, únicamente se identifica afectara el micro hábitat de especies de reptiles y pequeños roedores ya que actualmente se encuentra desprovisto de vegetación, el desarrollo del proyecto consiste en la instalación de una planta de energía renovable para generar energía eléctrica a partir de la energía solar por lo que se evitará la emisión de gases de efecto invernadero y finalmente el proyecto generará empleos dentro de la región durante las primeras fases de construcción lo que generará beneficios a las localidades cercanas.

Contenido

CAPITULO V.....310

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....310

V.1 Metodología para la evaluación de impactos ambientales 311

V.1.1 Justificación de la metodología seleccionada 311

V.1.2 Metodología propuesta para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales.....312

V.1.3 Matriz de identificación de impactos.....312

V.1.4 Valoración de Impactos Ambientales 327

Modificación del micro-relieve.....335

Modificación del paisaje.....335

Remoción de individuos arbóreos.....336

Desplazamiento de fauna.....336

Indicadores de Impacto 336

Justificación de la metodología seleccionada 337

Índice de tablas

Tabla 1. Matriz de identificación de interacciones causa- efecto entre actividades del proyecto y componentes ambientales.....318

Tabla 2. Descripción de impactos ambientales.....321

Tabla 3. Matriz para determinar el tipo de interacción entre obras y actividades del proyecto y los factores ambientales.....324

Tabla 4. Escala de calificación utilizada para los criterios básicos 329
Tabla 5. Escala de calificación de criterios complementarios 329
Tabla 6. Valores de significancia 331
Tabla 7. Reducción de la escala 331
Tabla 8. Modificación de la metodología 332
Tabla 9. Matriz de valoración de impactos ambientales 333
Tabla 10. Indicadores de impacto ambiental 337

CAPITULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

De acuerdo con el Artículo 3, Fracción XX, de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, se define como impacto ambiental a cualquier modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza. El impacto ambiental se origina de una acción humana y se manifiesta en la modificación de un factor o del conjunto del sistema ambiental.

Existen varios modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el medio ambiente o sobre algunos de sus factores, algunos generales con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplia base de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático y dinámico.

Para la selección de la metodología para la evaluación de los impactos ambientales se consideraron las características del proyecto, el tipo de información empleada y las técnicas de la identificación de los impactos ambientales para cada una de las etapas de construcción del proyecto.

A continuación, se describe la metodología utilizada para caracterizar cualitativa y cuantitativamente, los impactos ambientales tanto los positivos como los negativos, que son producto de una determinada obra o actividad, siendo en este caso el desarrollo del proyecto.

V.1 Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Para la identificación de los posibles impactos ambientales significativos asociados al proyecto, se utilizó como primer paso la técnica del listado, en la que se seleccionaron tanto los factores ambientales como los atributos involucrados durante las distintas etapas que comprende el proyecto. Para identificar y evaluar los factores ambientales involucrados se consideró al ambiente como un sistema compuesto de tres subsistemas; el medio físico-natural, el biótico y el socioeconómico.

Una vez que se identificaron los atributos involucrados y las etapas de desarrollo del proyecto, se procedió a elaborar una matriz de interacción entre los impactos más significativos y los componentes del medio ambiente, identificando el tipo y la gravedad de la relación causa-efecto entre actividades específicas e impactos.

V.1.1 Justificación de la metodología seleccionada

Se han desarrollado una gran cantidad de metodologías que permiten responder a las exigencias de la EIA. Una metodología puede ser más útil cuando se ajusta a las necesidades del promovente, al ambiente afectado y a las características del proyecto. Caso a caso, se determina cuál de las herramientas disponibles es más efectiva para analizar la propuesta en particular. El método de las listas de chequeo o verificación para determinar las interacciones de proyecto con los factores involucrados para determinar los posibles impactos provocados es una lista exhaustiva por lo que permite identificar todas las posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida.

V.1.2 Metodología propuesta para la Identificación y Evaluación de Impactos Ambientales

Para la elaboración de este análisis, se parte de la descripción, de las obras y actividades que se requieren realizar para la instalación de un campo de celdas fotovoltaicas con la instalación de una línea de interconexión y una subestación eléctrica y de la línea base establecida con la caracterización ambiental presentados en los capítulos II y IV, para determinar las desviaciones esperadas como consecuencia del desarrollo del proyecto.

Para alcanzar los objetivos de este capítulo se sigue un procedimiento por etapas sucesivas que consisten en:

I. Identificación de impactos.
II. Caracterización de los impactos.
III. Valoración de los impactos.

V.1.3 Matriz de identificación de impactos

Para desarrollar la primera etapa de identificación de los impactos ambientales provocados por el proyecto, se tomó como base:

1. El reconocimiento e identificación de las obras y actividades que se pretenden realizar y que pudieran provocar un efecto sobre el ambiente.
2. La línea de base cero establecida en la descripción y diagnóstico del Sistema Ambiental Regional delimitado.
3. El reconocimiento de las interacciones las actividades del proyecto y los componentes del medio ambiente.

La segunda etapa tuvo como objetivo particular la caracterización de los efectos potenciales de las obras y actividades del proyecto, sobre los distintos componentes del medio ambiente con los cuales tiene alguna interacción, dentro del Sistema Ambiental Regional delimitado.

Para determinar de manera objetiva los componentes relevantes del proyecto que tienen interacción con el medio ambiente, se establecieron criterios para definir dichas interacciones, los cuales se indican a continuación:

Tanto la actividad del proyecto como el factor ambiental deben ser:

a) Relevantes: En su dimensión o en su efecto.
b) Excluyentes: Es decir que no haya sobreposición ni redundancias entre ellos que originen repeticiones en la identificación de los impactos.
c) Identificables: Susceptibles de una delimitación clara y objetiva, tanto en gabinete como en campo.
d) Ubicables: En puntos o zonas concretas del ambiente.
e) Mensurables: Cuantificables.

Únicamente se consideraron las actividades del proyecto, así como factores ambientales que ofrecieron información relevante para estimar los impactos sobre las condiciones y funcionamiento del ambiente.

Una vez definidas las actividades y factores relevantes utilizables para identificar los impactos, se procedió a establecer la relación causa-efecto, para lo cual se empleó la metodología de la matriz de relaciones causa-efecto. Hasta este nivel de análisis,

únicamente es posible identificar los impactos ambientales, sin determinar el nivel de afectación o beneficio de cada uno en el sistema ambiental.

La tercera etapa consistió en la valoración de los impactos, con el fin de definir su nivel de significancia para lo cual se procedió a establecer si cumplen con los siguientes criterios:

- Especies en estatus de protección de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Importancia del recurso a ser afectado o del atributo de calidad ambiental que pudiera ser afectado.
- Tasas de renovación para los recursos renovables que afectará el proyecto.
- Tasas de aprovechamiento derivadas de una utilización correcta de los recursos.
- Cambios que producirá el proyecto.
- Valor de intensidad de uso al que puede ser aprovechado un recurso sin que se provoque una degradación permanente.
- Vocación natural de uso y aprovechamiento del recurso.
- Limitaciones al uso que imponen los procesos y riesgos activos del ambiente.
- Capacidad de dispersión de la atmósfera, para los contaminantes potenciales.
- Capacidad de autodepuración, de las corrientes y cuerpos de agua.
- Capacidad del suelo para procesar los residuos.
- Criterio experto del evaluador.

A partir de lo anterior, cada impacto considerado como significativo se caracterizó de acuerdo con los atributos de signo, tiempo, sinergia, acumulación, continuidad, permanencia, reversibilidad, temporalidad, recuperabilidad, alcance e intensidad.

Finalmente, para determinar la magnitud de las alteraciones que pudieran ocasionar los impactos caracterizados sobre los diferentes factores ambientales en los que incide el

proyecto, tales como la atmósfera, suelo, hidrología, flora y fauna etc., se aplicó la metodología de Bojórquez-Tapia et al., (1998).

En los párrafos siguientes se desarrolla el proceso descrito para realizar la evaluación de los impactos ambientales significativos del proyecto.

- Identificación y descripción de impactos ambientales

Siguiendo la metodología descrita en los párrafos anteriores y aplicando los criterios señalados, se procedió a identificar los impactos ambientales provocados por el proyecto, para lo cual se utilizó un modelo matricial consistente en una matriz de correlación de doble entrada, matriz de Leopold (1971), para identificar interacciones entre las actividades del proyecto y los principales factores ambientales del sistema. En las intersecciones de las casillas queda registrada la interacción o impacto potencial, el cual se caracterizó y valoró posteriormente.

El modelo matricial empleado con los componentes del proyecto y del sistema ambiental se presenta en la tabla que se encuentra más adelante, en la cual se estableció la existencia de interacción entre actividad del proyecto y factor ambiental, por medio de la asignación del signo "X". La existencia y elección de dicha relación se basó en la descripción de las actividades y en el criterio experto de los evaluadores y en los criterios previamente señalados.

Para la evaluación del impacto ambiental provocado por el proyecto se partió de las obras y actividades que se pretenden realizar y de las condiciones ambientales del sitio en el cual se ubica.

Al respecto tal como fue establecido en el Capítulo 2 de la presente Manifestación de Impacto y Ambiental, el proyecto "Planta fotovoltaica Impala Solar" es la construcción y operación de un parque solar con una capacidad nominal de 150 MW compuesto de un polígono que contara con una superficie de 632.8948 ha, se contará con camino de acceso con una superficie de 2.4214 ha, dos Subestaciones de maniobras con una superficie de total de 20.2290 ha, líneas de trasmisión con un total de 9.0737 ha y línea de interconexión con 4.1073 ha; dando un total general para el proyecto de 668.7263 ha, en donde se generaran 476 WH/año y que contribuirán así a la capacidad instalada a nivel nacional para la generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables, el polígono se conectaran mediante líneas de transmisión internas. El parque solar se conectará mediante dos Subestaciones de Maniobras a la Línea de Transmisión de alta Tensión de 400 kV de la Red Nacional de Transmisión de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), la cual ya existe.

Según el Programa Subregional de Desarrollo Urbano de los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, el proyecto se ubica en la Zonificación secundaría, la cual se define como: la determinación de los usos del suelo en un espacio edificable y no edificable, así como a la definición de destinos específicos del suelo y reservas, área urbana, industrial y agroindustrial para futuro crecimiento, esta zonificación es regida por el polo de Desarrollo Estratégico en donde se menciona que a la Industria Solar se le debe dar continuidad para aprovechar las áreas donde se ubican las fuentes de energía alternativa, y se prevé este tipo de industria pueda seguirse desarrollando en la Subregión.

