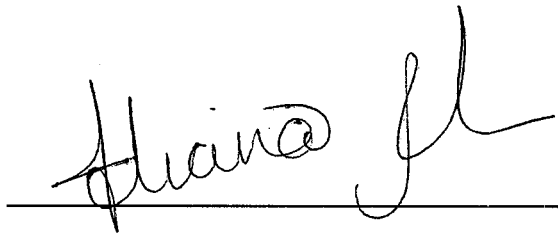


1. **Unidad administrativa que clasifica:** Delegación Federal de la SEMARNAT en Tlaxcala.
2. **Identificación del documento:** Recepción, evaluación y resolución de la manifestación de impacto ambiental en su modalidad particular.- Mod. A: No incluye actividad altamente riesgosa (SEMARNAT-04-002-A), Artículo 69 fracción VII inciso L) de la LFTAIP.
3. **Partes o secciones clasificadas:** Datos generales del promovente y del responsable técnico ubicados en el capítulo I de la Manifestación de Impacto Ambiental y en su documentación anexa, así como en la página primera de su resolutivo.
4. **Fundamento legal y razones:** Se clasifican datos personales de personas físicas identificadas o identificables, con fundamento en el artículo 113 fracción I de la LFTAIP, y 116 párrafo primero de la LGTAIP, consistentes en: domicilio particular, número de teléfono, RFC y OCR de credencial de elector, por considerarse información confidencial.
5. **Firma del titular:** Lic. Iliana Castillo Algarra, Jefa de Unidad Jurídica,
Con fundamento en lo dispuesto en el artículo 84 del Reglamento Interior de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en suplencia por ausencia definitiva del Delegado, previa designación, firma la Jefa de la Unidad Jurídica.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Iliana', followed by a stylized flourish. The signature is written over a horizontal line.

6. **Fecha de clasificación y número de acta de sesión:** Resolución 01/2018, en la sesión celebrada el 10 de enero de 2018.

***MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL,
MODALIDAD PARTICULAR PARA EL PROYECTO***

Tlaxcala Solar

***Calpulalpan, Tlaxcala, México
Octubre 2017***

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

1.1	PROYECTO	2
1.1.1	NOMBRE DEL PROYECTO	3
1.1.2	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	3
1.1.3	TIEMPO DE VIDA ÚTIL DEL PROYECTO	6
1.1.4	PRESENTACIÓN DE LA DOCUMENTACIÓN LEGAL.....	6
1.2	PROMOVENTE.....	6
1.2.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	6
1.2.2	REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE	6
1.2.3	NOMBRE Y CARGO DEL REPRESENTANTE(S) LEGAL	6
1.2.4	DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE O DE SU REPRESENTANTE LEGAL PARA RECIBIR NOTIFICACIONES.....	6
1.2.4.1	Calle y número.....	6
1.2.4.2	Colonia o barrio.....	6
1.2.4.3	Código postal.....	6
1.2.4.4	Municipio, Estado.....	6
1.2.4.5	Teléfono.....	6
1.3	RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	7
1.3.1	NOMBRE O RAZÓN SOCIAL	7
1.3.2	REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES.....	7
1.3.3	NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	7
1.3.4	DIRECCIÓN DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO	7
1.3.4.1	Calle y número.....	7
1.3.4.2	Colonia, barrio.....	7
1.3.4.3	Código postal.....	7
1.3.4.4	Municipio, Estado.....	7
1.3.4.5	Teléfono(s).....	7
1.3.4.6	Correo electrónico.....	7
1.3.5	PARTICIPANTES	7

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

La sociedad moderna no podría funcionar sin un suministro confiable de energía eléctrica. La energía en forma de combustibles, productos y servicios afecta directamente el operar de las sociedades modernas y posmodernas. Los sistemas y diseños ineficientes son los que más rápido tienden a la entropía y generan las mayores asimetrías, tanto económicas como ambientales. La eficiente transformación y uso de energía favorece la conservación del ambiente. Los principios de sustentabilidad buscan establecer sistemas más eficientes como un mecanismo de preservación de los recursos naturales.

Las revoluciones sociales y científicas han estado relacionadas con cambios en la eficiencia de los sistemas. La tecnología cuestiona constantemente los paradigmas sociales, políticos y económicos. Algunos grupos argumentan que la problemática demográfica y el fenómeno de calentamiento global podrían ser combatidos con una “revolución científica”. La propuesta es alentadora, el tiempo para implementarla muy corto, lo que obliga a buscar sistemas más eficientes de transformación de energía, para no comprometer la disponibilidad de recursos para las generaciones futuras. Los cambios recientes en la política y regulaciones del sector energía en México, en particular del sector eléctrico, intentar aportar soluciones a los problemas estructurales del sector. La apertura de un mercado de energía con la participación de grupos privados deberá propiciar mayor eficiencia.

El presente trabajo describe los esfuerzos para desarrollar una central fotovoltaica denominada Tlaxcala Solar, en el municipio de Calpulalpan, en el estado de Tlaxcala.

El objetivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), que a continuación se detalla, es presentar la información y argumentos que permitirán evaluar ambientalmente la factibilidad del proyecto de generación de energía eléctrica. En congruencia a lo antes expresado, la estructura y contenido de esta MIA en su modalidad Particular, responde a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables. Adicionalmente, la MIA aporta elementos complementarios a lo estrictamente solicitado. En este sentido, la MIA del proyecto Tlaxcala Solar parte de las siguientes premisas:

- Las leyes mexicanas establecen tanto la responsabilidad de la sociedad y en particular del gobierno de abastecer de energía eléctrica a la población, así como de cuidar que en este proceso, el ambiente no sea afectado significativamente.
- México requiere para su crecimiento y estabilidad social satisfacer la creciente demanda de energía eléctrica, servicios y productos asociados al sector energía y a la industria en general.
- La solución al problema de abastecimiento de energía eléctrica sin causar alteraciones significativas al ambiente exige incorporar procesos de generación altamente eficientes.

Con base en lo anterior, se propone construir una central fotovoltaica, la cual contará con una capacidad máxima de generación de 150 MW en Corriente Alterna (AC).

En este sentido, la MIA del proyecto Tlaxcala Solar, pretende documentar y aportar elementos cognoscitivos que permitan establecer y sustentar lo antes manifestado. Con este planteamiento inicial nos permitimos presentar a su amable consideración la MIA a nivel Particular, en cumplimiento a lo establecido en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, su Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental y demás disposiciones legales aplicables.

En particular, dicha manifestación utiliza la guía establecida para tal fin por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Como elementos adicionales, se aporta una reflexión que presenta la justificación al proyecto, un análisis de las disposiciones legales aplicables y su correlación con los impactos ambientales identificados, con el objetivo de señalar que impactos ambientales se encuentran contemplados en reglamentos y normas ambientales. Así mismo, se realiza un análisis de la relación del proyecto con lo establecido en el artículo 44 del Reglamento en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental de la LGEEPA.

1.1 Proyecto

El presente proyecto, consiste en la preparación, construcción, operación y mantenimiento de una central fotovoltaica que contará con una capacidad máxima de generación de 150 MW en Corriente Alterna.

El objetivo del proyecto es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y subministrarla al Sistema Eléctrico Nacional (SEN). La Central Fotovoltaica contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles. Para esto, se montarán módulos fotovoltaicos sobre seguidor solar a un eje horizontal, a su vez, la instalación será interconectada al SEN por medio de una Línea de Transmisión (LT).

La Central Fotovoltaica está diseñada para generar 150 MWac y estará conformada por 28 bloques de generación de 5.6 MWp y uno de 2.8 MWp cada uno considerando módulo cristalino de 330 Wp montado sobre estructura con seguidor a un eje. Cada bloque de generación contará con un centro de acondicionamiento de potencia conformado por un inversor de 6 MWac y transformador tipo pedestal de 34.5/0.56 kV. La energía de cada bloque de generación será transmitida por una red interna en Media Tensión (34.5 kV) de circuitos colectores hasta la Subestación Elevadora (SE) donde se adecuará la tensión de 34.5 kV a 400 kV para su interconexión con el Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

1.1.1 Nombre del proyecto

Tlaxcala Solar.

1.1.2 Ubicación del proyecto

Se pretende llevar a cabo la construcción, implementación y operación de la Central Fotovoltaica, en terrenos privados que se ubican aproximadamente a 6.4 km al Sureste de la cabecera municipal de Calpulalpan; en el municipio Calpulalpan, Tlaxcala.

Para llegar al Área del proyecto desde la cabecera municipal de Calpulalpan se toma la carretera estatal que va a la población de Francisco Villa, la Central Fotovoltaica se pretende instalar en terrenos agrícolas. El predio colinda con la carretera federal 40 D Arco Norte.

Las coordenadas de los vértices que delimitan el polígono del Área del Proyecto (AP), se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1: Coordenadas de los vértices del área del proyecto¹

Coordenadas UTM DATUM WGS 84 Z14			Coordenadas UTM DATUM WGS 84 Z14		
Vértice	Este	Norte	Vértice	Este	Norte
1	552420	2164717	16	551628	2164598
2	552565	2164209	17	551488	2164767
3	554043	2164099	18	551392	2164857
4	553879	2164971	19	551371	2164923
5	554435	2164998	20	551350	2165142
6	554855	2162734	21	551347	2165236
7	553600	2162855	22	551281	2165321
8	553445	2163585	23	551282	2165379
9	552695	2163641	24	551253	2165408
10	552962	2162555	25	551150	2165735
11	552745	2162512	26	551167	2165798
12	551718	2164546	27	551135	2165808
13	552066	2164645	28	551113	2165895
14	552420	2164717	29	551385	2165941
15	551720	2164611	30	551720	2164611

¹ Sistema de Coordenadas: UTM Zona 14 Q, Proyección: Transversal de Mercator, Datum: WGS 1984.

Figura 1: Croquis de ubicación del Proyecto

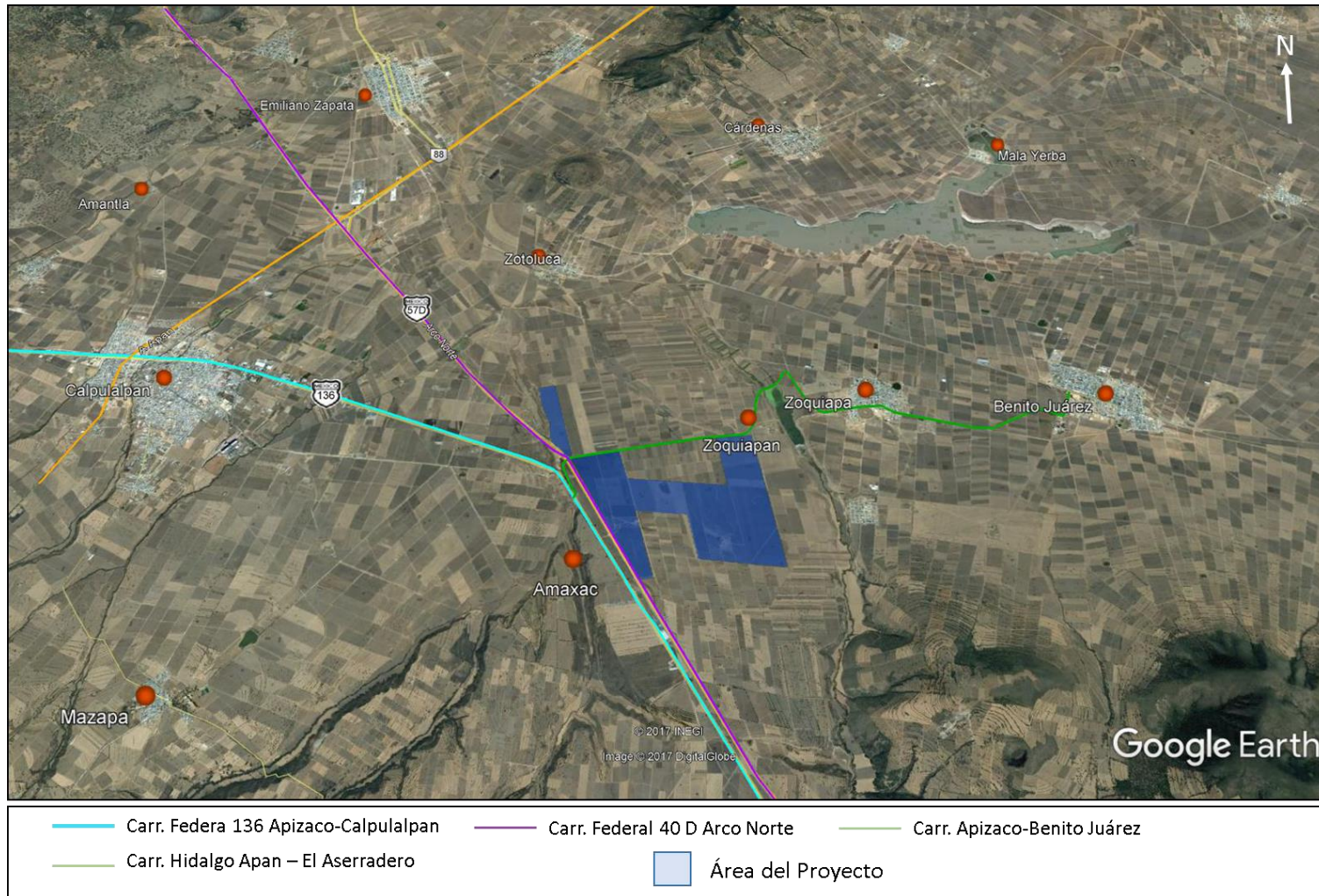
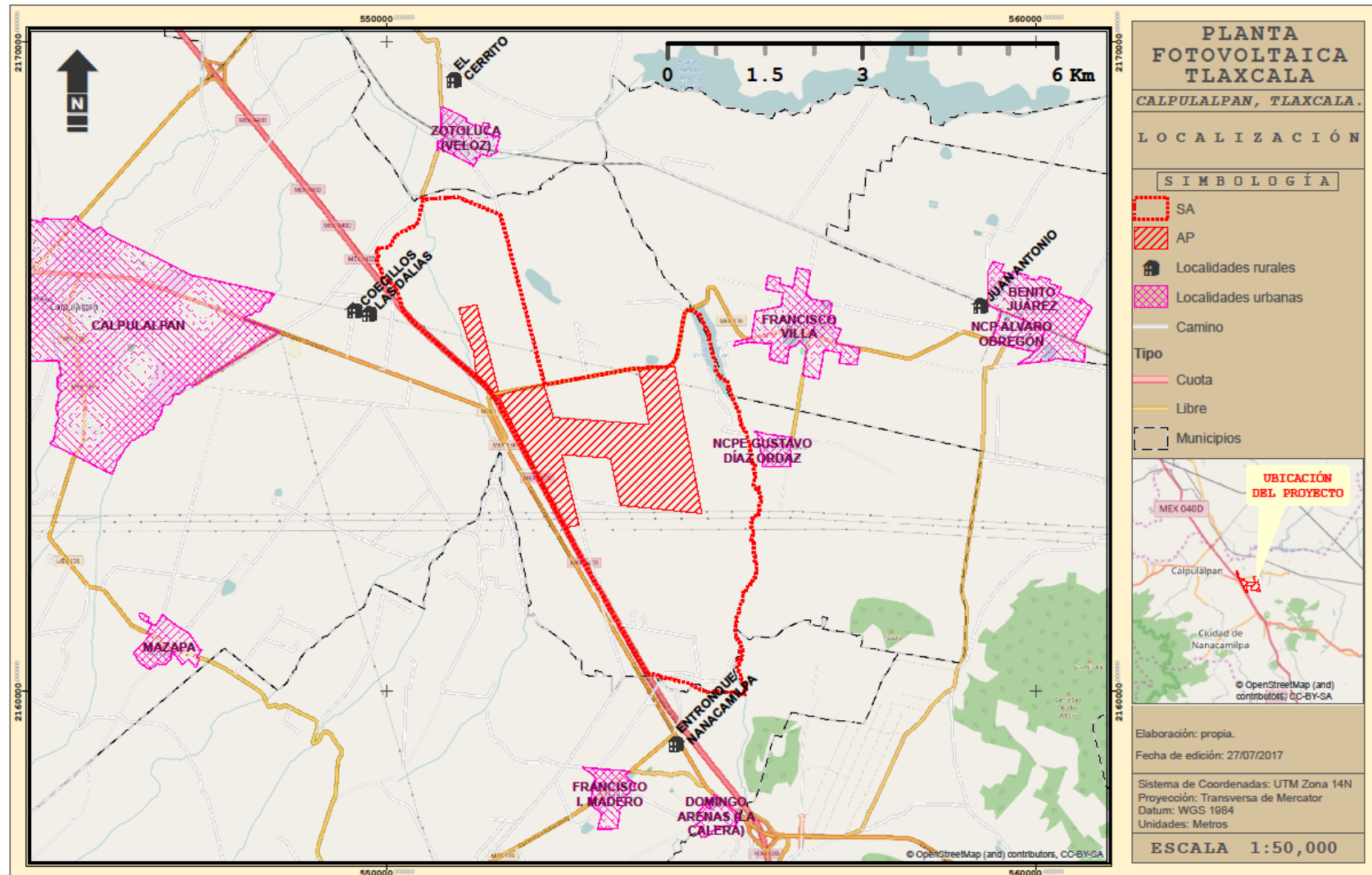


Figura 2: Ubicación de la zona del proyecto



1.1.3 Tiempo de vida útil del proyecto

Se prevé una vida útil de aproximadamente 35 años de los cuales los primeros 5 son para el desarrollo, financiamiento, preparación y construcción, los 30 restantes se contemplan para la operación de la Central Fotovoltaica.