El proyecto no tendrá necesidad de servicios de agua potable ni de electricidad. El agua potable que se utilice será provista por camiones cisterna a depósitos en el área. Dado que no se contará con servicio de agua potable corriente, tampoco se tendrá el servicio de drenaje, para este efecto se tiene contemplado el uso de sanitarios portátiles.

El sitio actualmente se encuentra ubicado en zonas dedicadas a la agricultura, por lo que solo se removerán un aproximado de 2861 individuos herbáceos, arbustivos y arbóreos, de los cuales se estiman 2,565 individuos de magueyes y el resto corresponden a arbustos de menor tamaño y hierbas; estos se localizan dispersos y aislados dentro de la zona en la que se localiza el proyecto y en los límites de algunas parcelas. Los procesos de escurrimiento de aguas pluviales serán desviados mediante zanjas que de acuerdo con la topografía del sitio permitirán que las escorrentías tengan un libre flujo, por lo que se espera una afectación no significativa al proceso de recarga de acuíferos en el área del proyecto. El proyecto se desarrollará sobre un predio el cual se ha modificado por las actividades agrícolas, por lo cual la mayor parte de la fauna silvestre que existía en la zona se ha desplazado a otros sitios en busca de nuevos refugios, sin embargo, el proyecto contempla acciones de rescate para aquellas especies de lento desplazamiento de las pocas especies registradas durante los trabajos de campo por lo que él proyecto no representa un impacto para este factor. En este sentido, el proyecto será desarrollado de acuerdo con las siguientes etapas:

Etapa del proyecto	Actividad
Preparación del sitio	1. Limpieza del Terreno 2. Instalación de obras provisionales
Construcción	1. Excavación y rellenos 2. Nivelación y compactación 3. Cimentación y Armado de infraestructura 4. Instalación y conexión de los componentes eléctricos de la planta solar 5. Desmantelamiento de infraestructura provisional.
Operación y mantenimiento	1. Generación de energía eléctrica por medio de los paneles solares 2. Transmisión de energía eléctrica por las líneas de interconexión internas 3. Operación de la planta 4. Mantenimiento de los equipos
Desmantelamiento de infraestructura	

Para identificar las interacciones se construyó la siguiente tabla:

Tabla 1. Matriz de identificación de interacciones causa- efecto entre actividades del proyecto y componentes ambientales

Etapa	Actividad	Componentes ambientales												
		Abiótico							Biótico				Socio económico	
		Topografía	Suelo	Atmósfera		Hidrología		Paisaje	Flora		Fauna		Social económico	
		Relieve	Calidad	Ruido	Calidad	Patrón de drenaje	Calidad del agua	Calidad	Cobertura	Individuos	Individuos	Hábitat	Empleos	Economía
Preparación del sitio	Limpieza de terreno	X	X	X	X	X		X		X	X		X	X
	Nivelación y compactación	X	X	X	X	X		X		X	X		X	X
Construcción	Conformación de caminos internos	X	X	X	X	X		X					X	X
	Zanjas de Drenaje		X	X				X					X	X
	Instalación de obras provisionales			X				X					X	X
	Instalación de cerca Perimetral puertas de acceso												X	X
	Sistema de seguridad												X	X
	Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)	X	X	X	X	X		X					X	X

	Instalación de Cableado de BT y su recubrimiento												X	X
	Construcción de bases							X					X	X
	Instalación de casetas prefabricadas que cumplirán la función de oficinas, almacenes, caseta de control				X			X					X	X
	Instalación eléctrica												X	X
	Instalación eléctrica en puntos de conexión												X	X
	Hincado de postes							X					X	X
	Instalación de perfiles para soportes de módulos solares												X	X
	Recepción												X	X
	Montaje de módulos juntos con cajas de nivel							X					X	X
	Cableado strings												X	X
	Conexión a la Red (Cableado desde							X					X	X

	transformadores hasta la Red de CFE)													
	Subestación eléctrica							X					X	X
	Línea de Interconexión												X	X
Operación y mantenimiento	Generación de Energía Eléctrica												X	X
	Gestión de subcontratos												X	X
	Control Operativo												X	X
	Mantenimiento Preventivo												X	X
	Mantenimiento Correctivo												X	X

Tabla 2. Descripción de impactos ambientales

Obras y actividades	Componente ambiental	Factor	Impacto ambiental	Descripción del Impacto
Limpieza de terreno	Topografía	Relieve	Modificación del micro relievé del terreno en el cual se pretende desarrollar el proyecto	Al realizar los trabajos de limpieza de terreno, nivelación, compactación, apertura de zanjas y conformación de camino se provocará la modificación del micro-relieve del terreno en el área de instalación de las celdas fotovoltaicas, así como en las zonas en las que se colocará la línea de trasmisión.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Limpieza de terreno	Suelo	Calidad	Compactación	Al realizar los trabajos de limpieza del terreno, nivelación, compactación, se espera un impacto mínimo, debido a que el suelo de la zona en donde se realizará el proyecto ya se encuentra degradado por las actividades agrícolas que se llevan a cabo en la zona.
Nivelación y compactación				
Conformación de caminos internos				
Zanjas de Drenaje			Contaminación de suelos por residuos	Se espera que se presente un impacto por la contaminación de residuos tanto sólidos como peligrosos (derrames de aceites, fuga de gasolina, estopas impregnadas, filtros), así como otros materiales.
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				

Limpieza de terreno	Atmósfera	Ruido	Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de ruido	Durante las actividades de limpieza de terreno, nivelación, compactación, apertura de zanjas, conformación de camino e instalación de obras provisionales, se provocará un impacto debido a la operación de la maquinaria y equipo que se encontrara trabajando, por lo que se incrementarán los niveles de ruido en la zona.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Zanjas de Drenaje		Calidad	Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de partículas suspendidas	Durante las actividades de limpieza de terreno, nivelación, compactación, apertura de zanjas, conformación de camino e instalación de obras provisionales, se provocará un impacto debido a la operación de la maquinaria y equipo, por el incremento de las partículas suspendidas en el aire, lo cual reducirá la calidad atmosférica.
Instalación de obras provisionales				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Limpieza de terreno	Hidrología	Patrón de drenaje superficial	Modificación al patrón de escurrimientos naturales	Debido a los trabajos de limpieza de terreno, nivelación, compactación, apertura de zanjas y conformación de camino, el patrón de escorrentías naturales de la zona de instalación el proyecto será modificado.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Limpieza de terreno	Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	Con el desarrollo de las actividades del proyecto se transformará permanentemente la imagen visual del sistema ambiental dentro el cual se ubica el proyecto.
Nivelación y compactación				
Conformación de caminos internos				
Zanjas de Drenaje				
Instalación de obras provisionales				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Construcción de bases				
Instalación de casetas prefabricadas que cumplirán la función de oficinas, almacenes, caseta de control				

Hincado de postes				
Montaje de módulos juntos con cajas de nivel				
Conexión a la Red (Cableado desde transformadores hasta la Red de CFE)				
Subestación eléctrica				
Limpieza de terreno	Flora	Individuos	Remoción de individuos vegetales	Derivado de las obras de preparación de sitio se realizará la remoción de 2,861 individuos arbustivos de los cuales 2,565 son magueyes que se localizan como cercos vivos en la zona en la que se desarrollará el proyecto.
Nivelación y compactación				
Limpieza de terreno	Fauna	Individuos	Desplazamiento de fauna	Las actividades de preparación del sitio y la remoción de algunos individuos vegetales aislados provocarán el desplazamiento de fauna presente en el predio del proyecto.
Nivelación y compactación				

A partir de la identificación de los impactos provocados por las obras del proyecto, se determina la naturaleza de la interacción indicando con signo menos (–) aquellas interacciones negativas y con signo más (+) las interacciones positivas. La matriz resultante se muestra a continuación:

Tabla 3. Matriz para determinar el tipo de interacción entre obras y actividades del proyecto y los factores ambientales

Etapa	Actividad	Componentes ambientales												
		Abiótico							Biótico				Socio económico	
		Topografía	Suelo	Atmósfera		Hidrología		Paisaje	Flora		Fauna		Social económico	
		Relieve	Calidad	Ruido	Calidad	Patrón de drenaje superficial	Calidad del agua	Calidad	Cobertura	Individuos	Individuos	Hábitat	Empleos	Economía
Preparación del sitio	Limpieza de terreno	-	-	-	-	-		-		-	-		+	+
	Nivelación y compactación	-	-	-	-	-		-		-	-		+	+
Construcción	Conformación de caminos internos	-	-	-	-	-		-					+	+
	Zanjas de Drenaje		-	-				-					+	+
	Instalación de obras provisionales			-				-					+	+
	Instalación de cerca Perimetral puertas de acceso												+	+
	Sistema de seguridad												+	+

	Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)	-	-	-	-	-		-					+	+
	Instalación de Cableado de BT y su recubrimiento												+	+
	Construcción de bases							-					+	+
	Instalación de casetas prefabricadas que cumplirán la función de oficinas, almacenes, caseta de control				-			-					+	+
	Instalación eléctrica												+	+
	Instalación eléctrica en puntos de conexión												+	+
	Hincado de postes							-					+	+
	Instalación de perfiles para soportes de módulos solares												+	+
	Recepción												+	+
	Montaje de módulos juntos con cajas de nivel							-					+	+

	Cableado strings												+	+
	Conexión a la Red (Cableado desde transformadores hasta la Red de CFE)							-					+	+
	Subestación eléctrica							-					+	+
	Línea de Interconexión												+	+
Operación y mantenimiento	Generación de Energía Eléctrica												+	+
	Gestión de subcontratos												+	+
	Control Operativo												+	+
	Mantenimiento Preventivo												+	+
	Mantenimiento Correctivo												+	+

V.1.4 Valoración de Impactos Ambientales

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales del proyecto se aplicó la metodología propuesta por Bojórquez – Tapia et al. (1998). Esta metodología se basa en la valoración de seis indicadores de impacto medidos en una escala ordinaria, tres indicadores de carácter básico y tres de carácter complementario; combinados dentro de dos índices a través de matrices matemáticas por medio de la aplicación de ecuaciones lineales y exponenciales. Consta de las siguientes etapas:

1. Definición de criterios básicos y complementarios.
2. Obtención de índices básicos y complementarios.
3. Cálculo de la magnitud del impacto.
4. Obtención de la significancia del impacto.