No obstante lo anterior, se llevará a cabo la sustitución y actualización de infraestructura y equipos (los cual se espera que con los cambios tecnológicos sea cada vez más eficiente y duradera) sucesivamente; por lo anterior, se considera como un proyecto de utilidad permanente e indeterminada.

1.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa documentación legal (*Ver anexo Capítulo 1. Documentación Legal*):

- Acta Constitutiva
- Poder del Representante Legal
- RFC del Promovente
- Identificación del representante legal

1.2 Promovente

1.2.1 Nombre o razón social

[REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED]

1.2.3 Nombre y cargo del representante(s) legal

[REDACTED].

1.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir notificaciones

1.2.4.1 Calle y número

[REDACTED].

1.2.4.2 Colonia o barrio

[REDACTED]

1.2.4.3 Código postal

[REDACTED]

1.2.4.4 Municipio, Estado

[REDACTED]

1.2.4.5 Teléfono

[REDACTED]

1.3 Responsable del estudio de impacto ambiental

1.3.1 Nombre o Razón Social

[REDACTED]

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes

[REDACTED]

[REDACTED] [REDACTED]

[REDACTED]

[REDACTED] [REDACTED]

1.3.4.1 Calle y número

[REDACTED]

1.3.4.2 Colonia, barrio

[REDACTED]

1.3.4.3 Código postal

[REDACTED]

1.3.4.4 Municipio, Estado

[REDACTED]

1.3.4.5 Teléfono(s)

[REDACTED]

1.3.4.6 Correo electrónico

[REDACTED]

1.3.5 Participantes

Coordinación General

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG.

Impacto Ambiental

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG.

Medio Físico y Biótico

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG.

Sistemas de Información Geográfica

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG.

Legislación Ambiental

DATOS PROTEGIDOS POR LA LFTAIPG.

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 9

2.1	INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	14
2.1.1	NATURALEZA DEL PROYECTO.....	15
2.1.2	SELECCIÓN DEL SITIO.....	10
2.1.3	UBICACIÓN FÍSICA DEL PROYECTO Y PLANOS DE LOCALIZACIÓN.....	11
2.1.4	INVERSIÓN REQUERIDA.....	13
2.1.4.1.1	Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación.	13
2.1.5	DIMENSIONES DEL PROYECTO.....	13
2.1.5.1	Superficie total del predio.....	13
2.1.5.2	Superficie a afectar (en m ²) con respecto a la cobertura vegetal del AP, por tipo de comunidad vegetal existente. Indicar para cada caso su relación en porcentaje.	13
2.1.5.3	Superficie para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.	14
2.1.5.3.1	Superficie para obras permanentes y temporales relacionadas con la línea de transmisión.	17
2.1.6	USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS	17
2.1.6.1	Análisis de la Vegetación y del Uso del Suelo	17
2.1.6.1.1	Metodología	17
2.1.6.1.2	Uso de Suelo	17
2.1.6.2	Colindancias	18
2.1.6.3	Cuerpos de Agua	18
2.1.7	URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS	18
2.1.7.1	Servicios	18
2.1.8	PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO	20
2.1.9	PREPARACIÓN DEL SITIO	22
2.1.10	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	22
2.1.11	DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES PROVISIONALES DEL PROYECTO	22
2.1.11.1	Obras temporales.....	23
2.1.11.2	Obras permanentes	23
2.1.12	ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.....	23
2.1.12.1	Central Fotovoltaica	23
2.1.12.2	Subestación eléctrica	24
2.1.12.3	Línea de transmisión:.....	25
2.1.13	ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	25
2.1.13.1	Pruebas y puesta en servicio	25
2.1.13.2	Mantenimiento	26
2.1.13.2.1	Mantenimiento Preventivo.....	27
2.1.13.2.1.1	Actividades del Mantenimiento Preventivo	27
2.1.13.2.1.2	Periodicidad del Mantenimiento Preventivo	28
2.1.13.2.1.3	Actividades anuales	29

2.1.13.2.2	Mantenimiento predictivo	30
2.1.13.2.3	Mantenimiento correctivo	30
2.1.13.2.4	Actividades de mantenimiento extraordinario	30
2.1.14	DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS AL PROYECTO	31
2.1.15	ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO	31
2.1.16	UTILIZACIÓN DE EXPLOSIVOS	31
2.1.17	GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS, LÍQUIDOS Y EMISIONES A LA ATMÓSFERA	31
2.1.17.1	Residuos sólidos no peligrosos	31
2.1.17.2	Residuos peligrosos	32
2.1.17.3	Residuos líquidos	35
2.1.18	CANTIDADES DE GENERACIÓN	36
2.1.19	INFRAESTRUCTURA ADECUADA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS	37
2.1.19.1	Residuos sólidos no peligrosos	37
2.1.19.1.1	Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje	37
2.1.19.1.2	Residuos de manejo especial	38
2.1.19.1.3	Residuos sólidos urbanos	38
2.1.20	ALMACENAMIENTO TEMPORAL DE RESIDUOS NO PELIGROSOS	39
2.1.20.1.1	Residuos Peligrosos	40
2.1.20.2	Recolección y transporte	41
2.1.20.2.1	Residuos peligrosos	41
2.1.20.3	Disposición final	42
2.1.20.3.1	Residuos sólidos no peligrosos	42
2.1.20.3.2	Residuos peligrosos	42
2.1.20.4	Aviso de cierre como generadores	42
2.1.21	PERSONAL REQUERIDO	43

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Introducción

FRV Services México, S. de R. L. de C. V. es una empresa privada que opera en México y se dedica a la generación de electricidad por medio de sistemas renovables como la Central Fotovoltaica que se promueve en este documento.

El Programa Especial de Cambio Climático plantea entre sus objetivos el fomento a la participación del sector privado en la generación de energía eléctrica con fuentes renovables de energía y con la cogeneración eficiente, como herramientas para la reducción de la emisión de gases de efecto invernadero, para lo cual es necesario avanzar en la consolidación de marcos regulatorios adecuados.

La generación de energía a través de sistemas fotovoltaicos produce beneficios tales como el aprovechamiento eficiente de los recursos energéticos; el cuidado del medio ambiente y la salud; el desarrollo de la capacidad industrial; la creación de empleos; el cumplimiento de los compromisos internacionales en materia ambiental y de cambio climático; la diversificación de la central de generación eléctrica con el consecuente aumento en la confiabilidad del SEN; la disminución de la variabilidad de los costos de generación de electricidad; la participación social y privada en la inversión requerida por el sector eléctrico para satisfacer la demanda nacional, y la disminución de la dependencia nacional de los hidrocarburos.

El desarrollo de generación eléctrica renovable es clave en la Estrategia Nacional de Energía. El Plan de Desarrollo engloba tanto las acciones necesarias para fomentar el desarrollo nacional de las energías renovables como los potenciales beneficios asociados.

El objetivo del proyecto Tlaxcala Solar, es aprovechar la energía solar para transformarla en energía eléctrica y suministrarla al SEN. La central contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles.

Para el aprovechamiento de la energía solar se utilizarán paneles solares o celdas fotovoltaicas. Estos son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación emitida por el sol, y convertirla en energía eléctrica. La luz que llega a las celdas libera la energía de los electrones contenidos, que a su vez se canalizan en una carga, generando una corriente eléctrica. Cada celda solar es conectada eléctricamente y encapsulada en un módulo fotovoltaico. Las celdas fotovoltaicas se pueden utilizar en conexión con la red eléctrica, o bien en sitios aislados, por medio de sistemas que incluyen baterías. El material más utilizado para las células es el silicio que emplea la industria electrónica.

Justificación

No existe actualmente ninguna forma de producir o transformar energía sin generar algún tipo de impacto en el ambiente, sin embargo la generación de energía eléctrica fotovoltaica se considera una fuente de energía limpia como lo establece el protocolo de Kioto y La COP 21 (Conferencia de las Partes), que reconocen a la generación de energía

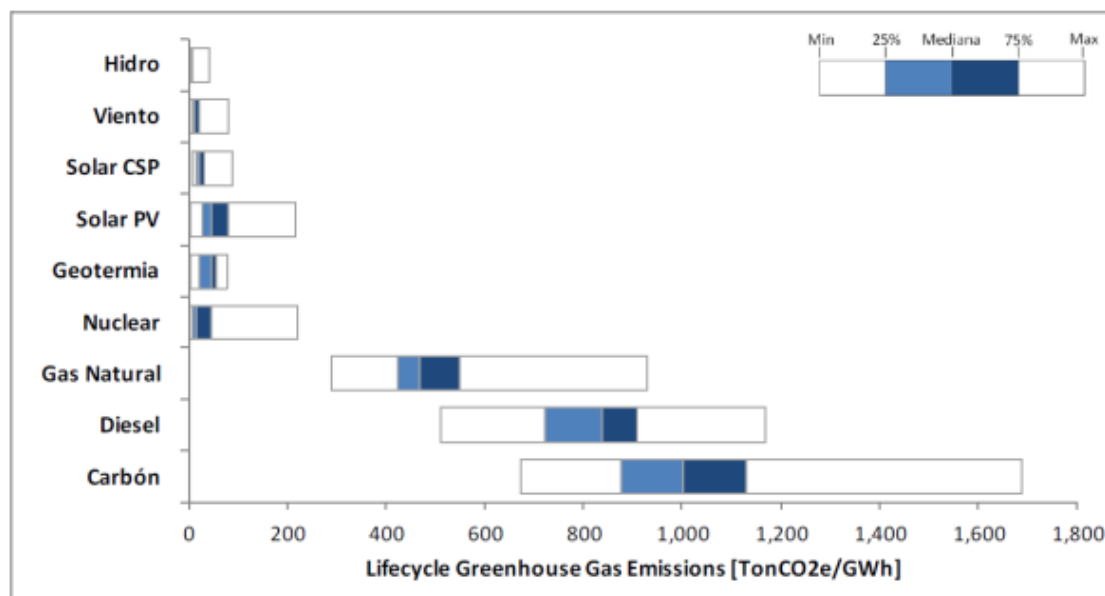
eléctrica a través de tecnología fotovoltaica como una de las formas de generación de bajo impacto y es considerada energía renovable.

La producción de energía con combustibles fósiles tiene consecuencias negativas hacia la calidad del aire, las cuales son evitadas al generar electricidad a partir de fuentes renovables como la geotermia.

La generación de energía fotovoltaica permite una reducción de las emisiones al entorno de CO₂ en torno a un 100%.

El principal contaminante descargado por las centrales eléctricas de combustibles fósiles es el bióxido de carbono (CO₂), que en una planta geotérmica está en un rango 13 – 380 g/kWh, mientras que una planta de carbón emite 1,042 g/kWh, 906 g/kWh una de hidrocarburo y 453 g/kWh una de gas natural.

Figura 1: Comparación de emisiones a la atmósfera generadas por diferentes fuentes de generación de energía eléctrica.



Fuente: Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) 2011.

Por lo tanto, el uso de centrales fotovoltaicas para generar electricidad reduce el impacto ambiental que esta actividad provoca comparado con cualquier otra tecnología de fuentes fósiles.

Pero además las centrales fotovoltaicas son un recurso natural renovable para todo efecto práctico, mientras que las plantas de generación termoeléctrica convencional utilizan carbón, petróleo o sus derivados y gas natural, que son recursos fósiles no renovables.

El Protocolo de Kioto sobre el cambio climático, es un documento de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC), es un acuerdo internacional que tiene por objetivo reducir las emisiones de seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. Fue inicialmente adoptado el 11 de

diciembre de 1997 en Kioto, Japón, entrando en vigor en México hasta el 16 de febrero del 2005.

*- En virtud del párrafo 4 del artículo 7 del Protocolo de Kioto en relación con las exportaciones de energía menos contaminante donde se menciona que: "La Conferencia de las Partes en calidad de reunión de las Partes en el Protocolo de Kioto..." en el informe sobre la segunda parte del sexto período de sesiones de la Conferencia de las Partes, en su segunda parte, sección II, subsección A la Conferencia de las Partes "reconoció que las formas de energía más limpias o que emiten menos gases de efecto invernadero, en particular la **energía renovable**, hidroeléctrica, geotérmica y el gas natural, podían aumentar los beneficios ambientales a nivel mundial con vistas a cumplir los objetivos de la Convención y del Protocolo de Kioto y a optimizar la utilización de esas formas de energía".-*

México es un actor con responsabilidad global comprometido, por distintos medios (COP21¹, Cooperación de Materia de Cambio Climático y Energía, Reforma Energética, Ley General del Cambio Climático) a combatir el cambio climático mediante la transformación de su ruta de desarrollo hacia una de bajas emisiones. Este cambio de ruta requiere un desacoplamiento progresivo de las emisiones de carbono respecto del crecimiento económico.

La civilización y el progreso están ligados al creciente consumo de energía eléctrica. La electricidad acciona en la vida cotidiana, desde artículos del hogar, comunicaciones y transporte, hasta maquinaria industrial. Así mismo, el suministro de energéticos está ligado a la realización de las actividades productivas, y al crecimiento económico de las empresas y los sectores productivos del país. Según la UNESCO (Kimmins, 2001) la energía debe ser accesible al menos a un nivel mínimo que permita a los individuos alcanzar su seguridad personal, aspiraciones y responsabilidades sociales. La disponibilidad de las distintas formas energéticas y su tasa de consumo explica los diversos tipos de desarrollo social, en términos económicos, culturales y políticos.

Desde la revolución industrial, el consumo de energía ha crecido de forma exponencial y se prevé que siga en aumento considerablemente a causa de crecimiento demográfico y el desarrollo económico (EIA, 2016). El sector energético es el mayor contribuyente a las emisiones globales de gases de efecto invernadero. Tan sólo en 2010, el 35% de las emisiones directas de estos gases provinieron de la producción de energía eléctrica (Nuthall, 2014).

Actualmente, la principal fuente de energía es el uso de combustibles fósiles, que supone un 80% del consumo energético a nivel mundial (EIA, 2016). La demanda de combustibles fósiles tensiona la disponibilidad de los mismos, y consecuentemente el volumen creciente de emisiones de CO₂ y sus inevitables repercusiones sobre el clima, ambiente y sociedad. Del 5 al 10% del total de las emisiones totales de gases de efecto invernadero están relacionadas a la extracción y uso de combustibles fósiles.

La transición del uso de energía por combustibles fósiles a un sistema basado en energías renovables es inminente, debido a la indudable crisis global ambiental y social. Smil (2003), afirma que el cambio es gradual y no se completará antes de la mitad del

¹ Convención Marco sobre el Cambio Climático. Aprobación del Acuerdo de París

siglo XXI. En 2005, el 7% de la energía producida a nivel mundial provino de fuentes renovables. Actualmente el 13% de la energía mundial, proviene de fuentes renovables, aunque sólo el 3% son energías hídrica, geotérmica, solar, eólica y mareomotriz.

Para lograr la evolución de la producción energética el cambio debe ser paulatino, comenzando con la generación de energía eléctrica bajo un esquema que reduzca el consumo de recursos, así como la perturbación a los ecosistemas, requiriendo el desarrollo de tecnologías de sustitución para lograr mantener los estilos de vida actuales para futuras generaciones. La conversión de los sistemas de producción de energía empieza por el uso de energías limpias, es decir aquellas que fomenten la reducción de las emisiones producidas por la extracción y conversión de combustibles fósiles, y su sustitución por combustibles bajos en carbono, por ejemplo el uso de gas natural o metano, en lugar de carbón u otro combustible fósil. El uso de energías renovables, no sólo implica ventajas en el ámbito ambiental. En el ámbito social es una herramienta para el suministro de energía eléctrica a comunidades rurales y marginadas. Mientras que en el ámbito económico, el uso de energías renovables garantiza la seguridad energética de los países ante la volatilidad de los precios del petróleo.

México es una economía emergente, con el desafío de cumplir metas económicas, sociales y medioambientales, desde una visión del desarrollo sustentable. Para esto el país ha favorecido políticas acordes y aumentado la inversión pública en infraestructura relacionada con el medio ambiente (Ruiz Rincón, 2015). Con la Reforma Energética (RE) de 2013, en la Ley de Cambio Climático (2012) se estipuló el compromiso de sustituir gradualmente el uso y consumo de combustibles fósiles, y la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía (para 2024 por lo menos el 35% de la generación eléctrica).

La apertura en la RE permite la inversión de capital privado, y así aumentar la productividad y disminuir los costos de producción. El principal reto es incrementar la oferta energética, y simultáneamente cumplir con los compromisos de mitigación de gases de efecto invernadero. Por lo que, un objetivo de la RE es el retiro de plantas obsoletas, promoviendo el uso de energías limpias, a través de los CELs (Certificados de Energías Limpias).

En la RE se estipuló que las actividades del sector energético son prioritarias para el país, ya que son de utilidad pública. La razón de esta decisión es porque la generación de electricidad está considerada como una necesidad para acrecentar el potencial de desarrollo del país, sus regiones, sus pueblos y sus individuos. Independientemente del tamaño de la localidad en la que vive cada quien, se necesita tener fuentes alternativas de energía estratégicamente distribuidas en el territorio nacional.

México enfrenta el reto de incrementar significativamente la tasa de crecimiento económico por encima de la demográfica para disponer de recursos que proporcionen a su población el acceso a mejores niveles de vida. Dentro de esta necesidad de crecimiento de la economía y mejoramiento de la calidad de vida, la disponibilidad de energía eléctrica se convierte en un requisito esencial para la expansión de las

actividades productivas, por lo que ésta juega un papel crucial para asegurar la competitividad de nuestra economía en el largo plazo.

En México, por mandato constitucional, la nación tiene el compromiso de administrar y regular el aprovechamiento de los recursos naturales y el ambiente para contribuir al mejoramiento de las condiciones de vida de sus habitantes en busca del desarrollo sustentable. Así, las expectativas de un desarrollo económico para los próximos años en el país y el alto crecimiento en el consumo de energía eléctrica, imponen la necesidad de evaluar alternativas que permitan el adecuado abastecimiento energético.

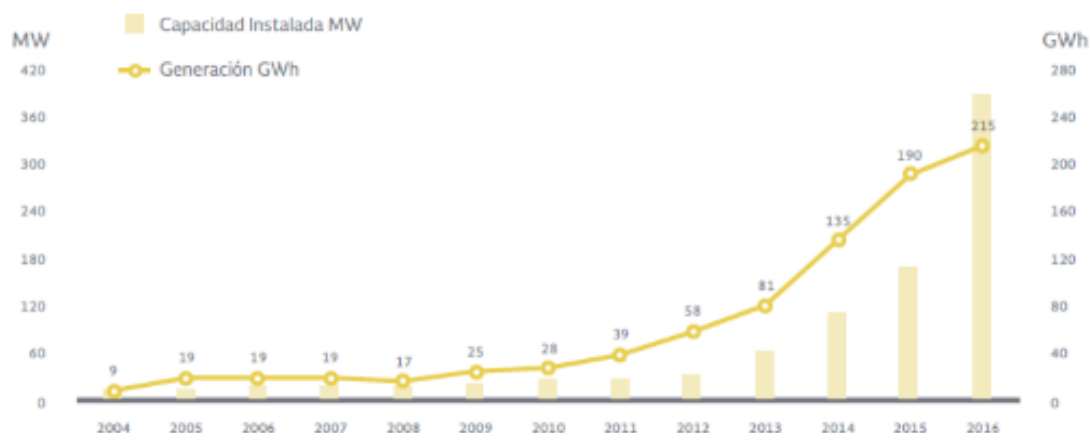
En este contexto, uno de los desafíos es el desarrollar formas eficientes de producción de energía eléctrica que armonicen con el desarrollo económico, social y ambiental, a fin de preservar los recursos naturales para las generaciones futuras.

En 2016, México alcanzó los 21,179 MW de capacidad instalada a partir de fuentes limpias; el crecimiento en el año fue de casi 2,000 MW con respecto a 2015². La capacidad instalada para generar energía limpia llegó al 28.81%.

Los proyectos fotovoltaicos representan solamente 0.5% de la capacidad instalada en el país, sin embargo la tecnología ha presentado un crecimiento importante al pasar de 170 MW en 2015 a 389 MW en 2016, lo que representa una adición del 128 % a la capacidad existente. De acuerdo con información del Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2016-2030, se espera que para el 2019 se adicionen en total 5,400 MW de capacidad (20 veces la capacidad actual), que contribuirán con 1,691 MW y 1,853 MW respectivamente³.

Actualmente el estado de Tlaxcala no produce electricidad por medio de la energía solar; sin embargo es uno de los estados con buen potencial para el desarrollo de centrales fotovoltaicas con una capacidad de generación promedio⁴ de 6 kWh/m².

Figura 2: Evolución histórica de la producción de energía fotovoltaica en México



² Reporte de Avance de Energías Limpias 2016

³ Prospectiva de Energías Renovables. 2016-2030. Secretaría de Energía.

⁴ inventario nacional de energías renovables. Junio 2015.//dgel.energia.gob.mx/inere/

De acuerdo a la iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México de la SENER (Secretaría de Energía) de noviembre 2012⁵, el desarrollo de generación eléctrica renovable es clave en la Estrategia Nacional de Energía.

El desarrollo de proyectos de energías renovables representa⁶:

- Un impacto en PIB de 95,400 MDP en el periodo 2012-20, generando 36,700 empleos.
- Una inversión de 117,300 MDP, concentrada en un 65% en industria nacional
- 36,700 empleos a nivel nacional.
- Ingresos tributarios en 8,000 MDP anuales.
- La captura del 14% del potencial de abatimiento en el sector energético de emisiones de CO₂ en 2020, reduciendo 8.4 MtCO₂ en dicho año.
- Reducir hasta en 13% la necesidad de importación de gas natural.
- Firmeza a la red, facilitando el desarrollo de energías renovables.
- El desarrollo de una industria nacional con capacidad de exportación, de alto nivel agregado.
- El desarrollo de las regiones con recurso geotérmico.
- Reducción en los precios de la energía eléctrica y gas (facturas).

Se crean cinco veces más puestos de trabajo con los proyectos para la generación de energía limpia o renovable⁷, que con la generación de energía por medio de tecnología convencional, las que generan muy pocos puestos de trabajo respecto a su volumen de negocio.

2.1 Información general del proyecto

El objetivo del proyecto Tlaxcala Solar es aprovechar la energía del sol para transformarla en energía eléctrica y suministrarla al SEN. La Central Fotovoltaica contribuirá al abastecimiento de la demanda de energía con menores impactos al ambiente y disminuirá la dependencia que se tiene hacia las energías fósiles. Para esto, se montarán módulos fotovoltaicos sobre seguidor solar a un eje horizontal, a su vez, la instalación será interconectada al SEN por medio de una Línea de Transmisión eléctrica (LT).

Para el aprovechamiento de la energía solar, se utilizarán paneles solares o celdas fotovoltaicas. Son dispositivos diseñados para captar parte de la radiación emitida por el sol y convertirla en energía eléctrica. La luz que llega a las celdas libera la energía de los electrones contenidos y se canaliza en una carga que genera corriente eléctrica.

Cada celda solar es conectada eléctricamente y encapsulada en un módulo fotovoltaico. Las celdas fotovoltaicas se pueden utilizar en conexión con la red eléctrica, o bien en sitios aislados, por medio de sistemas que incluyen baterías. El material más utilizado

⁵ Iniciativa para el desarrollo de las energías renovables en México energía solar FV Noviembre 2012. Secretaria de Energía

⁶ Secretaria de Energía. Gobierno de la Republica

⁷ Fuente: U.S. DOE (Junio 2006)

para las células es el silicio que emplea la industria electrónica. Este es del tipo mono o poli cristalino con un rendimiento energético de 15 a 17%.

2.1.1 Naturaleza del proyecto

La central fotovoltaica Tlaxcala Solar, estará conformada por 29 bloques, 28 bloques de generación de 5.6 MWp y uno de 2.8 MWp, cada uno considerando módulo monocristalino o policristalino de 330 Wp montado sobre estructura de seguidor a un eje. Cada bloque de generación contará con un centro de acondicionamiento de potencia conformado por un inversor de 6 MWac y transformador tipo pedestal de 0.56/34.5kV. La energía de cada bloque de generación será transmitida por una red interna en Media Tensión (34.5kV) de circuitos colectores hasta la SE Elevadora donde se adecuará la tensión de 34.5kV a 400 kV para su interconexión con el SEN.

Los módulos fotovoltaicos del proyecto serán de tecnología cristalina, cumplirán la norma UNE-EN, NMX, IEC y/o UL correspondiente. Todos los módulos que integrarán la instalación serán de las mismas características.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

La elección de la sección del cableado se basará en la aplicación del criterio térmico (la intensidad máxima admisible en cada serie corresponde a la máxima intensidad de cortocircuito del módulo en condiciones de alta radiación y elevada temperatura exterior) y del criterio de caída de tensión, asumiendo la sección mayor de las obtenidas mediante ambos criterios.

Para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de corriente continua (DC), tendrán la sección suficiente para evitar que la caída total de tensión no supere el 1%, y los conductores de la parte de alterna (AC), deberán tener una sección adecuada para que la caída de tensión sea inferior al 0,5 %, teniendo en cuenta en ambos casos las condiciones de trabajo más desfavorables.

El diseño de las infraestructuras eléctricas de Baja Tensión (BT) asegurará un grado de aislamiento eléctrico mínimo clase II en lo que afecta a equipos (módulos fotovoltaicos e inversores) y al resto de materiales (conductores, cajas, cableado de continua, armarios de conexión...). No obstante, la instalación incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad de suministro y no provocar averías en la red de acuerdo con la normativa en vigor.

En la parte DC, se empleará cableado diseñado para esta aplicación, adecuado para su uso a la intemperie y provistos de conectores rápidos tipo MC o compatibles. Se especificará la forma de conducir el cable de la red DC (interconexión en serie de módulos, finales de cada una de las series que integran las mesas, conexión con los cuadros de agrupación, etc.) de manera que el impacto visual resultante sea prácticamente nulo, de forma subterránea bajo zanja o en bandeja dependiendo de las

ubicaciones de los distintos elementos. Los polos positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente.

En la parte AC, tanto las acometidas a los inversores en intemperie como a los centros de transformación se realizarán mediante canalización enterrada.

Para la red de MT, se realizará una optimización técnico-económica de la red desde los centros de transformación hasta la subestación principal de Central, teniendo en cuenta la minimización de pérdidas, el cumplimiento de las caídas de tensión admisibles en función de las distancias y la capitalización de las pérdidas de energía. Asimismo se analizará el nivel de tensión óptimo de la red de MT y la idoneidad de la inclusión de subestaciones elevadoras intermedias MT/AT que se conectarán con la subestación principal de Central, que elevará la tensión hasta la tensión de la red de distribución a la que se conecte la Central.

Cuadros de agrupación

Los cuadros de agrupación serán armarios de construcción modular, monobloque y que reagruparán los buses de continua integrando los elementos de protección y maniobra necesarios (interruptores, seccionadores de corte en carga, fusibles). Los cuadros de agrupación deberán ser adecuados para trabajo en intemperie, completamente estancos, y protegidos del polvo y contra el agua (grado de protección IP55). Los cuadros de agrupación serán metálicos o de poliéster reforzado con fibra de vidrio. Desde estos cuadros se acometerá la entrada a los inversores.

Inversores

La corriente continua producida en el generador fotovoltaico se transformará mediante inversores trifásicos en corriente alterna sincronizada con la red a la que se conecte la Central.

Los inversores deberán cumplir con la normativa vigente, en particular las normas IEC 61683, IEC 62093 y/o UL 1741. Asimismo los inversores deberán estar certificados para cumplir las directivas en materia de seguridad eléctrica y de compatibilidad electromagnética.

Los inversores funcionarán de manera totalmente automática, a partir de la tensión y frecuencia de red, y aportando la máxima potencia posible de los módulos fotovoltaicos (seguimiento del punto de máxima potencia).

Se especificarán los casos de operación en que los inversores dejarán de funcionar o se desconectarán como por ejemplo, escasa radiación solar, interrupción de suministro de la red de interconexión, tensión y/o frecuencia fuera de rango, exceso de temperatura, etc. los inversores no funcionarán en isla o modo aislado.

Los inversores seleccionados cumplirán con los requerimientos del Código de Red y las características específicas de la infraestructura requeridas para la Interconexión de Centrales Eléctricas y Conexión de Centros de Carga (DOF 2 de junio de 2015).

Se analizará la capacidad de dichos inversores para controlar la inyección de potencia a red, tanto en el caso de inyectar solo potencia activa ($\cos \phi \approx 1$) como en el permitir inyectar energía reactiva tanto inductiva como capacitiva.

Los inversores seleccionados deberán poder soportar reducciones bruscas de tensión en la red eléctrica (huecos de tensión) y cumplir los criterios de reconexión de la instalación (e.g., rampa de carga, banda de frecuencia,...) según lo especificado por el Código de Red aplicable.

Se estudiará el uso de tanto inversores de exterior como de interior en función de las características técnicas de los equipos y de las condiciones del emplazamiento:

- En el caso de uso exterior, los inversores se ubicarán junto a los transformadores e irán montados en intemperie sobre losa de hormigón deberán tener grado de protección IP65.
- En el caso de uso interior, se ubicarán en el interior de centros prefabricados que alojarán los inversores

Puesta a tierra

El sistema de tierras de la central fotovoltaica deberá ajustarse a lo especificado en la normativa vigente, en particular atendiendo a la NOM 001-SEDE-2012.

En principio, todas las masas de la Central Fotovoltaica, tanto de la sección de continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Se indicarán las características de la instalación de puesta a tierra (sección de cable, profundidad de instalación, elementos de conexión, etc.). El material de los conductores de tierra será normalmente cobre. Siempre que sea posible se aprovechará la red de zanjas diseñada para la conducción del cableado de Baja Tensión.

Se deberá asegurar el aislamiento galvánico entre la red de distribución de baja tensión y el generador fotovoltaico bien mediante un transformador de aislamiento bien mediante un dispositivo equivalente.

Protecciones

El sistema de protecciones cumplirá las exigencias previstas en la reglamentación vigente.

La instalación contará con elementos de protección tales como el interruptor automático general que permita separar la central fotovoltaica de la red de distribución.

Se dotará a la instalación de protecciones en cada línea de generación de modo que se pueda aislar la zona de fallo sin parar toda la instalación, disponiendo de medios de desconexión en la salida del generador fotovoltaico (o entrada del inversor) en continua y en la salida del inversor en alterna, los cuales deberán seleccionarse de acuerdo a la Normativa aplicable. La instalación contará con un dispositivo de protección contra descargas atmosféricas.

Subestaciones eléctricas transformadoras

Descripción de las instalaciones

La SE transformadora a construir en el interior de la central estará compuesta por un sistema de 400 kV de intemperie de barra simple. La apartamenta estará compuesta por equipos convencionales y equipos compactos con aislamiento en SF6.

Un sistema de 34.5 kV situado en celdas de interior, con configuración de barra simple, compuesto por tantas posiciones de línea como circuitos existan, posiciones de transformador, posiciones de servicios auxiliares y posiciones de medida de barras. La apartamenta de este sistema está dispuesta en celdas modulares, blindadas de aislamiento en SF6.

El conjunto de transformación estará formado por transformadores de 400/34.5 kV instalados en intemperie. Los elementos principales implicados en la conexión descrita en los párrafos anteriores deberán tener las siguientes características generales:

Sistema de transformación

Se instalará un transformador de relación 400/34.5 kV en baño de aceite, con las siguientes características:

- Relación de transformación: 400/34.5 kV
- Grupo de conexión: YNd11

Línea de transmisión de interconexión

Descripción de las instalaciones

La evacuación de la energía producida por la central se realizará a través de líneas eléctricas aéreas a una tensión de 400 kV. La LT que conectará con la SE Elevadora ubicada en la Central fotovoltaica con la SE de maniobras para la conexión con la LT existente y evacuará la generación total de la Central.

Descripción general

Dadas las características del sistema eléctrico existente en la zona y las de la central implicada en este documento, se propone realizar la interconexión entre ambos mediante la construcción de una nueva línea de transmisión de aproximadamente 0.1 km conformada por un circuito desde la central hasta la SE de maniobras donde se construiría una bahía de línea nueva para acometer el circuito proveniente de la central y realizar el entronque a la línea de transmisión existente.

Características generales

- Clase de Corriente: Alterna Trifásica
- Frecuencia: 60Hz.
- Tensión: 230 kV
- Longitud aproximada línea SET Parque-SET Maniobras: 0.1 km
- Tensión más elevada de la Red (US): 400 kV.

- Cable de fase de acero recubierto de aluminio soldado tipo ACSR/AS 1113, según CFE E0000-18.
- Cable de guarda de aluminio revestido de acero, AAS
- Cable de guarda OPGW.

Colocación de torres y tendido eléctrico

La LT tendrá una longitud de 0.1 km aproximadamente, se realizará por medio del hincado y armado de estructuras de soporte (torres de acero), que se colocarán en todo el trazo de la LT y soportarán el cable conductor, para la transmisión de energía eléctrica con un voltaje de 400 kV.

Especificaciones generales

Las torres son estructura de acero galvanizado por el método de doble inmersión en caliente. Generalmente las estructuras son diseños típicos de CFE para Líneas de Transmisión y Subtransmisión.