Los criterios básicos son aquellos indispensables para definir una interacción, e incluyen la intensidad, extensión espacial y duración del impacto; mientras que los criterios complementarios son aquellos que complementan esa descripción pero que pueden estar ausentes de la descripción de una interacción, y son: sinergia, acumulación y mitigabilidad. A continuación, se describe brevemente cada uno de ellos.

Criterios básicos

Intensidad (I). La intensidad de un impacto es la medida en que el componente ambiental considerado se aleja de su estado anterior.

Extensión (E). Es la medida del espacio que ocupa el impacto.

Duración (D). La duración de un impacto es el tiempo que transcurre entre su principio y su fin.

Criterios complementarios

Acumulación (A): Los impactos acumulativos son aquellos que se deben a la acción conjunta sobre un componente ambiental de varias actividades similares. De acuerdo con la SEMARNAT (2002), "Un impacto acumulativo es 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".

Sinergia (S): Un impacto sinérgico se produce cuando varias acciones diferentes pueden actuar sobre un componente ambiental, provocando un efecto mayor del que provocarían si actuaran independientemente.

Mitigabilidad (M). Se refiere a la posibilidad de disminuir los impactos a través de las medidas preventivas, de mitigación, correctivas y / o compensatorias.

Obtención de los índices básicos y complementarios (EDI y SA)

Los criterios se evalúan en una escala ordinal, correspondiente a expresiones relacionadas al efecto de una actividad sobre la variable indicadora del componente ambiental. Cabe señalar que los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, ya que ningún impacto puede carecer de extensión espacial, duración y/o intensidad (ver tablas siguientes).

Tabla 4. Escala de calificación utilizada para los criterios básicos

ESCALA	EXTENCION DEL EFECTO (E)	DURACION DEL IMPACTO (D)	INTENCIDAD DEL IMPACTO (I)
1	PUNTUAL Cuando afecta a menos del 25% del Sistema Ambiental	CORTA Cuando los impactos solo se presentan durante la preparación del sitio y construcción	MINIMA El componente ambiental permanece muy cercano a su estado anterior, menos del 25%
2	LOCAL Cuando afecta entre el 25 y 50% del Sistema Ambienta	MEDIANA Cuando los impactos se presentan durante la etapa de operación y manteniendo	MODERADA El componente ambiental presenta algunos cambios a su estado anterior, menos del 25%
3	REGIONAL Cuando afecta más del 50% del Sistema Ambiental	PERMANENTE Cuando los impactos persisten después de la operación del proyecto	ALTA El componente ambiental pierde completamente las características de su estado anterior, en un 75%

Tabla 5. Escala de calificación de criterios complementarios

ESCALA	SINERGIA (S)	ACUMULACIÓN (A)	MITIGABILIDAD (M)
0	Nula Cuando no se presentan interacciones entre impactos.	Nula Cuando no se presentan efectos aditivos entre impactos.	Nula No hay medidas de mitigación.
1	Ligera Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) es ligeramente superior a las mismas.	Poca Cuando se presentan efectos aditivos entre dos acciones sobre el mismo factor ambiental.	Baja Cuando la medida de mitigación aminora la afectación hasta en un 25%.
2	Moderada Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) no rebasa el doble de las mismas.	Media Cuando se presentan efectos aditivos entre tres acciones sobre el mismo factor.	Media Si la medida de mitigación aminora entre 25 y 74%.
3	Fuerte Cuando el efecto producido por la suma de las interacciones (efectos simples) duplica o rebasa a las mismas.	Alta Cuando se presentan efectos aditivos entre cuatro o más acciones sobre el mismo factor.	Alta Si la medida de mitigación aminora la afectación en 75% o más.

En caso de que exista incertidumbre para determinar el valor de un criterio, se asigna el valor más alto, lo cual permite aplicar y ser consistente con el principio precautorio para los conflictos ambientales; reduciendo la posibilidad de subestimar un impacto.

Los índices básico y complementario se obtuvieron describiendo los efectos de la variable j (actividad del proyecto) sobre la variable i (componente ambiental) mediante los modelos que se describen a continuación:

$$EDIij = 1/9 (Eij + Dij + Iij)$$
$$SAij = 1/6 (Sij + Aij)$$

Dónde:

Criterios básicos	Criterios complementarios
E = Extensión del efecto	S = Sinergia
D = Duración del impacto	A = Acumulación
I = Intensidad del impacto	

Debido a que los criterios básicos no pueden valorarse como nulos, el valor mínimo que se les asigna es uno y los rangos de dichos índices son:

(1.3) ≤ EDI ≤ 1 y 0 ≤ SA ≤ 1

Con el fin de hacer más clara y sencilla la evaluación, el modelo presentado fue modificado del original. Para los criterios básicos, se redujeron los valores asignados para cada criterio; y en los complementarios se omitió el criterio de controversia.

Magnitud del impacto

La magnitud del impacto (MI) se calcula a partir de la siguiente fórmula: MIij = EDIij1-SA
La Magnitud del Impacto deberá ser igual al índice EDI, si el valor del índice SA es cero; mientras que, la Magnitud del Impacto es mayor que EDI cuando SA es mayor que cero.

Significancia del impacto

Para calcular la significancia del impacto (Gij) se utiliza:

Gij = (MI) [1-(M/3)] Dónde: M = Mitigabilidad

Las medidas de mitigación son evaluadas sobre una escala ordinal como criterio complementario.

Debido a que los criterios básicos no pueden ser valorados como nulos, el intervalo de valores de la significancia de la interacción son los siguientes: 0.1 ≤ Significancia ≤ 1

Los valores de significancia obtenidos se categorizaron de la siguiente manera:

Tabla 6. Valores de significancia

ESCALA	SIGNIFICANCIA
0-0.25	Bajo
0.26-0.49	Moderado
0.50-0.74	Alto
0.75-1.00	Muy alto

La metodología original propuesta por Bojórquez-Tapia fue modificada como sigue:

1. Con el fin de facilitar la evaluación de los impactos ambientales, se redujo la escala a valores de 0 a 3. Como se muestra a continuación.

Tabla 7. Reducción de la escala

ESCALA DE VALORES ORIGINAL		MODIFICACIÓN	
ESCALA	VALOR	ESCALA	VALOR
Nulo	0	Nulo	0
Nulo a bajo	1	Bajo	1
Muy Bajo	2	Medio	2
Bajo	3	Alto	3
Bajo a moderado	4		
Moderado	5		
Moderado a alto	6		
Alto	7		
Muy Alto	8		
Extremadamente alto	9		

2. Se excluyó el criterio de controversia

3. Debido a la modificación de la escala de valores y a la exclusión del criterio de controversia, se modificaron las fórmulas empleadas para el cálculo de los índices básicos, complementarios, magnitud del impacto y significancia de la interacción, quedando como:

Tabla 8. Modificación de la metodología

	METODOLOGÍA BOJORQUEZ-TAPIA	MODIFICACIÓN
Índices básicos	MEDij=1/27(Mij + Eij + Dij	EDI = 1/9 (E + D + I)
Índices complementarios	SAC_{ij} = 1/27(Sij + Aij + Cij)	SA= 1/6 (S + A)
Magnitud del impacto	Iij = MEDij	MIij = EDIij1-SA
Significancia de la interacción	(3/27) ≤ Gij ≤ 1	(3/9) ≤ Significancia ≤ 1

Mediante la aplicación de los modelos anteriores a los impactos ambientales identificados y descritos previamente, con base en la calificación de los criterios en una reunión de expertos, se realizó la valoración de los mismos para determinar la categoría de significancia, de acuerdo a lo que se señala en la siguiente tabla:

Tabla 9. Matriz de valoración de impactos ambientales

Componente ambiental	Impacto	E	D	I	A	S	EDI	AS	1-AS	Magnitud	M	Significancia	Categoría de significancia	Carácter del impacto
Topografía	**Modificación del micro relieve**	1	3	1	0	0	0.56	0.00	1.00	0.56	1	0.37	Moderado	Adverso
Suelo	**Compactación**	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	1	0.30	Moderado	Adverso
	Contaminación de suelos por residuos	1	2	1	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	1	0.30	Moderado	Adverso
Atmósfera	**Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de ruido**	1	1	2	0	0	0.44	0.00	1.00	0.44	2	0.15	Bajo	Adverso
	Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de partículas suspendidas	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo	Adverso
Hidrología superficial	**Modificación al patrón de escurrimientos naturales**	1	3	2	0	0	0.67	0.00	1.00	0.67	2	0.22	Bajo	Adverso
Paisaje	**Modificación de paisaje**	1	1	1	1	1	0.33	0.33	0.67	0.22	2	0.07	Bajo	Adverso
Flora	**Remoción de individuos**	1	2	1	1	1	0.44	0.33	0.67	0.30	2	0.10	Bajo	Adverso
Fauna	**Desplazamiento de fauna.**	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	2	0.11	Bajo	Adverso
Socio- economía	**Generación de empleos directos**	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	0	0.33	Moderado	Benéfico
	Demanda de servicios e insumos	1	1	1	0	0	0.33	0.00	1.00	0.33	0	0.33	Moderado	Benéfico

De la valoración de los impactos presentada en la tabla anterior, se identificaron 11 impactos ambientales, de los cuales 9 son adversos y 2 impactos benéficos; del total de estos, 6 tienen una significancia baja y 5 moderados.

A partir del escenario actual y de la identificación de los impactos ambientales generados por el proyecto sobre los componentes ambientales dentro del Sistema Ambiental Regional, se determinó que el impacto ambiental negativo significativo consiste en:

- La compactación por la realización de las obras y actividades del proyecto.

El Sistema Ambiental Regional delimitado presenta las condiciones establecidas en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental. Dichas condiciones son generadas por las diversas actividades que se desarrollan en la región, por lo que, para establecer los efectos del proyecto sobre el Sistema Ambiental Regional, es necesario identificar los cambios que se han generado derivados de dichas acciones en conjunto con aquellos provocados con las obras y actividades del proyecto, y que tienen un efecto aditivo sobre los componentes ambientales en los cuales inciden.

Impactos acumulativos

Con el fin de establecer los impactos acumulativos se procedió a:
• Identificar las actividades que se han desarrollado en la región y que han modificado sus condiciones ambientales.