Especificación de la cimentación para las torres

Las cimentaciones de las torres (estructuras), son tipo profundas a base de pilas. La profundidad de las pilas puede ser variable y se diseñan en base a los resultados que se obtienen de un estudio geotécnico del suelo. La especificación general de referencia para cimentaciones es la CFE JA100-64 Cimentaciones para Estructuras de Líneas de Transmisión.

2.1.2 Selección del sitio

Para la selección del sitio se tomaron en cuenta principalmente los límites de infraestructura y uso del suelo, ya que se consideró que estos terrenos son apropiados porque carecen en su totalidad de vegetación al ser utilizados a la fecha como terrenos de cultivo.

El predio donde se pretende llevar a cabo Tlaxcala Solar (la central fotovoltaica y LT) se eligió como resultado de un análisis minucioso, analizando los siguientes factores:

- La zona cumple con el requerimiento de radiación solar necesaria.
- El predio cuenta con las dimensiones necesarias para el desarrollo del proyecto.
- Se tiene la certeza de la tenencia de la tierra.
- El uso del suelo corresponde a áreas con actividad agrícola, por lo que no será necesario realizar un trámite de cambio de uso de suelo.
- No incide en áreas ambientalmente sensibles o ecosistemas únicos.
- Le predio no está ubicado dentro de la poligonal de un área natural protegida.
- Existen vías de comunicación en las inmediaciones del predio.
- La zona cuenta con la infraestructura necesaria para el desarrollo y operación del proyecto.
- En el sitio del proyecto no se encuentra ningún centro arqueológico

Para el trazo de la LT además de los puntos anteriores se tomó en cuenta, que el trazo tenga el menor número inflexiones y el menor número de torres.

No se cuenta con ningún sitio alternativo ya que el predio seleccionado cubre las características ambientales y técnicas necesarias para su desarrollo.

2.1.3 Ubicación física del proyecto y planos de localización

La superficie total del proyecto Tlaxcala Solar es de 395.3 hectáreas y las coordenadas de los vértices que delimitan el polígono del AP, se muestran en la tabla que sigue.

Tabla 1: Coordenadas de los vértices del área del proyecto

vértice	x	y	polígono	vértice	x	y	polígono
1	552420	2164717	sur	16	551628	2164598	norte
2	552565	2164209	sur	17	551488	2164767	norte
3	554043	2164099	sur	18	551392	2164857	norte
4	553879	2164971	sur	19	551371	2164923	norte
5	554435	2164998	sur	20	551350	2165142	norte
6	554855	2162734	sur	21	551347	2165236	norte
7	553600	2162855	sur	22	551281	2165321	norte
8	553445	2163585	sur	23	551282	2165379	norte
9	552695	2163641	sur	24	551253	2165408	norte
10	552962	2162555	sur	25	551150	2165735	norte
11	552745	2162512	sur	26	551167	2165798	norte
12	551718	2164546	sur	27	551135	2165808	norte
13	552066	2164645	sur	28	551113	2165895	norte
14	552420	2164717	sur	29	551385	2165941	norte
15	551720	2164611	norte	30	551720	2164611	norte

Sistema de Coordenadas: UTM Zona 14 Q, Proyección: Transversa de Mercator, Datum: WGS 1984.

Capítulo 2. Descripción del proyecto.



2.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para la instalación de la central fotovoltaica, la subestación, los trabajos necesarios para acondicionar el predio, las obras de construcción para preparar las estructuras de colocación y soporte de los paneles, es de aproximadamente 132 mdd (incluye ingeniería, suministros y construcción).

2.1.4.1.1 Costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación

El costo aproximado para la aplicación de las medidas de mitigación, de los impactos ambientales es de entre \$15'000,000.00 y \$20'000,000.00 (pesos mexicanos).

2.1.5 Dimensiones del proyecto

2.1.5.1 Superficie total del predio

La superficie total del proyecto Tlaxcala Solar es de 395.3 hectáreas.

2.1.5.2 Superficie a afectar (en m²) con respecto a la cobertura vegetal del AP, por tipo de comunidad vegetal existente. Indicar para cada caso su relación en porcentaje.

Descripción	Dimensiones		Tipo de Vegetación
	Metros cuadrados	Hectáreas	
Obras permanentes totales	1'010,438	101.0438	Agrícola de Temporal
Obras temporales totales	746	0.0746	Agrícola de Temporal
Área sin construcción	2'941,808	294.1808	Agrícola de Temporal
Total		395.2992	Agrícola de Temporal

2.1.5.3 Superficie para obras permanentes. Indicar su relación (en porcentaje), respecto a la superficie total.

Descripción	Estructuras	Dimensiones (m ²)	Dimensiones (ha)	Porcentaje (%)	Observaciones
PERMANENTES	Paneles solares	974,396	97.4396	24.7	-----
	Caminos interiores	33,540	3.354	0.9	En esta superficie van incluidos cruces y/o intersecciones. La longitud de los caminos será de 8,385 metros, y tendrá una anchura de 4 metros.
	Edificio de control	290	0.029	0.007	Dentro del edificio de control se ubican los baños permanentes.
	Estacionamiento	241	0.0241	0.006	
	Estaciones de potencia	795	0.0795	0.0211	-----
	Subestación elevadora	1,176	0.1176	0.0297	-----
Subtotal		1,010,438	101.0438	26	
TEMPORALES	Almacén	134	0.0134	0.0033	-----
	Depósito de basura	67	0.0067	0.0016	-----
	Depósito de residuos peligrosos	67	0.0067	0.0016	-----
	Oficinas y baños temporales	478	0.0478	0.0121	Polígono que contiene las distintas oficinas temporales y los baños químicos.
ÁREAS DE RESERVA	Áreas de reserva	2941808	294.1808	74.5	Porción del AP en la que no se tiene contemplada la realización de NINGUNA OBRA pero se reservan para un posible uso posterior.
Subtotal		2942554	294.2554	74.5186	
ÁREA TOTAL DEL POLÍGONO DE LA CENTRAL		3'952,992	395.2992	100	

Figura 4: Obras permanentes del proyecto

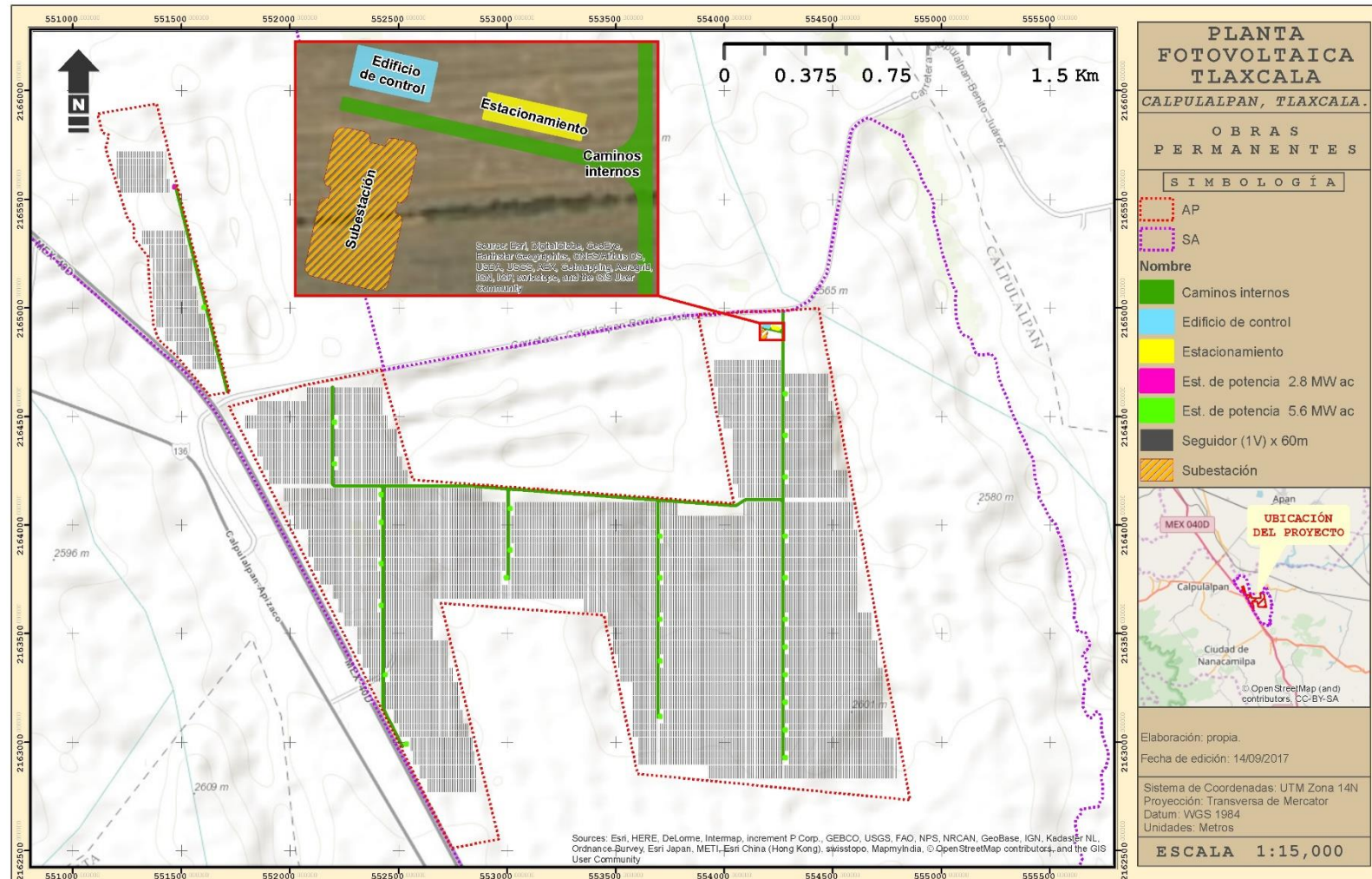
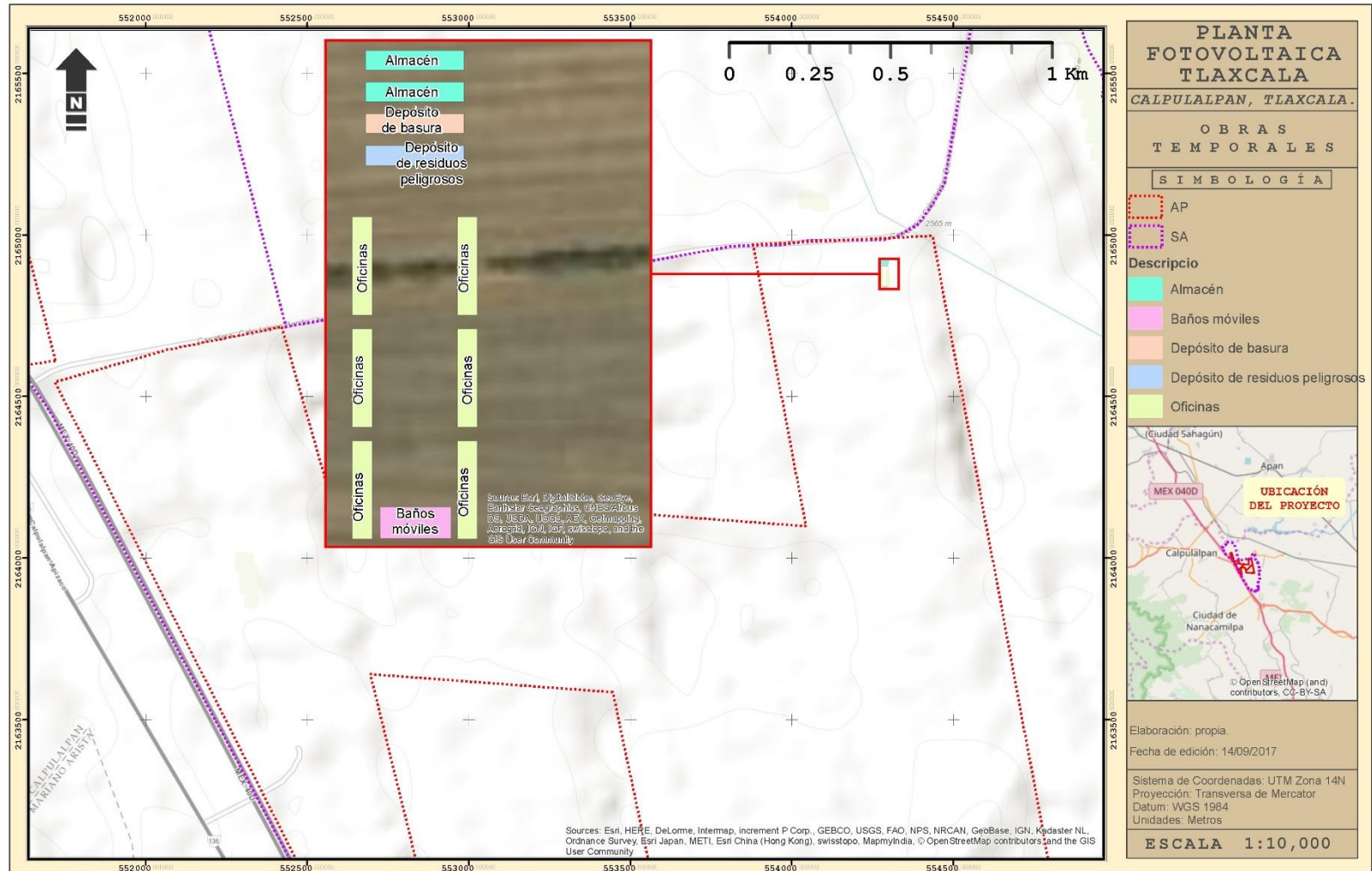


Figura 5: Obras temporales del Proyecto



2.1.5.3.1 Superficie para obras permanentes y temporales relacionadas con la línea de transmisión.

No existen obras temporales relacionadas directamente con la LT fuera del polígono de la central fotovoltaica.

	Estructuras	Dimensiones (m ²)	Dimensiones (ha)	Descripción
Obras permanentes	Subestación de maniobras	57,818.00	5.78	
	Línea de transmisión y derecho de vía	100 m	0	La longitud de la línea de transmisión es de 100 m, la cual contará con 2 torres. El derecho de vía es de 42 metros.
Superficie total de la LT		57,918.00	5.78	

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

El predio es una propiedad privada dentro del municipio de Calpulalpan (006), en el estado de Tlaxcala (29). El uso actual del suelo es agrícola.

2.1.6.1 Análisis de la Vegetación y del Uso del Suelo

2.1.6.1.1 Metodología

2.1.6.1.2 Uso de Suelo

Para determinar el uso de suelo del área del proyecto se llevaron a cabo recorridos en toda el área del proyecto y en el Sistema Ambiental (SA), con el fin de determinar el uso de suelo en el sitio.

Para determinar el tipo de muestreo y superficie del proyecto. Para poder obtener una panorámica del estado de conservación o deterioro se realizaron tomas de fotografías. Todos los puntos de muestreo fueron ubicados geográficamente por medio de un GPS Datum WGS84 (14 Q). Para la recopilación de la información, se analizó la información vectorial de uso de suelo y vegetación de la serie V del INEGI, para posteriormente realizar el manejo por capas de la información del proyecto, mostradas sobre la imagen satelital. La información vectorial, se integró al Sistema de Información Geográfica (SIG), con el cual se realizó el análisis del uso de suelo para determinar zonas de obras; para después realizar los cálculos y editar los mapas correspondientes para el estudio.

De acuerdo a INEGI el área del proyecto se considera como Agricultura de Temporal, durante los muestreos en campo se constató que el área es usada para cultivar maíz.

2.1.6.2 Colindancias

El área del proyecto colinda en una porción al norte con la carretera asfaltada Apizaco-Benito Juárez. Al norte, sur y este con predios agrícolas y al oeste con la carretera federal 40 D Arco Norte.

Figura 6: Terrenos colindantes a Tlaxcala Solar



2.1.6.3 Cuerpos de Agua

Dentro del área de proyecto no se localizan cuerpos de agua naturales, únicamente existe un bordo de captación de agua de lluvia, en el Sistema Ambiental (SA), se localiza la presa de Zoquiapan el cual es el cuerpo de agua más importante dentro del SA, el cual debido a las características del proyecto no se verá afectado por el desarrollo del mismo.

2.1.7 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

2.1.7.1 Servicios

El área donde se ubica el predio donde se llevara a cabo el proyecto, está considerada como un área rural. El predio está catalogado como rustico y cuenta con ninguna construcción habitacional sin servicios abandonada, el predio es utilizado para la agricultura, por lo tanto los servicios que necesitara el proyecto son los siguientes:

Sistema de drenaje: Para el servicio sanitario durante el proceso de construcción del proyecto Tlaxcala Solar, se contratará el servicio de baños móviles de acuerdo al 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.

Generalmente los baños móviles reciben una limpieza por lo menos semanal en la que se colectan las aguas residuales y sedimentos. Estos residuos generados serán tratados a través de compañías autorizadas para tales efectos y para su disposición y previniendo con ello, la contaminación del suelo o de otros elementos naturales.