• Identificar los probables cambios en las condiciones ambientales derivadas de la combinación de los impactos ambientales provocados por el proyecto, con los cambios provocados por las actividades que se desarrollan en la región.

A partir de lo anterior, se tiene que el impacto que se acumula a las condiciones ambientales actuales consiste en el incremento de la modificación del paisaje por la inserción de elementos ajenos al mismo; sin embargo, estos impactos pueden ser mitigados y compensados mediante medidas de mitigación que se proponen en el capítulo VI del presente documento.

Impactos Ambientales Residuales

Posterior a la aplicación de las medidas de mitigación que se describen en el capítulo siguiente, se puede establecer que los impactos provocados pueden ser prevenidos y/o mitigados; sin embargo, algunos de ellos permanecerán aún después de aplicar las medidas propuestas, siendo considerados como impactos residuales, para los cuales serán propuestas medidas compensatorias. Dicho impacto consiste en:

Modificación del micro-relieve

Las obras de preparación del sitio modificarán el micro-relieve del predio del proyecto; dicho impacto, permanecerá aun cuando sean aplicadas medidas de mitigación.

Modificación del paisaje

La instalación y la operación del proyecto fotovoltaico inducirán la modificación del paisaje del Sistema Ambiental Regional en donde se pretende desarrollar el proyecto, el cual también actualmente ha sido transformado por el cambio de uso de suelo para actividades agrícolas. La ejecución del proyecto formará parte del paisaje y será un elemento ajeno al mismo, lo que se considera afectará al paisaje actual, la cual permanecerá aún y cuando se apliquen medidas de mitigación.

Dicho impacto se acumula a aquellos provocados por las actividades que se desarrollan actualmente dentro el Sistema Ambiental Regional, tales como la remoción de la vegetación para actividades agrícolas.

Remoción de individuos arbóreos

Aun cuando se lleven a cabo medidas para mitigar el impacto por la remoción de 2,861 individuos vegetales que se encuentran en los límites de las parcelas como cercos vivos en la zona del proyecto, este impacto se mantiene, pues los elementos que conforman la composición vegetal serán eliminados.

Desplazamiento de fauna

Este impacto se dará por la remoción de los 2,861 individuos vegetales, principalmente magueyes que se localizan dispersos en la zona del proyecto, ya que algunos de ellos son microhábitats de pequeñas especies de insectos o roedores, así como de reptiles, por ejemplo, los cuales se desplazarán hacia otros sitios en busca de refugio y se rescatarán para no generar impacto.

Indicadores de Impacto

Se entiende como indicador de impacto ambiental a la expresión medible de un impacto ambiental, puede ser la variable o expresión que represente la alteración provocada sobre un factor ambiental, un componente estructural, un proceso funcional o un índice.

Para establecer los indicadores útiles para la evaluación del impacto ambiental para la ejecución del proyecto, se parte de las obras y actividades que se pretenden realizar y los factores ambientales que serán afectados, para posteriormente definir los indicadores apropiados.

Tabla 10. Indicadores de impacto ambiental

Impacto ambiental	Indicador	Unidad de medida
Modificación del micro-relieve	Generación de escurrimientos.	Número de escurrimientos.
Compactación	Deterioro del suelo	Infiltración
Contaminación de suelos por residuos	Derrames de materiales sobre suelo.	Número de eventos de derrames.
	Presencia de residuos sólidos en el suelo.	Volumen de residuos sólidos recolectados m^3.
Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de ruido	Niveles de ruido percibidos.	Decibeles Db.
Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de partículas suspendidas	Presencia de nubes de polvo.	Concentración de partículas suspendidas.
Modificación al patrón de escurrimientos naturales	Desvío de escurrimientos.	Reducción del volumen de escurrimientos en drenes existentes.
Modificación del paisaje	Vistas del proyecto en la región.	Número de sitios de percepción del proyecto.
Remoción de individuos	Cobertura vegetal.	Remoción de especies vegetales.
Desplazamiento de fauna	Presencia de fauna en la zona del proyecto.	Número de avistamientos de fauna.
Generación de empleos directos	Empleos directos generados.	Número de empleos generados.
Demanda de servicios e insumos	Consumo de servicios e insumos.	Monto en pesos de consumo de servicios e insumos.

Justificación de la metodología seleccionada

Se han desarrollado una gran cantidad de metodologías que permiten responder a las exigencias de la EIA. Una metodología puede ser más útil cuando se ajusta a las necesidades del promovente, al ambiente afectado y a las características del proyecto. Caso a caso, se determina cuál de las herramientas disponibles es más efectiva para analizar la propuesta en particular. El Método de las Listas de Chequeo o Verificación para determinar las interacciones de proyecto con los factores involucrados para determinar los posibles impactos provocados, es una lista exhaustiva por lo que permite identificar todas las

posibles consecuencias ligadas a la acción propuesta, asegurando en una primera etapa de la evaluación de impacto ambiental que ninguna alteración relevante sea omitida.

Por otra parte, la metodología de Bojórquez-Tapia et.*al.* (1998) utilizada para valorar los impactos identificados, permite transforma los criterios subjetivos a indicadores que permiten dar un valor a cada uno de los impactos y así determinar su nivel de significancia.

Contenido

CAPITULO VI 239
ESTRATEGIAS PARA LA PREVENSIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 239
VI.1 Fundamento Jurídico 239
VI.2 Descripción de las medidas o programas de mitigación o correctivas por componentes ambientales 239
VI.3 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental 245

Índice de figuras

Figura 1. Señalamientos propuestos durante construcción del proyecto: a) Prohibitivos de captura o tráfico de especies y b) Preventivos de atropello de fauna silvestre. 248
Figura 2. Antiperchas para aves recomendadas para instalar en estructuras eléctricas... 249
Figura 3. Disuadores visuales recomendados para ahuyentar aves 249
Figura 4. Disuadores auditivos recomendados para ahuyentado de aves 250
Figura 5. Mantenimiento y retiro de nidos en subestación y tendido eléctrico 251
Figura 6. Ilustración de capacitación ambiental para trabajadores de la obra. 252

Índice de tablas

Tabla 1. Medidas de mitigación durante las etapas del proyecto 241
Tabla 2. Indicadores de las medidas de mitigación 261

CAPITULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENSIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

VI.1 Fundamento Jurídico

De acuerdo con lo dispuesto en la fracción VI del Artículo 13 del Reglamento de Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en este capítulo se establecen las medidas de prevención y mitigación de los impactos ambientales impactos acumulativos y residuales del sistema ambiental regional identificados y evaluados en el capítulo previo; en particular para aquellos con carácter negativo significativo, con el fin de hacer el proyecto lo más compatible con el medio ambiente.

VI.2 Descripción de las medidas o programas de mitigación o correctivas por componentes ambientales

Las medidas propuestas, las cuales permiten moderar o disminuir los efectos negativos hacia el ambiente, se pueden clasificar de la siguiente manera:

1) Medidas de prevención PR: conjunto de acciones que se ejecutan de manera previa a la realización de cualquiera de las actividades del proyecto para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

2) Medidas de mitigación MI: conjunto de acciones para atenuar los impactos provocados por el proyecto en cualquiera de sus etapas y restablecer las condiciones ambientales.

3) Medidas de restauración RE: conjunto de acciones para recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

4) Medidas de Reducción RD: conjunto de acciones para reducir los posibles impactos que se generen de la aplicación del proyecto.

5) Medidas de compensación CO: conjunto de acciones para recuperar la funcionalidad ecológica de ambientes dañados por impactos residuales o garantizar la continuidad de aquellos otros que presentan algún grado de conservación, cuando ambos están ubicados en espacios geográficos distintos al afectado directamente por una actividad.

6) Medidas de Control CN: conjunto de acciones para asegurar el cumplimiento de medidas correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o accidentes del proyecto.

Medidas de mitigación propuestas

La propuesta de las medidas de mitigación que se presentan a continuación sigue una secuencia lógica a través del tiempo, conforme se van realizando las actividades de preparación del sitio y la instalación de las celdas solares; esto, debido a que las afectaciones provocadas se van presentando en ese orden y sobre los componentes ambientales afectados en cada momento. De esta manera se pretende hacer un sistema coherente, sencillo y lógico, para evitar repetir información dentro del documento.

Tabla 1. Medidas de mitigación durante las etapas del proyecto

Obras y actividades	Componente ambiental	Factor	Impacto ambiental	Medida de mitigación
Limpieza de terreno	Topografía	Relieve	Modificación del micro-relievé del terreno en el cual se pretende desarrollar el proyecto	Construcción de canaletas en los límites de los caminos internos para mantener el patrón hidrológico de la zona del proyecto.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Limpieza de terreno	Suelo	Calidad	Compactación	Durante la ejecución de las obras, se deberá emplear el área estrictamente autorizada para evitar la compactación de mayor superficie del suelo. Las superficies del suelo sufren una compactación por el depósito de material y tránsito de maquinaria pesada, deben ser recuperadas al final de la obra, mediante descompactación o escarificación de la superficie.
Nivelación y compactación				
Conformación de caminos internos				
Zanjas de Drenaje			Contaminación de suelos por residuos	Retiro de desechos y su disposición adecuada en sitios autorizados por la autoridad municipal.
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				

Limpieza de terreno	Atmósfera	Ruido	Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de ruido.	Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. Mantenimiento de maquinaria y equipo con el fin de reducir la emisión de partículas. Cumplimiento de la NOM-045-SEMARNAT-2017, Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Humedecimiento de la superficie de terracerías, caminos de acceso, campamentos, oficinas y almacenes donde sea constante el paso de vehículos y maquinaria, utilizando camiones tanque con agua tratada. Humedecer y cubrir con lonas la carga de los camiones que transporten material a la obra de construcción de la carretera o extraigan material de residuo fuera del área del proyecto.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Zanjas de Drenaje		Calidad	Reducción de la calidad atmosférica por la emisión de partículas suspendidas	
Instalación de obras provisionales				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Limpieza de terreno	Hidrología	Patrón de drenaje superficial	Modificación al patrón de escurrimientos naturales	Construcción de canaletas en los límites de los caminos internos, para dirigir el flujo hídrico, hacia cauces naturales existentes.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Limpieza de terreno	Paisaje	Calidad	Modificación del paisaje	El proyecto deberá presentar una integración del conjunto acorde con las características del paisaje natural circundante.
Nivelación y compactación				
Conformación de camino				
Zanjas de Drenaje				

Instalación de obras provisionales				
Apertura de zanjas para cableado de media tensión (MT)				
Construcción de bases				
Instalación de casetas prefabricadas que cumplirán la función de oficinas, almacenes, caseta de control				
Hincado de postes				
Montaje de módulos juntos con cajas de nivel				
Conexión a la Red (Cableado desde transformadores hasta la Red de CFE)				
Subestación eléctrica				
Limpieza de terreno	Flora	Individuos	Remoción de individuos vegetales	La remoción de los individuos arbóreos se realizará de manera mecánica sin la utilización de químicos para evitar contaminación. Se realizará de forma secuenciada según el programa de obras para evitar la erosión y dispersión de polvos sobre otros individuos. Se aplicará de manera permanente la supervisión de obra, a través del cual se vigilará que no se afecten áreas con vegetación natural adyacentes al proyecto y se cumplan las medidas expuestas.
Nivelación y compactación				
Limpieza de terreno	Fauna	Individuos	Desplazamiento de fauna	Durante los trabajos de Preparación del sitio e instalación de las celdas fotovoltaicas, se ahuyentará la fauna presente.

Nivelación y compactación				Instalación de señalamientos preventivos de atropello. Capacitación del personal sobre la importancia de la fauna. Instalación de señalamientos prohibitivos de captura o tráfico de especies. Instalación de disuasores. Instalación de antiperchas. Se llevarán a cabo acciones de rescate para las especies de lento desplazamiento.

VI.3 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

En este apartado se dan a conocer las medidas y acciones a seguir con la finalidad de prevenir y mitigar los impactos que la obra o actividad provocará durante sus diferentes etapas.

a) Actividad; Operación de maquinaria y equipo.

Impacto ambiental: generación de partículas de polvo
Factor afectado: Aire

Medida de mitigación: para disminuir al máximo el levantamiento de partículas de polvo durante las actividades de preparación del sitio, se humedecerán las zonas de trabajo, que se hallen sin cubierta vegetal. En caso de requerir el transporte de materiales, ya sea como residuales o materia prima, se seleccionarán los vehículos apropiados para el transporte del material de construcción hacia el sitio del proyecto y utilizarán mallas o lonas para evitar al máximo la dispersión de partículas de polvo al medio ambiente.

Adicionalmente, se colocarán señalamientos de la velocidad máxima permitida durante la preparación del sitio y construcción de las obras. Se establecerá la velocidad máxima a la que deben circular los vehículos, los cuales se colocarán en señalamientos alusivos. La velocidad máxima que se cuidará que no se rebase será de 30 km/h a fin de minimizar la dispersión de partículas.

Se verificará el cumplimiento de la NOM-025-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto a las partículas menores de 10 micras

(pm10). Valor permisible para la concentración de partículas menores de 10 micras (pm10) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población".

b) Actividad: Operación de maquinaria y equipo

Impacto ambiental: generación de gases de combustión.

Factor afectado: Aire

Medida de mitigación: al inicio de las actividades y durante el tiempo de ejecución de las obras, se verificará que la maquinaria y equipo cuente con mantenimiento preventivo para disminuir las emisiones, se realizará mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo y vehículos a utilizar, así como las unidades de transporte de materiales. El mantenimiento de las maquinarias, vehículos y equipo se realizará en talleres fuera de las instalaciones del sitio del proyecto. Para el control de la contaminación de la atmósfera, se cumplirá con las Normas Oficiales Mexicanas expedidas por la SEMARNAT:

NOM-041-SEMARNAT-2015. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

NOM-044-SEMARNAT-2017. Hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas, opacidad de humo de motores que utilizan diésel.

NOM-045-SEMARNAT-2017. Que establece los niveles máximos permisible de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel como combustible.

c) Actividad: Operación de maquinaria y equipo.

Impacto ambiental: Incremento de los Niveles de Ruido y Vibraciones

Factor afectado: Aire (Calidad sonora de la zona)

Medida de mitigación: La maquinaria y equipo deberá apegarse a los límites máximos permisibles que marca la normatividad correspondiente vigente. El intervalo de tiempo de ocupación de la maquinaria y equipo a utilizar se realizará en una jornada de trabajo de ocho horas, como lo marca la Ley federal de trabajo, por lo tanto, se supervisará que los trabajadores realicen sus actividades dentro de los límites de la legislación.

Se verificará el cumplimiento a las siguientes normas:

NOM-079-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de los vehículos automotores nuevos en planta y su método de medición.
NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

d) Actividad: Nivelación y compactación

Impacto ambiental: Remoción de individuos vegetales
Impacto ambiental: Desplazamiento de la fauna
Medida de mitigación: La remoción de los individuos vegetales (principalmente magueyes) se realizará de manera mecánica sin la utilización de químicos para evitar contaminación. Se realizará de forma secuenciada según el programa de obras para evitar la erosión y dispersión de polvos sobre otros individuos. Además de que se aplicará de manera permanente la supervisión de obra, a través del cual se vigilará que no se afecten áreas con vegetación natural adyacentes al proyecto y se cumplan las medidas expuestas.

Durante los trabajos de Preparación del sitio e instalación de las celdas fotovoltaicas, se ahuyentará la fauna presente. Asimismo, se instalarán señalamientos preventivos de

atropello, señalamientos prohibitivos de captura o tráfico de especies, disuasores y antiperchas.

Para el caso de la fauna con desplazamiento lento durante la etapa de preparación del sitio, está será rescatada y reubicada, teniendo atención especial con las especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la **NOM-059-SEMARNAT-2010** ya mencionadas en el capítulo anterior, las cuales se registraron en los márgenes de algunas parcelas ocupando los magueyes como microhábitat; sin embargo, es probable encontrar individuos inmersos en el área de este. La manipulación y rescate de fauna silvestre, deberá de ser realizada por personal especializado o capacitado para dicha acción.



Figura 1. Señalamientos propuestos durante construcción del proyecto: a) Prohibitivos de captura o tráfico de especies y b) Preventivos de atropello de fauna silvestre.

Instalación de disuadores, antiperchas y mantenimiento de instalaciones eléctricas

Diversos estudios indican que la instalación de antiperchas y disuadores (visuales o auditivos) para las aves reducen significativamente los índices de colisión y electrocución (Crowder y Rhodes, 1999). Las medidas de prevención y control recomendadas para reducir al mínimo los choques y la electrocución de aves son:

Instalación de antiperchas: La colocación se este tipo de accesorios es recomendable para evitar la percha de aves. Además de que reduce de forma preventiva el riesgo de interrupciones de energía por la electrocución de aves cuando perchan o cuando construyen sus nidos en las estructuras de la subestación y/o en el tendido eléctrico.

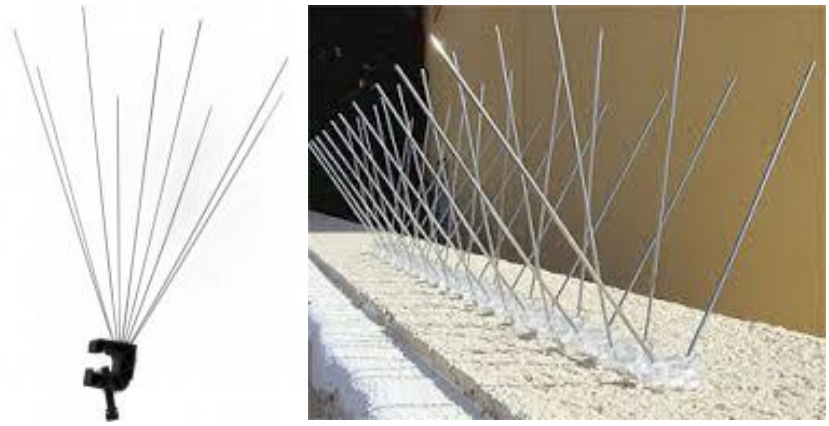


Figura 2. Antiperchas para aves recomendadas para instalar en estructuras eléctricas

Instalación de disuadores (visuales y auditivos): La instalación de disuadores visuales (siluetas o maniquís de depredadores de aves) es recomendable para alejar a muchas especies de aves de áreas de conflicto, es decir, que colocar este tipo de figuras en un área estratégica aleja de forma temporal a las aves que pueden provocar interrupción de la energía o daños a la infraestructura eléctrica durante la operación del proyecto.



Figura 3. Disuadores visuales recomendados para ahuyentar aves

Otra estrategia para ahuyentar a las aves de la subestación y tendido eléctrico es la instalación de disuadores auditivos, los cuales son ahuyentadores ultrasónicos o sonoros que replican sonidos estridentes. Cuando las aves perciben una situación de peligro emiten señales para notificar a otras aves que el área no es segura. El disuador de aves reproduce sonidos naturales para crear un ambiente que no solo es molesto para las aves, sino que perciben que su vida corre peligro y abandonan el área donde el equipo se encuentra instalado.



Figura 4. Disuadores auditivos recomendados para ahuyentado de aves

Mantenimiento a infraestructura eléctrica: El mantenimiento periódico de la infraestructura eléctrica (subestación y tendido eléctrico) es necesario para prevenir la electrocución de aves, ya sea por ocupar los espacios como sitios de percha o para la construcción de nidos, además de que es importante considerar la interrupción en los cortes de energía por este tipo de incidentes.



Figura 5. Mantenimiento y retiro de nidos en subestación y tendido eléctrico

Es importante señalar que se deben implementar acciones de capacitación y concientización dirigidas a todo el personal que participe en la obra para el cuidado, respeto y protección de la fauna, en particular de especies peligrosas. Se deberá realizar un programa de vigilancia ambiental en donde se establecerán sanciones al personal que realice cacería, captura o comercio no autorizado de fauna silvestre.

Capacitación del personal que participe en las diferentes etapas del proyecto.

Se impartirán cursos de capacitación al personal que participe en las diferentes actividades de construcción del proyecto, cuyo objetivo es inducir a los trabajadores a establecer lineamientos sobre precaución, protección y conservación de las especies de fauna silvestre presentes dentro del polígono de proyecto y área de influencia.

Estos cursos deberán ser impartidos antes del inicio de actividades y de forma trimestral durante el tiempo que duren las de mayor potencial de afectación para la fauna (en la preparación del sitio y construcción).