Accesos principales: El principal es por las carreteras federales No 40 D Arco norte y 136 Apizaco-Benito Juárez, en la zona existen caminos secundarios y terracerías en buen estado para circular

Suministro de agua: Durante la etapa de construcción, el suministro de agua se realizará por medio de la contratación de pipas. En la medida de lo posible, se favorecerá el uso de agua tratada para las labores de construcción y el riego de áreas de terracería como medida de mitigación de emisión de polvos. El agua para consumo humano será abastecida por medio de garrafones de agua.

Energía eléctrica: La energía eléctrica en la fase de construcción será suministrada por parte del contratista a base de centrales generadoras de energía.

Telefonía: En la etapa de construcción cada empresa contratista contará con su propio sistema de telefonía (teléfonos celulares).

Tabla 2: Servicios para la operación de la Central Fotovoltaica

Servicio	Proveedor
Energía Eléctrica	Autosuficiente
Telefonía	Se usan únicamente líneas celulares de diferentes compañías.
Agua	Agua potable: Se adquirirá en las localidades cercanas por medio de garrafones.
	Agua cruda: A partir de pipas contratadas en localidades cercanas. Proveedores autorizados por el municipio.
Accesos	El principal es por las carreteras federales No 40 D Arco norte y 136 Apizaco-Benito Juárez.
Residuos	Peligrosos y de Manejo Ambiental: Se almacenaran temporalmente en contenedores tapados debidamente marcados de acuerdo al catálogo de CRETIB. Se contratará una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT, para la recolección, transporte, manejo y confinación final de este tipo de residuos.
	Domésticos: Serán depositados en contenedores metálicos con tapa y debidamente marcados, para su posterior traslado al depósito municipal.
Sanitarios	Se contratará una empresa autorizada para dar el servicio de sanitarios portátiles, durante la etapa de preparación y construcción.

2.1.8 Programa general de trabajo

Las actividades de preparación y construcción se llevarán a cabo en 18 meses:

Obras y Actividades	Meses																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Etapa de Preparación																			
Obtención de permisos y tramites	x	x																	
Obras y actividades																			
Colocación de letreros		x	x	x															
Colocación del cerco o valla provisional		x	x	x															
Limpieza del terreno (reto de basura)		x	x	x	x														
Actividades de preparación del terreno																			
Desmonte y Despalme		x	x	x															
Etapa de Construcción																			
Obra Civil				x	x	x	x	x	x	x	x								
Cimentaciones y construcciones				x	x	x	x	x					x						
Montaje Mecánico					x	x	x												
Montaje Eléctrico						x	x	x	x										
Instalación y Conexión de Inversores FV							x	x	x	X									
Subestaciones eléctricas transformadoras							x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Módulo fotovoltaico						x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X			

Obras y Actividades	Meses																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Montaje electromecánico													x	x	x	x			
Colocación de Torres y Tendido eléctrico de la Línea de Transmisión														x	x	x	x	x	X
Conexión a la Red																			X
Puesta en Marcha y Pruebas																			X
Pruebas de Rendimiento																			X
Programa de Vigilancia Ambiental		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	X	x

Operación y Mantenimiento.- Para lo cual se estima un plazo de 30 años, pudiendo extenderse la vida útil del proyecto con las medidas de mantenimiento que se implementen a lo largo de estas etapas.

Obras y Actividades	Años																													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Etapa de Operación																														
Operación y mantenimiento																														

*Los dos primeros años pertenecen a la etapa de preparación y construcción

2.1.9 Preparación del sitio

El fin de la preparación del terreno es adecuarlo para que la construcción de la central se lleve a cabo de manera ordenada con los menores impactos posibles así como facilitar las obras complementarias.

La preparación del terreno consiste en limpiarlo, el movimiento de tierra será necesario para ubicar las edificaciones conforme a las cotas indicadas en los planos, de esta forma se dejará el terreno compactado para posteriormente realizar la cimentación.

El trazo y verificación de las áreas de despalme tales como vialidades, áreas para infraestructura y servicios. En esta etapa se colocan varios puntos de referencia realizando un trazado con teodolito, donde se ubicarán postes con un nivel determinado previamente. Se colocarán niveletas y con ayuda de clavos se marcarán las zonas de despalme en donde irá la infraestructura del proyecto. Los trabajos de limpieza se realizarán con maquinaria y en caso de ser necesario manualmente para la remoción de vegetación.

En primer lugar se llevará a cabo la limpieza general del sitio y se procederá a remover la vegetación y la primera capa del sustrato de la zona de ocupación. Posteriormente se empleará un tractor para dejar el área de trabajo apta para la construcción e instalación de infraestructura de los paneles.

Los residuos generados por el despalle se acumularán en un extremo adyacente al área de afectación al interior del predio temporalmente hasta el momento de su disposición final. Los excedentes del despalle que no se utilicen en la cimentación se dispondrán en las obras que requieran rellenos previos. De igual manera, los residuos vegetales se acumularán de manera temporal en el área afectada dentro del predio hasta que finalice la fase de despalle. Estos serán trozados y con herramienta manual se dispondrán en la parte del predio destinada al área verde, en el perímetro del polígono del proyecto.

Las actividades fundamentales involucradas en la construcción de la central fotovoltaica son las siguientes:

- Levantamiento topográfico y estudio geotécnico del emplazamiento.
- Limpieza y retiro de vegetación y elementos rocosos en caso de ser necesario.
- Movimiento de tierras y nivelación del terreno de las zonas que lo requieran.
- Realización de las zanjas para acometida de cables.

2.1.10 Programa de Vigilancia Ambiental

Este Programa se diseñó para la aplicación de las buenas prácticas ambientales, medidas de mitigación y para la supervisión ambiental del proyecto; por lo tanto, funcionará desde la etapa de preparación hasta la etapa de operación (ver anexo capítulo 8).

2.1.11 Descripción de obras y actividades provisionales del proyecto

Se procurará que la mayoría del personal sea de poblaciones y municipios aledaños al área del proyecto a quienes se transportará diariamente al sitio del proyecto. No se instalará campamento, se dispondrán sanitarios portátiles contemplando uno (1) por cada

20 trabajadores y para el área de alimentos, se construirán zonas provisionales sombreadas.

2.1.11.1 Obras temporales

Para la construcción del proyecto se contempla la ejecución de las siguientes instalaciones y obras temporales:

- Instalaciones de oficinas temporales
- Alimentación eléctrica a oficinas temporales
- Acopios provisionales

Se contempla la instalación de oficinas temporales para la fase de construcción. Se utilizará esta superficie para instalar oficinas, almacén y talleres. Estas instalaciones podrán ser del tipo modulares móviles, tipo container. Se habilitarán zonas cercadas destinadas al almacenamiento de residuos sólidos no peligrosos provenientes de la etapa de construcción. También se habilitará un recinto cercado con los equipos del suministro de energía eléctrica para la faena y lugares para estacionamiento de vehículos, maquinarias y equipos de construcción.

Así mismo se dispondrá de una zona de acopio de material para la estructura metálica y para los paneles.

Para la etapa de construcción, el agua necesaria para las instalaciones sanitarias será suministrada por una empresa sanitaria certificada.

Se habilitarán acopios provisionales adicionales en las cercanías de las instalaciones de faena secundarias, para disposición temporal de desechos que serán retirados del emplazamiento de la central y material proveniente del escarpe y el material de excavación de tierra que no sea utilizado en los rellenos del proyecto. La idea es volver a colocar en terreno el material removido, reacomodándolo en el sitio de acuerdo al relieve del terreno, de manera que se vea natural.

2.1.11.2 Obras permanentes

Los edificios a instalar de forma permanente en la Central Fotovoltaica Tlaxcala, son las Estaciones de Media Tensión, la Subestación Eléctrica, la Línea de Transmisión, la oficina y el almacén.

2.1.12 Etapa de construcción

2.1.12.1 Central Fotovoltaica

Las actividades fundamentales involucradas en la construcción de la Central Fotovoltaica son las siguientes:

- Hincado y cimentaciones de la estructura soporte de los módulos fotovoltaicos
- Montaje del seguidor solar a un eje horizontal.
- Montaje de los módulos fotovoltaicos.
- Realización de cimentaciones para los Power Blocks, Cuadros Eléctricos, Torres Meteorológicas, Báculos, Sistema de Seguridad, etc.
- Instalación y conexionado de cuadros eléctricos.

- Tendido y conexionado de cables de Baja Tensión AC y DC, cable de comunicaciones y Fibra Óptica.
- Tendido y conexionado de cable de MT.
- Tendido y conexionado de red de tierras de la instalación.
- Ejecución de accesos a la instalación y viales internos.
- Ejecución de Sistema de Drenajes si fuese necesario.
- Montaje de cerramiento perimetral.
- Instalación de equipos del sistema de monitorización y seguridad.

2.1.12.2 Subestación eléctrica

En este caso, diferenciaremos entre las actividades de obra civil y de montaje electromecánico:

Obra Civil:

- Levantamiento topográfico
- Trazo y nivelación del terreno.
- Corte y despalde.
- Conformación de plataforma.
- Trazo de ejes principales para referencias y colocación de BN de referencia.
- Construcción de cimentaciones mayores y menores.
- Construcción de edificio de control.
- Construcción de sistema de drenaje de requerirse o de lo contrario si es superficial canales y cunetas de salida de agua.
- Instalación de malla para sistema de tierras.
- Construcción de ductos, registros y trincheras para cables eléctricos.
- Construcción de cerco perimetral.
- Construcción de pisos terminados.

Obra Electromecánica:

- Montaje electromecánico:
- Montaje de estructura mayor y menor.
- Tendido y tensado de buses aéreos y cables de guarda.
- Montaje de equipo primario.
- Montaje de tableros PCYM, tableros de servicios propios y tableros de comunicación en cuarto de control.
- Montaje de bandejas en cuarto de control.
- Montaje de banco de baterías y cargadores.
- Tendido y conectado de cables de control, protección y fuerza.
- Instalación del sistema de alumbrado exterior.
- Pruebas pre-operativas a todos los sistemas y equipos de la subestación.
- Pruebas y puesta en servicio para su energización e integración al sistema eléctrico nacional.
- Solución de pendientes menores.

- Entrega recepción definitiva de las obras.

2.1.12.3 Línea de transmisión:

A continuación se detallan las principales actividades relacionadas con la construcción de la LT.

- Levantamiento topográfico y confirmación de trayectoria, así como optimización de la misma trayectoria.
- Brecha topográfica.
- Localización de estructuras.
- Caminos de acceso que se realizaran haciendo el menor daño ambiental al entorno.
- Apertura de brecha forestal. Esta actividad también se realiza causando el menor daño ambiental al entorno.
- Construcción de cimentaciones para estructuras.
- Colocación de sistema de tierras en las estructuras.
- Montaje de estructuras.
- Vestido de estructuras.
- Tendido, regulado y engrapado de cable de guarda.
- Tendido, regulado y engrapado de cable conductor.
- Colocación de accesorios (Pintura de estructuras, colocación de numeraciones, placas de peligro, protecciones anti aves, amortiguadores y anillos equipotenciales)

2.1.13 Etapa de operación y mantenimiento

Esta actividad es realizada por nuestro personal de puesta en servicio y apoyados por el equipo de construcción para corregir cualquier cambio necesario para el correcto funcionamiento de la integración de todos y cada uno de los sistemas de la central.

En concreto, las actividades de supervisión de construcción en las pruebas y en la puesta en servicio serán las siguientes:

- Apoyo al equipo de Puesta en Marcha en los trabajos de pruebas operativas a los equipos y sistemas de las obras del Proyecto.
- Corrección de cambios en los equipos o cableados originados por la pruebas operativas realizadas por el equipo de Puesta en Marcha.
- Preparación de los dosieres de la ingeniería de obra civil y montaje electromecánico en colaboración con el personal de calidad en obra.
- Atender el listado de pendientes de obra civil y montaje electromecánico hasta terminarlos para su la recepción final de las obra del Proyecto.

2.1.13.1 Pruebas y puesta en servicio

Esta actividad se realiza en dos fases, la primera es ejecutada por un equipo de supervisión de construcción y la segunda parte es llevada a cabo por el departamento de la puesta en servicio.

Después que el equipo de supervisión de construcción termina con las pruebas pre-operativas de todos los equipos de forma individual, este último pasa a ser responsabilidad del personal de puesta en marcha, quien será el encargado de realizar la integración funcional de todo el equipamiento de las obras.

En este sentido, a continuación se indican las verificaciones que realiza el equipo de puesta en marcha para todos los equipos primarios:

- Verificación del cableado interno de acuerdo al código de colores, calibre, clase de conductor utilizado y listado de cables.
- Verificación del cableado interno de acuerdo a diagramas esquemáticos y trifilares.
- Verificación de conexión de equipos y cuadros eléctricos a la barra de tierras.
- Verificación de las conexiones de señales analógicas (TI's y TT's)
- Verificación del conexionado de malla del cable de control (TI's y TT's)
- Verificación de terminales a comprensión y etiquetado en todos los cuadros de AC y DC.
- Verificación de alimentaciones de cc a los equipos.
- Pares de apriete en componentes mecánicos.
- Verificación de montaje de equipos.
- Verificación eléctrica de strings, cuadros CC y cuadros AC
- Comprobación de orientación e inclinación de los paneles.
- Comprobación de la correcta instalación y funcionamiento de los siguientes equipos:
 - Inversores de las subCentrales.
 - Módulos fotovoltaicos.
 - Cuadros y Cajas de conexión, cableado, etc.
 - Transformadores de las SubCentrales y SS.AA
 - Celdas de MT y Centros de transformación y protección MT.
 - Seguidor solar a un (1) eje horizontal.
 - Las conexiones internas y las interconexiones con instalaciones externas
 - Contadores de Energía principal de Central y SS.AA.
 - Sistema de monitorización.
 - Sistema de Iluminación, Contra Incendio, Aire Acondicionado y Ventilación
 - Sistema de Seguridad de la Central.
 - Instrumentos y dispositivos de monitorización y/o control.
 - Estación meteorológica, con sus certificados de calibración, emitidos para la configuración instalada.
 - Dispositivos de seguridad.
 - Pruebas funcionales de los esquemas de protección.

2.1.13.2 Mantenimiento

El conjunto de actividades de mantenimiento que se desarrollan en una central fotovoltaica, pueden agruparse en:

- Mantenimiento preventivo

- Mantenimiento predictivo
- Mantenimiento correctivo
- Actividades de mantenimiento extraordinario

A continuación se detalla cada una de ellos.

2.1.13.2.1 Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo de una central fotovoltaica comprende aquellas actuaciones e inspecciones cuyo objetivo es evitar y detectar posibles fallos en los equipos que puedan traducirse en un posterior evento que implique actuaciones correctivas.

Esta actividad debe plantearse en intervalos regulares y conforme a los requisitos y manuales estipulados por los distintos suministradores de equipos, así como por la normativa aplicable.

El plan de mantenimiento de la central será el documento base a utilizar por parte del operador en las labores de operación y mantenimiento.

El mantenimiento preventivo deberá llevarse a cabo de forma tal, que no afecte a las prestaciones de la central fotovoltaica ni a su disponibilidad o cualquier limitación a la generación derivada de estas tareas. Concretamente, siempre que sea posible, se programará el mantenimiento que afecte a la producción fuera de la jornada de mayor recurso solar, para niveles de radiación bajos (al inicio o al final del día).

2.1.13.2.1.1 Actividades del Mantenimiento Preventivo

Los trabajos de mantenimiento preventivo incluirán, como mínimo, las siguientes tareas:

- Inspección y comprobación del correcto funcionamiento de todos los equipos, para garantizar la operatividad de los generadores fotovoltaicos e inversores, de acuerdo con las especificaciones aplicables a la central fotovoltaica, incluyendo inspección visual y comprobación de rendimiento de los equipos.
- Inspección y corrección de conexiones y anclajes.
- Cumplimentación de las fichas de revisiones periódicas, producciones, averías, incidencias externas y almacén de componentes.
- Revisión periódica de los datos monitorizados del día anterior en busca de anomalías.
- Inspección de los componentes sometidos a desgaste y su reemplazo, en caso de ser necesario.
- Comprobación de estado del sistema de seguridad.
- Comprobación de estado de los elementos que componen el stock de repuestos.
- Comprobación de estado de todos los equipos que componen el sistema de monitorización, el sistema de comunicación y el sistema de seguridad y vigilancia de la Central.
- Atención de fallos o mensajes y pequeñas reclamaciones que no requieran un mantenimiento correctivo.
- Recogida de los residuos resultantes, incluida su adecuada gestión así como el desbroce de parcelas en la medida en que sea necesario.

- Comprobación del correcto funcionamiento de los elementos de protección de la central.
- Mantenimiento de las Power Stations y centro de control de la instalación.
- Mantenimiento preventivo y revisión periódica del sistema de avisos instantáneos.
- En general, el mantenimiento de todos los equipos y sistemas que componen la central fotovoltaica.
- Servicios de seguridad de la central.

2.1.13.2.1.2 Periodicidad del Mantenimiento Preventivo

En el manual de mantenimiento se establecerá la frecuencia de las tareas descritas. Dicho manual será particular de cada central, en función de los requisitos operativos requeridos y de las recomendaciones de los fabricantes de los equipos.