Durante la capacitación, se deberá abordar temas como la fauna silvestre presente en la zona y su importancia para el ecosistema, las medidas de seguridad en caso de encuentro con fauna peligrosa en el área de trabajo (serpientes venenosas) y recomendaciones sobre la protección de las especies silvestre, dejando claramente la prohibición a todo el personal, sobre la caza, extracción y/o tráfico de especies silvestres (Figura 6).



Figura 6. Ilustración de capacitación ambiental para trabajadores de la obra.

e) Actividad: Trazo y nivelación

Impacto ambiental: Modificación al patrón de escurrimientos naturales
Factor afectado: Agua (Hidrología superficial)

Medida de mitigación, se contempla la construcción de canaletas en los límites de los caminos internos, para dirigir el flujo hídrico, hacia cauces naturales existentes.

f) Generación de Residuos Sólidos Urbanos

Impacto ambiental: Disminución en la calidad del suelo

Factor afectado: Suelo

El movimiento de desperdicios y material de desecho de la obra, incluyendo el almacenamiento temporal de los mismos, así como los residuos generados por los trabajadores, será restringido a las áreas seleccionadas previamente para tal fin, desalojándose continuamente, de tal forma que se evite su acumulación en el sitio y por consecuencia la presencia de sitios propicios para la alimentación y reproducción de roedores e insectos nocivos, que dañen la infraestructura del lugar o sirvan como transmisores de enfermedades.

Se implementará un plan de reducción, manejo y reutilización de residuos que incluya capacitación al personal que labore en la obra. Los residuos sólidos generados en la obra como papel, plásticos, envolturas, vidrio, etc., serán colocados en el área de almacenamiento de residuos sólidos de la organización. Todos los residuos que se generen se dispondrán de manera temporal en un lugar adecuado y acondicionado dentro del área del proyecto y se dispondrán finalmente en el sitio que la autoridad indique.

En el caso de que este plan de manejo resulte necesario, este cumplirá los siguientes principios:

Minimización en el origen

1. Durante la preparación y construcción se colocarán recipientes de colecta por tipo de residuo en puntos estratégicos dentro de los frentes de trabajo para recepción de varios tipos de residuos sólidos lo cual evitará la acumulación de residuos dentro del sitio de interés, para facilitar la segregación.
2. Los contenedores estarán debidamente etiquetados.

3. La disposición de residuos sólidos no peligrosos se llevará a cabo de conformidad con las disposiciones que establezca la autoridad correspondiente.
4. Se cerrarán brigadas de limpieza, realizar labores de recolección de residuos que hayan sido dispersados por el viento, durante las etapas de preparación del sitio (Esta acción se deberá realizar de preferencia al concluir la jornada laboral).
5. Los residuos se dispondrán en un sitio autorizado por la autoridad competente.

g) Generación de Residuos de Manejo Especial

Impacto ambiental: Disminución en la calidad del suelo
Factor afectado: Suelo

Medida de mitigación: Se implementará un programa de separación y manejo de residuos considerados de manejo especial de acuerdo a lo establecido en la Ley General para Prevención y Gestión integral de residuos (LGPGIR), así como los criterios aplicables de la NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo, el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado, así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

Algunos de los residuos que se esperan generar son embalajes de madera y cartón. Las medidas generales para este tipo de residuos, adicionales a las medidas generales que aplican para los residuos no peligrosos son:

Buscar la valorización de los residuos de manejo especial dentro de las actividades de preparación del sitio y construcción, en caso de que no se puedan reutilizar durante el desarrollo del mismo, estos residuos se dispondrán en un sitio autorizado.

Se llevarán bitácoras del volumen de todos los tipos de residuos generados identificando el o los destinos, e incluyendo los manifiestos, cartas de recepción o recibos, según sea el caso.

h) Posibles Derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites

Impacto ambiental: Disminución de la calidad del suelo
Factor afectado: Suelo

Medida de mitigación: Se destinará un área para el almacenamiento temporal de los residuos. Este deberá contener piso de concreto, un sardinel y deberá estar techado y delimitado con sus señalamientos correspondientes.

Se dará capacitación, a los trabajadores, sobre las buenas prácticas y manejo de dichas sustancias de acuerdo con lo establecido en la NOM-005-STPS-1998 y se contará con hojas de seguridad (MSDS) para todos los materiales peligrosos utilizados (NOM-018-STPS-2000), así como capacitarlos en las medidas básicas para actuar en caso de un conato de incendio (NOM-002-STPS-2010).

Adicionalmente se capacitará a un equipo para la atención de algún derrame de estas substancias en las zonas de trabajo. Los desechos que se generen en caso de algún derrame o fuga en las maquinarias y equipos que se encuentren laborando en el sitio se consideraran como Residuo Peligroso y el promovente verificará que dichos residuos sean manejados y dispuestos por empresas autorizadas para tal fin.

i) Generación de Residuos Peligrosos

Impacto ambiental: Disminución de la calidad del suelo
Factor afectado: Suelo

Medidas de mitigación: Se contempla que las cantidades a generar durante todas las actividades de Proyecto de residuos peligrosos sean mínimas, dada la estructura misma del Proyecto y que el mantenimiento de vehículos, maquinaria y equipos se llevará a cabo en talleres independientes.

Sin embargo, el promovente se asegurará de que estos contratistas cuenten con los requerimientos legales de manejo de residuos y sustancias peligrosas, así como lugares adecuados de trabajo para dicho fin.

Se capacitará a los trabajadores para que conozcan cuales son los residuos peligrosos, como debe ser su manejo y se instalara un almacén temporal de residuos peligrosos y para transpórtalos y disponerlos se contrataran a empresas autorizadas para su transporte y disposición final. El almacén de residuos peligrosos deberá ser de acceso restringido, con piso de concreto, señalética, sardinel y techo.

j) Generación de agua de servicios sanitarios

Impacto ambiental: Afectación de la calidad del suelo y/o agua
Factor afectado; Agua y/o suelo

Medida de mitigación: Los servicios generales como sanitarios serán suministrados al sitio por medio de un contratista externo a partir de sanitarios portátiles en donde se almacenará el agua residual que se genere. Para dar servicio a los sanitarios fijos en el sitio del proyecto (ya en la etapa de operación) se considera la utilización de un tanque cisterna misma que al cumplir el tiempo de servicio las aguas negras y grises serán dispuestas mediante una empresa que desazolve dicho tanque y pueda dar uso nuevamente. Los residuos generados por estos sanitarios portátiles serán dispuestos por el proveedor. No se contempla la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales debido a la naturaleza de las actividades de construcción y del proyecto.

El mayor número de medidas de mitigación se implementarán para la etapa de preparación de sitio, durante las etapas de operación y mantenimiento serán mínimas debido a la naturaleza del proyecto y habrá otras medidas que se mantendrán durante todas las etapas.

Para asegurar el cumplimiento de las medidas de mitigación se contará con un supervisor ambiental el cual se encargará de implementar los planes de manejos de residuos, capacitar al personal en el manejo de residuos peligrosos y atención a emergencias, así como del llenado de las bitácoras de acciones de aplicación de las medidas de mitigación, generación de residuos y resguardo de las cartas, comprobantes de recepción de RSU y RME y Manifiestos en caso de trasporte y disposición de RP en caso de generarse.

Plan de Vigilancia Ambiental

Se propone la elaboración de un Plan de Vigilancia Ambiental el cual tendrá la función de asegurar que se lleven a cabalidad las medidas de mitigación enfocadas a mitigar los impactos identificados durante las diferentes fases del proyecto y se tendrá la capacidad de poder evaluar en su momento la efectividad de la medida aplicada de lo contrario se podrán modificar dichas medidas para mitigar el impacto generado.

Para hacer más clara su presentación, organización y aplicación de las medidas de mitigación propuestas, se propone un Plan de vigilancia Ambiental el cual consiste en el conjunto de medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas, las estrategias para su aplicación y el monitoreo de los resultados obtenidos, con el fin de garantizar su aplicación e identificar desviaciones para, en tal caso, realizar acciones adicionales, modificaciones o proponer medidas de emergencia. El Plan referido está integrado por los siguientes aspectos:

- Objetivo
- Marco administrativo
- Curso de inducción y capacitación ambiental a trabajadores
- Propuesta de buenas prácticas ambientales
- Programa de aplicación de medidas de mitigación propuestas
- Supervisión Ambiental de la Obra

El Plan de Vigilancia Ambiental tiene como objetivo:

Se elaborará un plan de manejo ambiental para la organización sistemática de las medidas de mitigación, los procedimientos, lineamientos técnicos y cronograma de las actividades propuestas para la prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales provocados por el proyecto y documentar la aplicación de las medidas propuestas.

Marco administrativo

El Plan de Vigilancia Ambiental, será llevado a cabo por un consultor o especialista ambiental, el cual en coordinación con la empresa constructora y la empresa promovente del proyecto establecerá el compromiso formal de llevar a cabo la aplicación de todas las medidas de mitigación propuestas para la realización del proyecto.

En ese sentido, se señala que, el promovente está directa y legalmente obligado a cumplir con las medidas de mitigación propuestas para el proyecto, el cual es el titular en su caso de la autorización en Materia de Impacto Ambiental.

Por otra parte, el promovente comunicará a la empresa contratista, responsable de la construcción del proyecto la obligación de realizar todas las medidas y actividades propuestas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales, por lo que el

constructor deberá contemplarlas en sus procedimientos y deberá manifestar su acuerdo y compromiso de la realización de las acciones que permitan cumplir con las medidas señaladas. Finalmente, la empresa consultora contratada tiene la obligación de realizar y supervisar en la práctica la aplicación de las medidas de mitigación propuestas para el proyecto, en coordinación con la empresa constructora, documentar su realización.

Curso de Inducción y Capacitación Ambiental a Trabajadores

Previo al inicio de las obras del proyecto, se propone impartir un Curso de Inducción y Capacitación Ambiental a los Trabajadores, con el fin de informar y sensibilizarlos respecto al tema ambiental, en relación con las obras del proyecto y las condiciones de los componentes ambientales; flora, fauna, suelo, paisaje, la situación del sistema ambiental regional delimitado, las propuestas de medidas de mitigación, la manera en que deberán participar durante la realización del proyecto y los lineamientos de protección ambiental que deberán atender, de acuerdo a la Propuesta de Buenas Prácticas Ambientales que se refiere en el siguiente apartado.