A modo de ejemplo, se muestra la siguiente periodicidad y nivel de actividad aplicable a las tareas descritas anteriormente y en función del elemento a mantener:

Actividades semestrales

- Inspección visual de la central
- Campo generador.
 - Inspección visual de los módulos fotovoltaicos.
 - Limpieza de los módulos fotovoltaicos acorde a las recomendaciones de los fabricantes.
- Revisión general de Inversores.
 - Cambio o limpieza de filtros.
 - Revisión de fuente de alimentación.
- Revisión de estructuras y cimentaciones.
 - Inspección visual de la estructura de la bancada de módulos.
 - Anclajes y fijaciones de módulos a estructura.
 - Revisión y engrase de los elementos mecánicos del seguidor.
- Inspección general de las cajas de conexión de:
 - Series y paralelos.
 - Entrada a inversores.
 - Salida de inversores.
 - Servicios auxiliares.

En todos los casos con el siguiente alcance:

- Inspección de fusibles.
- Revisión y prueba de protecciones.
- Revisión de la puesta a tierra.
- Equipos de baja tensión y cables DC:
 - Comprobación de estado de cables DC.
 - Inspección de protecciones.
 - Comprobación componentes, interruptores y armarios de BT.
- Sistema de monitorización, estaciones meteorológicas, sistema de seguridad:
 - Inspección visual de las estaciones meteorológicas.

- Inspección visual del sistema de monitorización (Scada) y sus elementos.
- Inspección visual del sistema de vigilancia y seguridad.
- Inspección visual equipos de medida.
- Inspección visual del sistema de gestión de avisos.
- Transformadores, celdas, cableado AC:
 - Inspección visual de los transformadores.
 - Inspección visual cableado AC.
 - Inspección visual UPS.
 - Inspección de armario de protecciones.
 - Inspección visual y comprobación de los interruptores.
- Eliminación manual de la vegetación que suponga un riesgo funcional o de seguridad.
- Valla perimetral, centros, obra civil:
 - Inspección visual y limpieza de los centros.
 - Inspección visual del vallado perimetral, puertas y cerraduras.
- Comprobación de no existencia de corrosión.
 - Inspección visual de estado de caminos, drenajes, arquetas.

2.1.13.2.1.3 Actividades anuales

- Mantenimiento Preventivo de las protecciones eléctricas.
- Mantenimiento Preventivo de los equipos electrónicos: inversores, de acuerdo con las recomendaciones y manuales de mantenimiento de los fabricantes.
- Mantenimiento Preventivo de instalaciones eléctricas: cuadros de protección y distribución (transformadores, celdas, protecciones, cuadros de medida, cuadros de protección cc/ca, etc.).
 - Comprobación de niveles de aceite (si procede).
 - Prueba de seguridad, protecciones y fusibles.
 - Condiciones ambientales de equipos y alojamientos.
- Mantenimiento Preventivo de Servicios Auxiliares (iluminación, ventilación/extracción, etc.).
- Mantenimiento Preventivo y pruebas de funcionamiento de los sistemas de supervisión/monitorización, comunicaciones, generación de avisos, vigilancia y seguridad.
- Mantenimiento Preventivo de las Instalaciones de Conexión.
- Calibración de piranómetros y demás elementos de las estaciones meteorológicas.
- Mantenimiento de la Subestación.
- Cualquier otro mantenimiento que requiera la legislación vigente.
- Control de malezas, control de vegetación, desbroces, control de plagas.

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

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

2.1.13.2.2 Mantenimiento predictivo

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

Los métodos de mantenimiento predictivo más habituales son:

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

2.1.13.2.3 Mantenimiento correctivo

Las tareas correctivas más usuales son:

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

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

2.1.13.2.4 Actividades de mantenimiento extraordinario

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

- Reformas o modificaciones que supongan un cambio sustancial en la central, en comparación con el proyecto original.
- Sustitución o reparación de los equipos debido a robo o por averías por causas de fuerza mayor.
- Gestión de residuos generados en los trabajos incluidos en el alcance del servicio, a través de los organismos o empresas autorizados.
- Predicción de la producción.
- Flash test y pruebas extraordinarias a módulos.
- Formación.
- Extensión de garantía de seguidores.
- LTSA de inversores.

2.1.14 Descripción de obras asociadas al proyecto

La Central Fotovoltaica Tlaxcala Solar contará con una sala de celdas, sala de control, caseta de almacén, SE y LT eléctrica.

2.1.15 Etapa de abandono del sitio

Aunque la vida útil de las instalaciones de la central es de aproximadamente de 30 años (a partir de la construcción), se puede considerar indefinida si se van reponiendo los paneles y en un futuro, se seguirá haciendo uso de la infraestructura para nuevas tecnologías fotovoltaicas. Por esto no se considera la etapa de abandono en las instalaciones, cuando se requiera se repondrán los paneles deteriorados.

En caso de abandono, se desarmarán las instalaciones, se desmontarán los paneles, se retirarán las bases y se podrá utilizar el predio para otros fines.

2.1.16 Utilización de explosivos

No se considera el uso de explosivos.

2.1.17 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos, líquidos y emisiones a la atmósfera

Durante las actividades de construcción y operación y mantenimiento del proyecto se generarán residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos.

2.1.17.1 Residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos se clasifican en:

- Residuos sólidos urbanos
- Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje
- Residuos de manejo especial

Durante la obra (y al final de la misma) y durante las actividades de Operación y Mantenimiento, los residuos sólidos no peligrosos realmente producidos (tipo y cantidades) quedarán registrados en las correspondientes bitácoras.

- Bitácora de residuos sólidos urbanos y susceptibles de reutilización y reciclaje

- Bitácora de residuos de manejo especial

Tabla 3: Clasificación de residuos

Residuos sólidos urbanos (susceptibles a reutilización y reciclaje)	Residuos de Manejo Especial
Madera	Residuos de concreto (cimentaciones)
Papel	Producto de desmonte y despalde
Cartón	Material producto de excavación
Metales	Electrónicos
Plásticos (PET)	Residuos de rocas
Vidrio	Residuos de demolición
Basura (restos de comida, envolturas, etc.)	Metálicos (chatarra)

Se calcula que se producirán 102.6 Toneladas de basura municipal (0.63 kg/individuo/día) durante los 18 meses que duran las etapas de preparación y construcción. Durante la etapa de operación y mantenimiento se la producción de residuos municipales será de 132.3 kg al mes (0.13 ton), debido a que la presencia de personal en el proyecto se reduce.

2.1.17.2 Residuos peligrosos

Categorización de generadores y registro

Antes de iniciar el proceso constructivo (obra civil, montaje electromecánico y pruebas pre-operativas) del proyecto donde se prevé generar residuos peligrosos, se tiene la obligación de definir la categorización en este caso en la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) así como obtener su registro ante SEMARNAT en la delegación federal de Tlaxcala.

Los residuos serán clasificados como peligrosos cuando:

- Se encuentren definidos como tal en la legislación ambiental.
- Se encuentren en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005.
- Cuando sean biológico-infecciosos, se gestionarán de acuerdo a la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.
- Sean productos usados, caducos o fuera de especificación.
- Exista una mezcla de RP con otros residuos o los envases que contuvieron sustancias o residuos peligrosos y aquellos equipos o construcciones que hubiesen estado en contacto con RP y sean desechados.
- Se mezcle suelo con residuos peligrosos, debido a algún derrame o por lixiviación de RP al suelo.

Los residuos peligrosos en donde se determine alguna de las características CRETIB, resultado de alguna prueba o análisis. Dichos registros deberán conservarse durante 5 (cinco) años. Estos serán registrados en la bitácora de generación de acuerdo a las

características CRETIB, asignando el Código de Peligrosidad de los Residuos (CPR), basándose en la siguiente tabla:

Tabla 4: Características de los residuos CRETIB

Características	Descripción	CPR
Corrosividad	Es corrosivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	C
	Es un líquido acuoso y presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un sólido que cuando se mezcla con agua destilada presenta un pH menor o igual a 2.0 o mayor o igual a 12.5 de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un líquido no acuoso capaz de corroer el acero al carbón, tipo SAE 1020, a una velocidad de 6.35 mm o más por año a una temperatura de 328 K (55°C), según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
Reactividad	Es reactivo cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades:	R
	Es un líquido o sólido que después de ponerse en contacto con el aire se inflama en un tiempo menor a cinco minutos sin que exista una fuente externa de ignición, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente.	
	Cuando se pone en contacto con el agua reacciona espontáneamente y genera gases inflamables en una cantidad mayor de 1 litro por kilogramo del residuo por hora, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	
	Es un residuo que en contacto con el aire y sin una fuente de energía suplementaria genera calor, según el procedimiento de la NOM correspondiente.	
Explosividad	Posee en su constitución cianuros o sulfuros liberables, que cuando se expone a condiciones ácidas genera gases en cantidades mayores a 250 mg de ácido cianhídrico por kg de residuo o 500 gm de ácidos sulfhídrico por kg de residuo, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente	E
	Es explosivo cuando es capaz de producir una reacción o descomposición detonante o explosiva solo o en presencia de una fuente de energía o si es calentado bajo confinamiento. Esta característica no debe determinarse mediante análisis de laboratorio, por lo que la identificación de esta característica debe estar basada en el conocimiento del origen o composición del residuo.	
Toxicidad	Es toxico ambiental cuando el extracto del PECT, obtenido mediante el procedimiento establecido en la NOM-053-SEMARNAT-1993, cuando contiene cualquiera de los constituyentes tóxicos de la Tabla 2 de la NOM-052-SEMARNAT-	T

Características	Descripción	CPR
	2005 en una concentración mayor a los límites ahí señalados, la cual deberá obtenerse según los procedimientos que se establecen en las NOMs correspondientes	
Ambiental	Característica de una sustancia o mezcla de sustancias que ocasionan un desequilibrio ecológico	Te
Aguda	Grado en el cual una sustancia o mezcla de sustancias puede provocar, en un corto periodo de tiempo o en una sola explosión, daños o la muerte de algún organismo.	Th
Crónica	Propiedad de una sustancia o mezcla de sustancias de causar efectos dañinos a largo plazo en los organismos, generalmente a partir de explosiones continuas o repetidas y que son capaces de producir efectos cancerígenos, teratógenos o mutagénicos.	Tt
Inflamabilidad	Es inflamable cuando presenta cualquiera de las siguientes propiedades: Es un líquido o una mezcla de líquidos que contienen sólidos en solución que tiene un punto de una inflamación inferior a 60.5 °C, medido en copa cerrada, de conformidad con el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente, quedando excluidas las soluciones acuosas que contengan un porcentaje de alcohol, en volumen, menor a 24%. No es un líquido y es capaz de provocar fuego por fricción, absorción de humedad o cambios químicos espontáneos a 25 °C, según el procedimiento que se establece en la NOM correspondiente Es un gas que, a 20 °C y una presión de 101.9 kPa, arde cuando se encuentra en una mezcla del 13% o menos por volumen de aire, o tiene un rango de inflamabilidad con el aire de cuando menos 12 % sin importar el límite inferior de inflamabilidad. Es un gas oxidante que puede causar o contribuir más que el aire, a la combustión de otro material	I
Biológico infeccioso	- Es biológico - infeccioso de conformidad con lo que se establece en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002	B
Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos listados 3 y 4 de la NOM052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica de residuos peligrosos de mayor volumen, agregándole al CPR la Letra M		

Se deberá asignar la clave correspondiente de acuerdo a los listados 1, 2, 3, 4 y 5 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, con los siguientes datos: nombre genérico y clave del residuo peligroso:

Tabla 5: Categoría de los residuos

CATEGORÍA	TIPO	CLAVE
ACEITES GASTADOS	DIELÉCTRICOS	O5
	LUBRICANTES	O1
	HIDRÁULICOS	O3
	SOLUBLES	O2
	TEMPLADO DE METALES	O6
	OTROS (ESPECIFIQUE)	O4
BREAS	CATALÍTICAS	B1
	DE DESTILACIÓN	B2
	OTRAS (ESPECIFIQUE)	B3
BIOLÓGICO-INFECCIOSOS	CULTIVOS Y CEPAS	BI1
	OBJETOS PUNZOCORTANTES	BI2
	RESIDUOS PATOLÓGICOS	BI3
	RESIDUOS NO ANATÓMICOS	BI4
	SANGRE	BI5
ESCORIAS DE METALES PESADOS	FINAS	E1
	GRANULARES	E2
LÍQUIDOS RESIDUALES DE PROCESO	CORROSIVOS	LR1
	NO CORROSIVOS	LR2
LODOS ACEITOSOS		L6
LODOS PROVENIENTES DE:	GALVANOPLASTIA	L3
	PROCESO DE PINTURAS	L5
	TEMPLADO DE METALES	L4
	TRATAMIENTO DE AGUAS DE AGUAS DE PROCESO	L2
	TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS	L1
	OTROS (ESPECIFIQUE)	L7
SÓLIDOS	TELAS, PIELES O ASBESTO ENCAPSULADO	SO1
	DE MANTENIMIENTO AUTOMOTRIZ	SO2
	CON METALES PESADOS	SO5
	TORTAS DE FILTRADO	SO3
	OTROS (ESPECIFIQUE)	SO4
SOLVENTES	ORGÁNICOS	S1
	ORGANOCORADOS	S2
SUSTANCIAS CORROSIVAS	ÁCIDOS	C1
	ALCALIS	C2
OTROS RESIDUOS PELIGROSOS (ESPECIFIQUE)		O

Cuando se trate de una mezcla de residuos peligrosos de los Listados 3 y 4 de la NOM-052-SEMARNAT-2005, se identificarán con la característica del residuo de mayor volumen, agregándole al CPR la letra "M". Cada residuo peligroso será identificado con diferentes símbolos de características de peligrosidad para la identificación y etiquetado de bidones de residuos peligrosos, de acuerdo a NOM-052-SEMARNAT-2005 según aplique y corresponda.

2.1.17.3 Residuos líquidos

Los únicos residuos líquidos que se generaran durante el proyecto, serán las aguas sanitarias, provenientes de los baños móviles durante la etapa de operación y

construcción y será la empresa contratada para brindar este servicio quien se encargue de la recolección, tratamiento y disposición de este residuo.

Se calcula un baño por cada 25 trabajadores, por lo tanto, durante los 18 meses que duren las etapas de preparación y construcción; se utilizaran 81,720 litros de agua al mes. Calculando la contratación de 12 baños portátiles con un gasto de agua diaria de 227 lt.

Durante la operación y el mantenimiento del proyecto Tlaxcala Solar se construirán sanitarios dentro de las instalaciones que contarán con una fosa séptica y se contratara el servicio con una empresa autorizada para su limpieza y mantenimiento. Se calcula un gasto de 4,050 litros al mes. Con un gasto de 9 litros por persona diario.

2.1.18 Cantidades de generación

La identificación de cada uno de los residuos a generar en el proyecto, y la estimación inicial de las cantidades totales, son los indicados en la siguiente tabla; para su cálculo se han tenido en consideración las actividades generadoras de residuos, datos del proyecto conocidos hasta el momento y datos de residuos producidos en proyectos similares.

La estimación de generación de residuos durante las fases de preparación y construcción sería las siguientes cantidades (durante los 18 meses):

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m³)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Sólidos Urbanos no peligrosos	Madera	-	20.5	-
	Papel	-	5	-
	Cartón	-	7	-
	Metales	-	15	-
	Plásticos (PET)	-	30	-
	Vidrio	-	10	-
	Basura municipal (restos de comida)	-	15	-
Residuos de manejo especial	Material de despalme y excavación (tierras y piedras)	699,870.95	-	No contabilizado como residuo el % a reutilizar en la misma obra
	Residuos de concreto, escombros	-	0.5	-
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas	-	0.1	-
	Aerosoles/solventes	-	.01	-
	Aceite usado	-	.05	-
	Absorbentes, trapos y ropa con sustancias peligrosas	-	.02	-

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m³)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Total		699,870.95	103.18	

La estimación de generación de residuos anual en fase de operación y mantenimiento sería las siguientes cantidades:

Tipo de residuo	Nombre	Cantidad (m³)	Cantidad (toneladas)	Observaciones
Sólidos Urbanos no peligrosos	Madera	-	0.02	-
	Papel	-	0.0066	-
	Cartón	-	0.0066	-
	Metales	-	0.0262	-
	Plásticos (PET)	-	0.0396	-
	Vidrio	-	0.0132	-
	Basura municipal (restos de comida)	-	0.0198	-
Residuos Peligrosos	Envases plásticos/metálicos contaminados con sustancias peligrosas	-	0.02	-
	Aerosoles	-	0.005	-
	Aceite usado	-	0.005	-
	Absorbentes, trapos y ropa con sustancias peligrosas	-	0.002	-
Total			0.164	

Esta estimación inicial será actualizada al inicio de cada etapa para adecuarla a la última información disponible del proyecto.