Propuesta de Buenas Prácticas Ambientales

De la misma manera, en el Curso de Inducción y Capacitación Ambiental a los Trabajadores, se dará a conocer, previo al inicio de actividades del proyecto la Propuesta de Buenas Prácticas Ambientales, donde se incluyen los criterios de actuación de la empresa constructora y los trabajadores con respecto a las acciones que deben tomar para que las obras y actividades del proyecto se realicen de manera que se prevengan impactos ambientales desde esa etapa de preparación del sitio del proyecto, con lo cual se reducen los costos de aplicar medidas de mitigación posteriores y se logra que el proyecto sea respetuoso con el medio ambiente.

La Propuesta de Buenas Prácticas Ambientales incluye:

- Normas de manejo de residuos.
- Acciones prohibidas, como la recolección de flora y la captura y caza de fauna, vertido de aceites, pinturas, etc., sobre el suelo o cuerpos de agua.
- Limitar el tránsito dentro del área de trabajo.

Tabla 2. Indicadores de las medidas de mitigación

ETAPA DE APLICACIÓN	RESPONSABLE DE APLICACIÓN	MEDIDA DE MITIGACIÓN	INDICADOR
Preparación del sitio. Instalación de celdas fotovoltaicas.	Personal de construcción de la obra	Construcción de canaletas en los límites de los caminos internos, para mantener el patrón hidrológico de la zona del proyecto.	Tipo, ubicación y número de obras realizadas.
		Durante la ejecución de las obras, se deberá emplear el área estrictamente necesaria para evitar la compactación de mayor superficie del suelo.	Evidencia fotográfica
		Las superficies del suelo sufren una compactación por el depósito de material y tránsito de maquinaria pesada, deben ser recuperadas al final de la obra, mediante descompactación o escarificación de la superficie para su reforestación utilizando la capa orgánica de suelo recuperada.	Superficie de suelo escarificado.
		Retiro de desechos y su disposición adecuada en sitios autorizados por la autoridad municipal.	Volumen de residuos recuperados, ubicación del sitio de depósito.
		Cumplimiento de la NOM-080-SEMARNAT-1994 que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.	Reporte de cumplimiento de parámetros de la norma.
		Mantenimiento de maquinaria y equipo con el fin de reducir la emisión de partículas.	Bitácoras de mantenimiento de maquinaria y/o equipo. Reporte de cumplimiento de parámetros de la norma.
		Cumplimiento de la NOM-045-SEMARNAT-2017 que establece los límites máximos permisibles de emisiones de gases contaminantes provenientes de vehículos automotores que usan gasolina como combustible	
		Humedecimiento de la superficie de terracerías, caminos de acceso, campamentos, oficinas y almacenes donde sea constante el paso de vehículos y maquinaria, utilizando camiones tanque con agua tratada.	Evidencia fotográfica
		Humedecer y cubrir con lonas la carga de los camiones que transporten material a la obra de construcción de la carretera o extraigan material de residuo fuera del área del proyecto.	
Instalación	Cuadrilla de supervisión ambiental de la obra (personal capacitado)	El proyecto deberá presentar una integración del conjunto acorde con las características del paisaje natural circundante.	Evidencia fotográfica
		Durante los trabajos de Preparación del sitio e instalación de las celdas fotovoltaicas, se ahuyentará la fauna presente y en su caso será recatada para su traslado a sitios cercanos bajo condiciones adecuadas para la sobrevivencia de los ejemplares rescatados.	Registro de fauna rescatada, evidencia fotográfica.
		La remoción de los individuos arbóreos se realizará de manera mecánica sin la utilización de químicos para evitar contaminación. Se realizará de forma secuenciada según el programa de obras para evitar la erosión y dispersión de polvos sobre otros individuos.	Evidencia fotográfica.
		Se aplicará un programa permanente de supervisión ambiental de la obra, a través del cual se vigilará que no se afecten áreas con vegetación natural adyacentes al proyecto.	Reportes de supervisión ambiental. Evidencia fotográfica.

Contenido

CAPITULO VII 262

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 262

VII.1 Pronósticos del Escenario 262

Índice de tablas

Tabla 1.Escenarios resultantes 264

CAPITULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII.1 Pronósticos del Escenario

Comprometidos con el cumplimiento de las metas de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero, establecidas en la Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, el sector eléctrico del país debe transformarse para que, en el año 2024, un máximo de 65% de la electricidad provenga de combustibles fósiles.

Esta meta se ratificará en la Ley General de Cambio Climático, que estipula que el 35% de la generación eléctrica provenga de energías limpias para ese mismo año. Mediante el fomento de las energías renovables, México ayuda a mitigar la emisión de gases de efecto invernadero y, al mismo tiempo, contribuye a diversificar la generación de energía eléctrica, lo que conlleva una mejora en materia de seguridad energética en el país (Cordero, 2017).

Es tangible el compromiso de impulsar al sector energético nacional a través de proyectos, programas y acciones, que promuevan las energías limpias y las mejores prácticas en políticas de eficiencia energética. El principal objetivo es la reducción de emisiones contaminantes y dirigir los esfuerzos hacia la sustentabilidad social, económica y ambiental, en concordancia con los compromisos ambientales globales presentes y futuros.

En este sentido el Artículo 8, se menciona que el Ejecutivo del Estado, a través de la Secretaría de Desarrollo Económico, para fomentar la inversión productiva, el empleo y el

desarrollo empresarial, desempeñará las siguientes acciones: Promover la determinación, creación, construcción, conservación, mejoramiento, ampliación y protección de Áreas de Desarrollo Económico, que tengan las condiciones adecuadas, para atraer la inversión productiva y estimule el desarrollo de las actividades económicas, así como gestionar de manera conjunta con la Federación y los Ayuntamientos, los apoyos necesarios para el desarrollo de una infraestructura productiva moderna y suficiente; así como, promover el mejoramiento de la cobertura y capacidad de los servicios públicos, al igual que el uso eficiente de insumos en los sistemas de producción, por lo que el proyecto a desarrollarse será productivo y económicamente viable para la sociedad y el estado.

En cuanto al escenario actual que se presenta en la zona en donde se realizarán los trabajos para instalar los módulos fotovoltaicos, sin implementar el proyecto, este no presentaría cambios significativos tanto a nivel de SAR como a nivel de proyecto, ya que la tendencia a la agricultura se mantendrá, por lo que las condiciones de los factores físicos y biológicos actuales no sufrirían cambios positivos de seguir esta tendencia.

En la siguiente tabla se observan los distintos escenarios consecuentes a la propuesta del proyecto, primero se muestra el escenario resultante de la construcción del proyecto sin la implementación de medidas de mitigación; el siguiente escenario es el resultado del proyecto efectuando las medidas de mitigación correspondientes, y como último escenario el resultado de la operación del proyecto.

Tabla 1.Escenarios resultantes

FACTOR	ESCENARIOS		
	PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	OPERACIÓN DEL PROYECTO
Atmósfera	La calidad del aire se ve afectada por las actividades para llevar a cabo el proyecto, se producirían, emisiones a la atmósfera y levantamiento de partículas de polvo, así como, ruido por la utilización del equipo y maquinaria, de igual forma con los vehículos que transporten el material requerido.	La calidad del aire se verá afectada de forma poco significativa, debido a que los impactos podrán ser prevenidos y mitigados. El equipo y la maquinaria a utilizar, laborará en óptimas condiciones, además de que se efectuará el mantenimiento adecuado de los mismos, los camiones que transportarán el material se cubrirán con lonas con el fin de evitar la dispersión de partículas. Para evitar la formación de tolvaneras se implementarán riegos en la zona del proyecto con agua tratada o algún polímero aglutinante. El impacto será de manera temporal y ligero	La calidad del aire seguirá impactada de la misma manera en la zona del proyecto incluso dentro del SAR ya que el proyecto no producirá emisiones a la atmosfera, ya que solamente son estructuras metálicas fijas.
Suelo	Con la generación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos que se puedan generar por las obras y actividades se provocaría un impacto severo.	Los impactos al suelo por la generación de residuos se prevendrán posibles riesgos al ambiente mediante el almacenamiento y el manejo adecuado de los mismos; el impacto será ligero y de manera temporal.	Se implementará el mantenimiento necesario para mantener en óptimas condiciones la zona del proyecto y esta no presente deterioro en un lapso corto, además de llevar acabo un buen manejo de los residuos por parte de los responsables del proyecto o contratistas.
Patrón de Escorrentías (drenaje superficial)	Con las actividades de ejecución del proyecto realizadas con total descuido, no se modificaría considerablemente los patrones de escorrentía, toda vez que dentro del área del proyecto no hay escurrimientos, arroyos o cauces que se interfieran. Por lo cual provocaría un impacto ligero y temporal.	La ejecución del proyecto modificara de manera muy mínima el patrón de escorrentías de la zona, sin embargo, los procesos de escurrimiento de aguas pluviales serán desarrollados de acuerdo a la topografía del sitio por lo que no se espera una afectación significativa al proceso de recarga de acuíferos, ya que se contará con un sistema de drenaje pluvial que no interrumpirá el ciclo hidrológico en el sitio y esto ayudara a la recarga de acuífero.	Quedará instalado el sistema de drenaje pluvial en el área por lo que no se interrumpirá el flujo de las escorrentías de la zona y esto beneficiará a la recarga del acuífero.

FACTOR	ESCENARIOS		
	PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN	PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN	OPERACIÓN DEL PROYECTO
Flora y Fauna	La flora y la fauna se encuentran en un mal estado de conservación por haber sido impactadas por actividades agrícolas de la región de manera significativa por lo que, el proyecto sin medidas de mitigación, tal como fue establecido en la evaluación de los impactos ambientales se espera impactos bajo sin la aplicación de medidas de mitigación.	Aplicando medidas de mitigación se reducirán aún más los impactos del proyecto sobre los factores bióticos del predio del proyecto.	La operación del sistema fotovoltaico que se pretende desarrollar, no alterará de modo alguno a la flora y fauna del lugar siempre y cuando se realicen las actividades propias para estas áreas.
Paisaje	La instalación de las celdas solares transformará permanentemente la imagen visual del sistema ambiental dentro el cual se ubica el proyecto.	El paisaje se verá impactado por las actividades que se desarrollaran para el proyecto del sistema fotovoltaico; sin embargo, se aplicarán las medidas de mitigación necesarias, para minimizar los impactos ambientales que se producirán y así se pueda mejorar la imagen visual del paisaje en localidades identificadas.	El proyecto deberá presentar una integración del conjunto acorde con las características del paisaje natural circundante.
Aspectos sociales y economía de la región	Las condiciones socioeconómicas de la región donde se inserta el proyecto se mantendrán en la misma situación.	Usando materiales para la construcción adquiridos en la región y contratando mano de obra del lugar, se logrará un beneficio en el rubro económico de la región; con lo anterior y con la puesta en marcha de todas las medidas de mitigación, se logrará, un proyecto viable, tanto ambiental como socio-económicamente.	Con la operación del proyecto se aprovechará la energía solar, para generar energía eléctrica, lo cual constituye una buena fuente de energía para las localidades de la zona y de la región.

El estado de Puebla tiene un buen potencial para la producción de electricidad a partir de energía solar. Los valores de radicación solar reportados alcanzan un máximo de 6.4 kwh/m^2 y un mínimo de 4.4 kwh/m^2. Se reconoce que el proyecto del Parque Solar generará energía eléctrica utilizando energía solar, con una capacidad total instalada de 150 MW representando una alternativa para la generación de energía eléctrica de una manera más limpia y sustentable, y representando una fuente de energía sin emisiones contaminantes atmosféricas, en este sentido el desarrollo de este tipo proyectos ayudan a impulsar las metas establecidas por las autoridades federales en beneficio de la generación de energía eléctrica por medios renovables.

Contenido

CAPITULO VIII 266

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES 266

VIII.1 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL MEDIO FÍSICO Y DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 266

VIII.2 METODOLOGÍA PARA EL REGISTRO DE FAUNA SILVESTRE 267

VIII.3 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN 269

VIII.4 METODOLOGÍA PARA LA CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE 270

VIII.5 BIBLIOGRAFÍA VINCULACIÓN CON INSTRUMENTOS NORMATIVOS 270

VIII.6 BIBLIOGRAFÍA SOCIOECONÓMICO 273

CAPITULO VIII

IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

VIII.1 Metodología para la caracterización del Medio Físico y delimitación del Sistema Ambiental Regional

Para llevar a cabo este tipo de estudios que requieren de una evaluación de impacto ambiental, es necesario conocer y analizar las características que componen el medio físico (abiótico) del lugar donde se pretende realizar el proyecto, es necesario entonces poder conocer y evaluar el mayor número de elementos posibles para así poder identificar los impactos que ocasionará la obra y poder determinar las medidas de mitigación más eficaces. Con la finalidad de hacer un análisis adecuado, fue necesario consultar diversas fuentes bibliográficas, bases de datos oficiales (INEGI, CONAGUA, SMN, Planes Municipales y estatales de Desarrollo y toda la Normatividad vigente en materia ambiental), publicaciones y la cartografía existente y/o generada mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG), con la finalidad de tener un marco de referencia dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR) que se estableció para el presente proyecto.

La metodología utilizada para la caracterización del medio físico a nivel de Sistema Ambiental Regional, la delimitación del mismo y Predio del Proyecto se describe en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Bibliografía:

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, México, D.F.

García E. 1990. Climas, 1: 4000 000. IV.4.10. Atlas Nacional de México. Vol. II. Instituto de Geografía, UNAM. México.

World reference base for soil resources (FAO). 2006.

Internet:

Atlas Nacional de Riesgos. http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/ Cosulta Agosto 2020.

CONAGUA.

https://smn.conagua.gob.mx/tools/RESOURCES/Normales5110/NORMAL29027.TXT

Consulta Agosto 2020.

https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/puebla/puebla.html Consulta Agosto 2020.

CNA. Servicio Meteorológico Nacional. http://smn.cna.gob.mx/. Consulta Agosto 2020.

Cartografía:

INEGI (2007) Carta Climática 1:250 000

INEGI (2007) Carta Edafológica 1:250 000

INEGI (2007) Carta Geológica 1:250 000

INEGI (2007) Carta Hidrológica 1:250 000

VIII.2 Metodología para el registro de fauna silvestre

La metodología empleada para la caracterización de la fauna a nivel de Sistema Ambiental Regional y Predio del Proyecto se describe en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Bibliografía:

Espinosa, David & Ocegueda, Susana & Aguilar, C. & Flores, O. & Llorente, Jorge. (2008). El conocimiento biogeográfico de las especies y su regionalización natural. Capital Natural de México. 1. 33-65.

Benítez-Gálvez, J. E. 1997. Los Ofidios de Puebla. Gobierno del Estado de Puebla, Puebla, México.

Flores-Villela & García-Vázquez. 2013. Biodiversidad de Reptiles en México.

Camarillo, J., 1998. Observaciones preliminares sobre los anfibios y reptiles de los lagos-cráter de Puebla-Veracruz.

Jesús A. Fernández et al. 2015. Mamíferos de Tlaxcala, México.

Peralta-Moctezuma, 2011. Estado actual de los mamíferos silvestres de La Sierra Norte de Puebla.

Fernández, J. A. et al. 2007. Avifaunas estatales de México, TLAXCALA.

Dunn, J., 2017. National Geographic field guide to the birds of North America.

Del Olmo, G. 2013. Aves comunes de la Ciudad de México.

(Aranda, J. 2012. Manual para el rastreo de mamíferos silvestres de México.

Powell, R., 1998. Peterson, A Field Guide to Reptiles & Amphibians: Eastern and Central North America.

Jr, J. & Genoways, Hugh, 1975. Dipodomys phillipsii. Mammalian Species.

Mejía, O. Romero-León, Y. y Martínez-Méndez, N., 2014. Modelado de la distribución geográfica de las especies incluidas en los grupos Sceloporus grammicus, Sceloporus megalepidurus y Sceloporus torquatus (Phrynosomatidae: Squamata).

López-Moreno, et al., 2016. Female reproductive cycle and clutch size of Aspidoscelis costata costata (Squamata: Teiidae) from Tonatico, Estado de México.

Internet:

http://www.enciclovida.mx/ consulta Agosto 2020.

VIII.3 Metodología para la caracterización de la vegetación

La metodología utilizada para la caracterización de la vegetación a nivel de Sistema Ambiental Regional y Predio del Proyecto se describe en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Bibliografía:

Álvarez, 2012. Inventario Florístico en dos localidades del Municipio de Tepeyahualco, Puebla. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Bravo-Hollis, H. (1978) Las Cactáceas de México. Volumen 1, Segunda Edición. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 743 p.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI. (2017). Uso de Suelo y Vegetación. Cartografía, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI.

Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. INEGI, 2008. Carta de Uso del Suelo y Vegetación, Serie VI.

Miranda, F. y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México. 28: 29- 179.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa, S.A. 2ª. reimpresión. 1983. México. 431 pp

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y

fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo., § Segunda Sección (2010).

Internet:

https://www.naturalista.mx/ Consulta Agosto 2020.

Missouri Botanical Garden. (2018). Tropicos. Retrieved July 17, 2018, from http://www.tropicos.org/

Cartografía:

INEGI (2016) Carta Uso de Suelo y Vegetación Serie VI, Esc. 1:250 000

VIII.4 Metodología para la caracterización del paisaje

La metodología aplicada para la caracterización del paisaje se describe en el Capítulo IV de la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

Bibliografía:

CONABIO, (03/04/2014). 'Localidades rurales y urbanas 1, 2010', escala: 1:1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Datos estadísticos del 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México, D.F.

VIII.5 Bibliografía Vinculación con Instrumentos Normativos

Diario Oficial de la Federación. Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente. Diciembre, 1987.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2015 Norma Oficial Mexicana, Que Establece los Niveles Máximos Permisibles de Emisión de Gases

Contaminantes Provenientes del Escape de los Vehículos Automotores en Circulación que usan Gasolina como Combustible. Junio 2015.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-045-SEMARNAT-2017 Que Establece los Niveles Máximos Permisibles de Opacidad del Humo Proveniente del Escape de Vehículos Automotores en Circulación que usan Diésel o Mezclas que Incluyan Diésel como Combustible. Marzo 2018.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005 Establece las Características de los Residuos Peligrosos y el Listado de los Mismos y los Límites que hacen a un Residuo Peligroso por su Toxicidad al Ambiente, junio 2006.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993 que establece el procedimiento para determinar la Incompatibilidad entre dos o más residuos Considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT1993. Julio 1993.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Relativa a la Protección Ambiental-Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestres-Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-Lista de Especies en Riesgo. Diciembre, 2010.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994 Establece los Límites Máximos Permisibles de Emisión de Ruido Proveniente del Escape de los Vehículos Automotores, Motocicletas y Triciclos en Circulación y su Método de Medición 1994.

Diario Oficial de la Federación. Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011 que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. Febrero 2013

Diario Oficial de la Federación. Reglamento de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. Mayo, 2000.

Diario Oficial de la Federación. Ley general para la prevención y gestión integral de los residuos. Enero, 2018.

Diario Oficial de la Federación. Ley para el aprovechamiento de energías renovables y el financiamiento de la transición energética, Julio, 2013.

Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024. Abril 2019

Plan Estatal de Desarrollo de Puebla 2019-2024, Noviembre 2019

Plan Municipal de Desarrollo de Tepeyahualco 2018-2021, Enero 2019

Programa Sectorial de Energía 2013-2018, Marzo 2014

Programa Nacional de Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2014-2018, Abril 2018.

Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables 2014-2018, Marzo 2014.

Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (Poegt). Septiembre 2012.

Programa Regional de Ordenamiento Ecológico para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, Septiembre, 2018.

Programa Subregional de Desarrollo Urbano Para los Municipios de Libres, Oriental y Tepeyahualco, Mayo 2018.

Regiones Prioritarias de México, Conabio, http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/terrestres.html#:~:text=El%20Proyecto%20Regiones%20Terrestres%20Prioritarias,comparativamente%20mayor%20que%20en%20el, consulta Agosto 2020.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, Conanp, https://www.gob.mx/conanp

VIII.6 Bibliografía Socioeconómico

CONABIO, (03/04/2014). 'Localidades rurales y urbanas 1, 2010', escala: 1:1. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Datos estadísticos del 2010, del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). México, D.F.

INEGI 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2010). Censo de Población y Vivienda 2010. Obtenido de INEGI.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Datos abiertos 2015, 2017. http://www.inegi.org.mx. Consulta Agosto 2020.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México). Anuario estadístico y geográfico de Puebla 2017 / Instituto Nacional de Estadística y Geografía.--México: INEGI, c2017.