2.1.19 Infraestructura adecuada para el manejo y disposición adecuada de los residuos

2.1.19.1 Residuos sólidos no peligrosos

Los residuos sólidos no peligrosos generados serán segregados de acuerdo con las características que presenten, se contendrán en cada frente de trabajo mediante contenedores tapados y se almacenarán temporalmente de acuerdo a los siguientes criterios:

2.1.19.1.1 Residuos susceptibles a reutilización y reciclaje

Los residuos susceptibles a reutilización y reciclaje (principalmente residuos inorgánicos) que se generen durante las actividades constructivas se podrán dar en donación, siempre y cuando el personal de Central Fotovoltaica Tlaxcala Solar lo autorice (director o

residente de obra), como madera de desecho, tierra de excavación, chatarra, blocs de desecho, plásticos (petos), plásticos utilizados en equipos, lonas, que pueden ser utilizados por los propietarios, por las comunidades cercanas al proyecto, de lo contrario serán donados a casa comerciales debidamente autorizadas.

2.1.19.1.2 Residuos de manejo especial

Para la gestión de los residuos de manejo especial, previamente se deberá consultar ante las instancias ambientales gubernamentales donde se ubique el proyecto, si es necesario o no la integración de un Plan de Manejo específico para el tipo de residuos que se generarán en grandes cantidades; instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación y maximizar la valorización de los residuos, bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social, diseñado bajo los principios de responsabilidad compartida y manejo integral, que considera el conjunto de acciones, procedimientos y medios viables e involucra a productores, importadores, exportadores, distribuidores, comerciantes, consumidores, usuarios de subproductos, medianos y grandes generadores de estos residuos. Este plan aplica siempre y cuando la generación de estos se encuentre en la categoría de mediano y gran generador.

En caso de no requerir la integración y/o ejecución de un Plan de Manejo, los residuos de manejo especial que se generen en menor cantidad durante el despalme y en la obra civil (sobrantes de concreto); serán trasladados directamente al sitio autorizado para su disposición final (relleno sanitario, tiradero municipal o en un sitio previamente autorizado por instancias, municipales y/o por un propietario).

En específico la materia orgánica (humus) se dispersará en áreas dentro del proyecto previamente determinadas y evaluadas siempre y cuando sea posible, el material de desmonte se deberá utilizar como mejorador de suelos/control de erosión y/o para relleno de parcelas cercanas a la obra y/o proyecto, previa autorización de los propietarios y autoridades correspondientes.

Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

2.1.19.1.3 Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos generados se clasificarán de la siguiente manera: residuos orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos (residuos de comida, cáscara de frutas, etc.) se colocarán en contenedores de color verde debidamente rotulados y provistos con tapa, para no atraer especies de fauna doméstica o silvestre. Para los residuos inorgánicos (plásticos, papel, flejes, etc.) se colocarán contenedores debidamente rotulados y con tapa.

El tamaño de los contenedores estará en función de las necesidades del proyecto, y en caso que el cliente o autoridades en materia ambiental, soliciten el cambio de color o agregar un color para la separación de los residuos se tomará en consideración.

A los contenedores se les pondrá una bolsa de plástico para permitir un manejo práctico y fácil de los residuos y permitir que los recipientes se mantengan en buen estado. Estos se

distribuirán en sitios estratégicos en el proyecto para que los trabajadores depositen los residuos y se mantenga limpia el área de trabajo.

Los residuos urbanos se registrarán en la Bitácora de residuos sólidos urbanos, y susceptibles a reutilización y reciclaje. La disposición final de los residuos sólidos no peligrosos se realizará por medio de una empresa autorizada (privada) o por el departamento de limpia municipal.

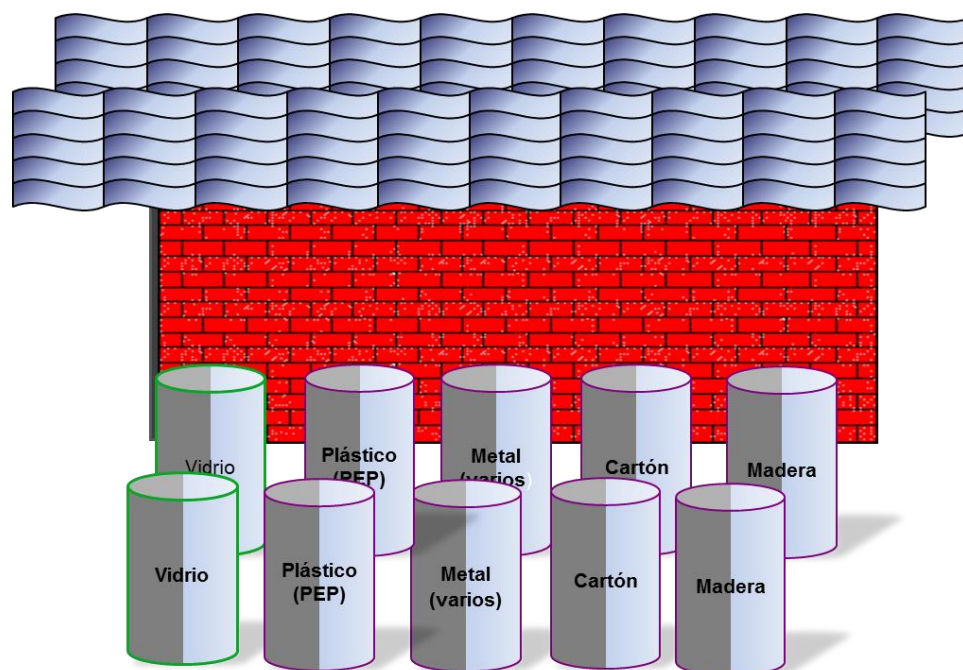
El supervisor ambiental realizará recorridos para verificar que los contenedores no rebasen del 80% de su capacidad y evitar que las áreas donde estén los recipientes se encuentren sucias.

2.1.20 Almacenamiento temporal de residuos no peligrosos

Para residuos sólidos urbanos (reutilización-reciclaje) se requiere habilitar un área para almacenar temporalmente estos residuos, las características mínimas que se debe cumplir son:

- Que se asigne un espacio dentro del proyecto, previamente autorizada
- Que el área este delimitada (malla ciclónica, bardeada, etc.)
- Estar techado, en caso de requerirse
- Se deberá asignar un espacio específico para cada tipo de residuo a almacenar y deberá estar identificado y delimitado
- Deberá contar con las medidas mínimas de seguridad

Figura 7: Esquema del Almacén de residuos



Esquema del almacén temporal de residuos susceptibles a reutilización y reciclaje

2.1.20.1.1 Residuos Peligrosos

Se deberá asegurar que el personal asignado para almacenar los Residuos Peligrosos, evite mezclarlos entre sí o con otros residuos y que no los deposite en lugares no autorizados.

Se deberán segregar y envasar de acuerdo a su estado físico, con sus características de peligrosidad y considerando su incompatibilidad con otros residuos, en envases:

- Cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad, previstas en la normativa, necesarias para evitar que durante el almacenamiento, operaciones de carga y descarga y transporte, no sufran pérdida o escape y eviten la exposición de los operarios al residuo.
- Identificados con nombre, clave y características del residuo.
- Los contenedores para residuos peligrosos deberán ser rojos preferentemente; sin embargo, si el cliente solicita que se utilice un color diferente de contenedor para cada tipo de Residuos Peligrosos es aceptable.

Queda prohibido almacenar residuos peligrosos:

- Incompatibles en los términos de la legislación
- En cantidades que rebasen la capacidad instalada de almacenamiento
- En áreas que no reúnan las condiciones previstas en los Impresos I-GPM10602-C y I-GPM10602-D.
- Por más de seis meses

Se realizará el almacenaje de los Residuos Peligrosos considerando sus características de incompatibilidad, las cuales se establecen en la NOM-054-SEMARNAT-1993.

Los contenedores se deberán identificar y etiquetar para el almacenaje de los residuos peligrosos, citando su contenido y características de riesgo, estos contenedores deberán estar en buenas condiciones, con su tapa; se identificará cada uno de los contenedores con su etiqueta correspondiente con:

- Datos del generador de Residuo Peligroso (razón social, dirección)
- Nombre del residuo peligroso (categoría, tipo, clave)
- Características de peligrosidad (CPR)
- Fecha de ingreso al almacén
- Trazabilidad del residuo peligroso en cada contenedor
- Se deberá contar con copia de las hojas de datos de los materiales peligrosos (MSDS) dentro del almacén temporal.

El almacenamiento de residuos peligrosos, debe cubrir condiciones básicas para los centros de acopio temporal. Al inicio del proyecto se deberá definir el establecimiento de un almacén de Residuos Peligrosos, según se especifique en la legislación ambiental y/o contractualmente; el cual comenzará a operar desde el momento en que estos se empiecen a generar.

Los almacenes temporales deberán cumplir con la legislación aplicable a los sitios de almacenamiento de Residuos Peligrosos. El almacén temporal podrá ser utilizado cuando

el proyecto genere un volumen tal que se encuentre en el intervalo de la categoría de Pequeño Generador (entre 450 kg y 10 t) principalmente.

Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.

Figura 8: Almacenaje de los Residuos Peligrosos



2.1.20.2 Recolección y transporte

2.1.20.2.1 Residuos peligrosos

Para la recolección y transporte de los residuos peligrosos se contratará a una empresa especializada y autorizada ante la SEMARNAT y la SCT. Esta deberá entregar los permisos vigentes, además de las autorizaciones del sitio de disposición final en donde se confinarán los residuos peligrosos.

La empresa responsable de la recolección de los residuos deberá entregar por cada evento, el Manifiesto de entrega, transporte y recepción correspondiente, así como la orden de embarque y el certificado de destino final correspondiente; el manifiesto deberá ser conservado durante cinco años. Adicionalmente deberá considerar lo siguiente:

- Verificar que los residuos peligrosos de que se trate, estén debidamente etiquetados e identificados, y en su caso, envasados y embalados
- Contar con un plan de contingencias y el equipo necesario para atender cualquier emergencia ocasionada por fugas, derrames o accidentes

- Contar con personal capacitado para la recolección y transporte de Residuos Peligrosos
- Solicitar al generador el original del manifiesto correspondiente al volumen de Residuos Peligrosos que vayan a transportarse, firmarlo y guardar las dos copias que del mismo le corresponden
- Observar las características de compatibilidad para el transporte de los Residuos Peligrosos
- Los residuos que contengan agentes infecciosos que les confieren peligrosidad no podrán ser transportarlos junto con ningún otro tipo de Residuo Peligroso.

2.1.20.3 Disposición final

2.1.20.3.1 Residuos sólidos no peligrosos

Al inicio del proyecto, el supervisor ambiental deberá identificar y ubicar si existe un relleno sanitario o tiradero municipal autorizado cerca del área de influencia donde se construirán las obras. En el caso de que dichas áreas existan y se encuentren alejadas y no se cuente con el servicio de recolección municipal o particular; será necesario trasladar los residuos en vehículos particulares, acondicionando un vehículo para evitar escurrimientos, malos olores, dispersión de basura con el aire, y deberán ser limpiados una vez concluida dicha actividad. Siempre que sea factible se deberá utilizar el servicio de recolección municipal o contratar un servicio particular. Para la disposición final de estos residuos se deberá contar con las autorizaciones o convenios realizados.

2.1.20.3.2 Residuos peligrosos

Una vez que los residuos peligrosos han sido transportados para disposición final, el prestador de servicios deberá entregar el manifiesto de cada disposición final y certificado correspondiente, mencionando si estos serán reutilizados, reciclados o para co-procesamiento por la empresa que ha dado disposición final.

2.1.20.4 Aviso de cierre como generadores

Una vez construido el proyecto, se elaborará el aviso por escrito de cierre o finalización del proceso constructivo que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso y la explicación correspondiente y se presentará a la Secretaría (SEMARNAT) en la delegación correspondiente al estado de Tlaxcala, con la siguiente información:

Como pequeños generadores de residuos peligrosos (este proyecto se tendría esta categoría durante el proceso constructivo) proporcionará:

- La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos;
- La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación;
- El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo;

- El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la central y drenajes de la instalación, y
- El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores.

Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta.

2.1.21 Personal requerido

Durante las etapas de preparación y construcción, con un aproximado de 300 empleos durante los 18 meses que dure el proceso de preparación del terreno y la construcción de la central. Alcanzando su pico más alto en la etapa más álgida de la construcción. Para la etapa de operación y mantenimiento, se calcula un aproximado de quince empleos.

3 VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULARIZACIÓN DE USO DE SUELO 44

3.1	LEGISLACIÓN FEDERAL.....	44
3.1.1	CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS	44
3.1.2	LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA)	48
3.1.2.1	Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.....	49
3.1.3	LEY GENERAL DE CAMBIO CLIMÁTICO	50
3.1.4	LEY GENERAL DE PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR)	51
3.1.4.1	Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	55
3.1.5	LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA.....	61
3.1.6	PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (2013-2018).....	63
3.1.7	PROGRAMA SECTORIAL DE ENERGÍA (2013-2018).....	68
3.1.8	ESTRATEGIA NACIONAL DE ENERGÍA 2014-2028	68
3.1.9	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT)	69
3.1.9.1	Regionalización ecológica.....	70
3.1.9.1.1	UAB 57 “Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)”	71
3.1.9.1.2	UAB 121 “Depresión de México”	76
3.2	LEGISLACIÓN ESTATAL	83
3.2.1	LEY DE ECOLOGÍA Y DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE DEL ESTADO DE TLAXCALA.	83
3.2.1.1	Reglamento de la Ley de Ecología en Materia de Prevención y Control de Contaminación Generada por Vehículos Automotores que Circulan en el Estado.	83
3.2.1.2	Reglamento de la Ley de Ecología en Materia de Residuos Sólidos No Peligrosos.	84
3.2.2	PLAN ESTATAL DE DESARROLLO TLAXCALA.....	84
3.2.3	ORDENAMIENTO ECOLÓGICO TERRITORIAL DEL ESTADO DE TLAXCALA	85
3.2.3.1	UGA 4	85
3.2.3.2	UGA 5	89
3.3	LEGISLACIÓN MUNICIPAL	94
3.3.1	PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO LOCAL DEL MUNICIPIO DE CALPULALPAN	94
3.3.2	PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO CALPULALPAN (2017-2021).....	95
3.3.3	BANDOS Y REGLAMENTOS MUNICIPALES	95

3.4	NORMAS OFICIALES MEXICANAS	95
3.4.1	ATMÓSFERA	95
3.4.2	SUELO Y SUBSUELO.....	96
3.4.3	RESIDUOS PELIGROSOS.....	97
3.4.4	RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL.....	97
3.5	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PRIORITARIAS A NIVEL FEDERAL, ESTATAL	
Y MUNICIPAL		98
3.5.1	ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS.....	98
3.5.2	ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN DE LAS AVES (AICAS)	98
3.5.3	SITIOS RAMSAR.....	99
3.5.4	UNIDADES DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA VIDA SILVESTRE (UMA)	99
3.5.5	REGIONES TERRESTRES PRIORITARIAS (RTP)	99
3.5.6	REGIONES HIDROLÓGICAS PRIORITARIAS (RHP)	100
3.6	CONCLUSIONES	101
3.6.1	FACTORES AMBIENTALES	101

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

Este capítulo tiene como objetivo analizar el grado de concordancia existente entre las características y alcances del proyecto Tlaxcala Solar con respecto a los instrumentos normativos en materia de planeación del desarrollo urbano, uso del suelo, normatividad y reglamentos aplicables en materia ambiental y de planeación, que regulan la ejecución de este tipo de obras. Para esto se identificó y analizó las fuentes de información vigentes de los diferentes instrumentos de planeación en los ámbitos federal, estatal y municipal. Así mismo, se identificaron los componentes y elementos ambientales relevantes para asegurar la sustentabilidad del área donde la central será ubicada.

3.1 Legislación Federal

3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

El documento legal fundamental de México es la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Se redactó originalmente en 1917 y ha evolucionado desde entonces. Los artículos 25, 27 y 28 contienen los principales aspectos que determinan el papel del Estado Mexicano en materia de recursos naturales en general y en particular de energía.

El **artículo 25** de la Constitución define el papel del Estado, al establecer que:

“Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante la competitividad, el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución. La competitividad se entenderá como el conjunto de condiciones necesarias para generar un mayor crecimiento económico, promoviendo la inversión y la generación de empleo”

Así mismo, expresa que:

“el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará al cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta Constitución” y que “al desarrollo económico nacional concurrirán, con responsabilidad social, el sector público, el sector social y el sector privado, sin menoscabo de otras formas de actividad económica que contribuyan al desarrollo de la Nación.”

Igualmente, puntualiza que el Estado:

“podrá participar por sí solo o con los sectores social y privado, de acuerdo con la ley, para impulsar y organizar las áreas prioritarias del desarrollo” y que “la ley alentará y protegerá la actividad económica que realicen los particulares y proveerá las condiciones para que el desenvolvimiento del sector privado contribuya al desarrollo económico nacional, promoviendo la competitividad e implementando una política nacional para el desarrollo industrial sustentable que incluya vertientes sectoriales y regionales, en los términos que establece esta Constitución”.

Por lo tanto, el Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande bajo criterios de equidad social y productividad. Así mismo, apoyará e impulsará a las empresas de los sectores social y privado, que estarán sujetas a las modalidades que dicte el interés

público y al uso de los recursos productivos con un manejo adecuado, encaminado a la conservación y respeto al ambiente. Con observación en el marco de libertades que otorga la Constitución.

El **artículo 27** determina que:

“la propiedad de las tierras y aguas comprendidas dentro de los límites del territorio nacional, corresponde originariamente a la Nación, la cual ha tenido y tiene el derecho de transmitir el dominio de ellas a los particulares, constituyendo la propiedad privada.” “Corresponde a la Nación el dominio directo de todos los recursos naturales de la plataforma continental y los zócalos submarinos de las islas”. ASÍ COMO “los combustibles minerales sólidos; el petróleo y todos los carburos de hidrógeno sólidos, líquidos o gaseosos.”

“En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para preservar y restaurar el equilibrio ecológico...”

Motivo por el que, cualquier obra o actividad que implique la afectación al medio ambiente, conlleva la necesidad de demostrar su viabilidad ambiental y, en su caso, la adopción de las medidas de prevención y control ambiental previstas en las disposiciones reglamentarias de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

El **artículo 28** señala que:

“En los Estados Unidos Mexicanos quedan prohibidos los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos en los términos y condiciones que fijan las leyes”; pero también puntualiza que “no constituirán monopolios las funciones que el Estado ejerza de manera exclusiva”

En áreas consideradas estratégicas, como petróleo y los demás hidrocarburos; petroquímica básica; minerales radioactivos y generación de electricidad, para lo cual “el Estado contará con los organismos y empresas que requiera para el eficaz manejo de las áreas estratégicas a su cargo y en las actividades de carácter prioritario donde, de acuerdo con las leyes, participe por sí o con los sectores social y privado.”

También establece que se “podrán otorgar subsidios a actividades prioritarias, cuando sean generales, de carácter temporal y no afecten sustancialmente las finanzas de la Nación.”

En cuanto al ambiente, la Constitución indica, en su **artículo 4º**, que:

“Toda persona tiene derecho a un ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho. El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley...”

En conjunto con las leyes decretadas en la Constitución Mexicana es importante atender lo dispuesto por las leyes locales, en virtud de que el Pacto Federal prevé la formulación de un marco normativo, en el que la concurrencia de las autoridades se encuentra implícita, tanto en materia de protección y conservación de los recursos naturales como en materia de aprovechamiento sustentable de los mismos. Para dicho efecto la Carta Magna, prevé lo siguiente:

Artículo 73. El Congreso tiene facultad: ...

Fracción XXIX-G. Para expedir leyes que establezcan la concurrencia del Gobierno Federal, de los gobiernos de los Estados y de los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, en materia de protección al ambiente y de preservación y restauración del equilibrio ecológico; ...

En ese sentido, cualquier actividad también debe de estar acorde a las disposiciones del régimen municipal, principalmente aquellas relacionadas con los usos del suelo, toda vez que, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, otorga plena jurisdicción a los Gobiernos Municipales sobre la regulación del uso del suelo municipal y las actividades humanas que se efectúan en su territorio. Lo anterior, de acuerdo a lo previsto en el siguiente dispositivo legal:

Artículo 115. ... los Estados adoptarán, para su régimen interior, la forma de gobierno republicano, representativo, popular, teniendo como base de su división territorial y de su organización política y administrativa el Municipio Libre, conforme a las bases siguientes: ...

Fracción V. Los Municipios, en los términos de las leyes Federales y Estatales relativas, estarán facultados para:

- a) Formular, aprobar y administrar la zonificación y planes de desarrollo urbano municipal;
- b) Participar en la creación y administración de sus reservas territoriales;
- c) Participar en la formulación de planes de desarrollo regional, los cuales deberán estar en concordancia con los planes generales de la materia. Cuando la Federación o los Estados elaboren proyectos de desarrollo regional deberán asegurar la participación de los municipios;
- d) Autorizar, controlar y vigilar la utilización del suelo, en el ámbito de su competencia, en sus jurisdicciones territoriales;
- e) Intervenir en la regularización de la tenencia de la tierra urbana;
- f) Otorgar licencias y permisos para construcciones;
- g) Participar en la creación y administración de zonas de reservas ecológicas y en la elaboración y aplicación de programas de ordenamiento en esta materia; Convenios internacionales y nacionales

Como parte del resultado de la reforma constitucional del año 2011, el **artículo 1º** de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos fue reformado para establecer que, *en los Estados Unidos Mexicanos todas las personas gozarán de los derechos humanos reconocidos en esta Constitución y en los tratados internacionales de los que el Estado Mexicano sea parte, así como de las garantías para su protección, cuyo ejercicio no podrá restringirse ni suspenderse, salvo en los casos y bajo las condiciones que esta Constitución establece.* Por lo tanto, la normatividad internacional aplicable en materia ambiental se torna relevante. A continuación se resaltan algunos instrumentos internacionales aplicables al presente trabajo:

Tratados Internacionales:

Tratados sobre Cambio Climático Global

Desde 1979, se han celebrado reuniones cuyo principal objetivo es el cambio climático y el ambiente. Una de las más importantes, fue la Segunda Cumbre de la Tierra (ONU), llevada a cabo en Río de Janeiro del 03 al 14 de junio de 1992. La importancia de esta reunión radica en el establecimiento de una alianza mundial para la cooperación entre los Estados, sectores clave y personas, para proteger la integridad del sistema ambiental y el desarrollo, poniendo énfasis en el cambio climático del planeta. Posteriormente se aprobó la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (1992), para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, cuyo órgano supremo es La COP (Conferencia de las Partes) con el objetivo de supervisar y examinar los convenios y negociaciones. Posteriormente en 2002 (Johannesburgo) se acordó la reducción de los gases, efectuando el Protocolo de Kioto y aumentando el uso de energías renovables (15%

para 2012). Posteriormente en 2010, se realiza una reunión en Cancún, México (COP 16), donde se reconocen oficialmente las propuestas de mitigación tanto en países desarrollados como en desarrollo (Nationally Appropriate Mitigation Actions: NAMA). En la COP 19, Varsovia 2013, se establece que todos los Estados deberán comunicar sus contribuciones en materia de reducción de GEIs.

México ha sido parte de esta historia, y ha firmado los acuerdos que comprometen a la reducción de GEIs y cuidado del ambiente. Al respecto, es importante señalar que las operaciones del proyecto Tlaxcala Solar, no se contraponen con lo dispuesto en el presente Tratado, toda vez que se pretende la reducción a nivel global de emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la generación de energía eléctrica por medio de fuentes alternas de energía.

Tratados sobre el agotamiento del ozono estratosférico

Con relación al tema del agotamiento del ozono estratosférico, también se han establecido una serie de acuerdos entre diversos países, incluyendo México. Uno de los acuerdos más importantes fue el Protocolo de Montreal con el fin de determinar qué tipo de sustancias eran las que causaban el agotamiento de la capa de ozono. Se negoció en 1987, entró en vigor el 1º de enero de 1989, y se ha ido analizando y modificando en diversas reuniones, hasta 1999. Si todos los países cumplen con los objetivos, la capa de ozono se podría recuperar en 2050. El proyecto Tlaxcala Solar, no producirá ninguna de las sustancias agotadoras de la capa de ozono.

Tratados sobre comercio, industria y medio ambiente

En este caso se incluyó el Capítulo Ambiental del Tratado Libre Comercio de América del Norte (TLCAN) ya que se deben de evaluar todas y cada una de las posibles afectaciones, tanto a corto, como a mediano y largo plazo, para evitar que las actividades comerciales e industriales del ser humano degraden el planeta. Tlaxcala Solar está diseñada para acatar con cabalidad los criterios de cumplimiento ambiental que fueron pactados en el TLCAN, en virtud de que su construcción y operación está planeada con estricto apego al marco normativo ambiental de México.

Tratados sobre manejo de residuos peligrosos transfronterizos

Desde el 27 de mayo de 2005, entró en vigor el Convenio de Basilea sobre el control de los movimientos transfronterizos de los desechos peligrosos y su eliminación, donde estipula que éstos deberán ser compatibles con la protección de la salud humana y del ambiente. La central prevé tanto en su etapa de construcción como en la de operación, el adecuado manejo de todos los residuos que generará. Es importante notar que Tlaxcala Solar no exportará ni importará residuos peligrosos en ningún momento ni en alguna de sus etapas.

Protocolo de Kioto

Las operaciones industriales de Tlaxcala Solar no se contraponen con lo dispuesto en dicho Protocolo ni con las Convenciones de Sus Partes en la materia (COP21). Se utilizará tecnología con los más elevados estándares de calidad en cuanto a control de emisiones contaminantes a la atmósfera se refiere. Adicionalmente, el proyecto mismo representa un esfuerzo para disminuir las emisiones a la atmósfera asociadas a la generación de energía

eléctrica para satisfacer el consumo energético de la zona industrial en donde se propone su instalación.

Cabe señalar que a través del cumplimiento de las disposiciones legales ambientales vigentes en México, se dará pleno cumplimiento a lo dispuesto en cada uno de los tratados internacionales vigentes, ya que la normatividad internacional aplicable al proyecto en materia de impacto ambiental, prevención, control de la contaminación y aprovechamiento de los recursos naturales, resulta congruente con los compromisos contraídos con la comunidad internacional en éste sentido. Los cuales a su vez, están contemplados e integrados en la legislación ambiental mexicana vigente, la cual será respetada estrictamente durante la ejecución de las diferentes etapas del proyecto Tlaxcala Solar.

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

Está orientada a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente en el territorio nacional y las zonas sobre las que la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones tienen por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para, entre otros, el aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles tanto la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas.

Tlaxcala Solar se vincula con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, con los lineamientos establecidos en la Sección V, referente a la Evaluación de Impacto Ambiental, en donde, de acuerdo con el artículo 28, se define como: el procedimiento a través del cual, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras o actividades que pueden causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidas en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente, preservar, y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el reglamento correspondiente, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las obras o actividades que se indican, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental por parte de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Preliminarmente se estudiará la viabilidad ambiental del proyecto tomando en cuenta lo previsto en las fracciones que inciden de alguna manera en la realización del proyecto.

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 alguno 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.

Cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas en los términos de la presente Ley, la manifestación deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente.

El presente documento demuestra que el proyecto, da cabal cumplimiento a lo dispuesto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, ya que uno de los principales propósitos de la ley, es el de normar la operatividad de las empresas, incluyendo los proyectos de la industria eléctrica, para que exista un verdadero desarrollo ambiental programado, fundado en un proceso evaluable mediante criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social que tiendan a mejorar la calidad de vida y la productividad de las personas, mediante la aplicación de medidas apropiadas de preservación del equilibrio ecológico, protección al ambiente y aprovechamiento de recursos naturales; fortaleciendo siempre las políticas, programas, normas y acciones destinadas a mejorar el ambiente, a prevenir y controlar su deterioro.

La empresa promovente de Tlaxcala Solar, debidamente constituida con base en las disposiciones legales vigentes, asume su responsabilidad adoptando medidas para evitar el deterioro del ambiente; y mediante el presente documento, dar a conocer un análisis serio, claro y profesional de las acciones proyectadas para desarrollar de manera eficiente la actividad que nos ocupa, detectando los posibles riesgos que ésta representa y aportando medidas técnicas preventivas, correctivas y de seguridad, tendientes a mitigar, reducir o evitar los posibles efectos adversos que pudieran causar al ambiente en caso de un posible accidente.

3.1.2.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Establece en el **artículo 5º**, inciso K, que quienes pretendan llevar a cabo actividades relacionadas con la industria eléctrica requieren de la autorización de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en materia de Impacto Ambiental. Así también, en el **artículo 9º** se indica que los promoventes deberán presentar ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que esta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita la autorización.

De acuerdo a las características del proyecto se presentará ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales una Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Particular, cuyos lineamientos están establecidos por el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en sus artículos del 12 al 28.

K) Industria eléctrica:

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

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

III. Obras de transmisión y subtransmisión eléctrica, y

IV. Plantas de cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica mayores a 3 MW.

Las obras a que se refieren las fracciones II a III anteriores no requerirán autorización en materia de impacto ambiental cuando pretendan ubicarse en áreas urbanas, suburbanas, de equipamiento urbano o de servicios, rurales, agropecuarias, industriales o turísticas.

El presente documento reconoce al proyecto Tlaxcala Solar como una central de autoabastecimiento de energía eléctrica con una capacidad mayor a 150 MW (potencia nominal de 150 MW) por lo que su vinculación con el Reglamento aquí descrito, consiste en la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental ante la Secretaría para el proceso de evaluación de la misma, considerando, que por su naturaleza, ésta pueda ser considerada como una actividad de jurisdicción federal.

3.1.3 Ley General de Cambio Climático

Tlaxcala Solar representa 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. De esta manera, se puede identificar la compatibilidad que existe entre el desarrollo del proyecto y lo establecido por la Ley General de Cambio Climático, como se expone a continuación:

Artículo 2. *Esta Ley tiene por objeto:*

I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero;

II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma;

III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático;

IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno;

V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático;

VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, y

VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

Se vincula al proyecto en lo siguiente:

Capítulo III, Mitigación

Artículo 33. *Los objetivos de las políticas públicas para la mitigación son:*

III. Promover de manera gradual la sustitución del uso y consumo de los combustibles fósiles por fuentes renovables de energía, así como la generación de electricidad a través del uso de fuentes renovables de energía;

IV. Promover prácticas de eficiencia energética, el desarrollo y uso de fuentes renovables de energía y la transferencia y desarrollo de tecnologías bajas en carbono, particularmente en bienes muebles e inmuebles de dependencias y entidades de la administración pública federal centralizada y paraestatal, de las entidades federativas y de los municipios;

Artículo 34. *Para reducir las emisiones, las dependencias y entidades de la administración pública federal, las Entidades Federativas y los Municipios, en el ámbito de su competencia,*

promoverán el diseño y la elaboración de políticas y acciones de mitigación asociadas a los sectores correspondientes, considerando las disposiciones siguientes:

- a) Fomentar prácticas de eficiencia energética y promover el uso de fuentes renovables de energía; así como la transferencia de tecnología de bajas en emisiones de carbono, de conformidad con la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento para la Transición Energética.*
- b) Desarrollar y aplicar incentivos a la inversión tanto pública como privada en la generación de energía eléctrica proveniente de fuentes renovables y tecnologías de cogeneración eficiente. Dichos incentivos se incluirán en la Estrategia Nacional, la Estrategia Nacional de Energía, la Prospectiva del Sector Eléctrico y en el Programa Sectorial de Energía.*

Tlaxcala Solar, por su naturaleza, diseño y tecnología utilizada, es una fuente de energía renovable (solar) y no generará emisiones a la atmósfera, de acuerdo a lo establecido por la presente ley.

3.1.4 Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR)

La vinculación con el proyecto parte de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que se generarán tanto en la etapa inicial de construcción, como en la de su operación; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. Se señalan las obligaciones del generador de acuerdo al volumen de generación anual, así como los lineamientos para su manejo integral.

Artículo 5.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:

XXX. Residuos de Manejo Especial: Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos;

XXXI. Residuos Incompatibles: Aquellos que al entrar en contacto o al ser mezclados con agua u otros materiales o residuos, reaccionan produciendo calor, presión, fuego, partículas, gases o vapores dañinos;

XXXII. Residuos Peligrosos: Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley;

XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos: Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, siempre que no sean considerados por esta Ley como residuos de otra índole;

Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

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:

- I. Residuos de las rocas o los productos de su descomposición que sólo puedan utilizarse para la fabricación de materiales de construcción o se destinen para este fin, así como los productos derivados de la descomposición de las rocas, excluidos de la competencia federal conforme a las fracciones IV y V del artículo 5 de la Ley Minera;*
- V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;*

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

Artículo 21.- Con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo:

I. La forma de manejo;

II. La cantidad;

III. La persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos;

IV. La capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento;

V. La biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación;

VI. La duración e intensidad de la exposición, y

VII. La vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

Artículo 26.- Las entidades federativas y los municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, deberán elaborar e instrumentar los programas locales para la prevención y gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, de conformidad con esta Ley, con el Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de Residuos y demás disposiciones aplicables. Dichos programas deberán contener al menos lo siguiente:

I. El diagnóstico básico para la gestión integral de residuos de su competencia, en el que se precise la capacidad y efectividad de la infraestructura disponible para satisfacer la demanda de servicios;

II. La política local en materia de residuos sólidos urbanos y de manejo especial;

III. La definición de objetivos y metas locales para la prevención de la generación y el mejoramiento de la gestión de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, así como las estrategias y plazos para su cumplimiento;

IV. Los medios de financiamiento de las acciones consideradas en los programas;

V. Los mecanismos para fomentar la vinculación entre los programas municipales correspondientes, a fin de crear sinergias, y

VI. La asistencia técnica que en su caso brinde la Secretaría.

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

I. 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;

II. Los generadores de los residuos peligrosos a los que se refieren las fracciones XII a XV del artículo 31 y de aquellos que se incluyan en las normas oficiales mexicanas correspondientes,

III. Los grandes generadores y los productores, importadores, exportadores y distribuidores de los productos que al desecharse se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo de conformidad con las normas oficiales mexicanas correspondientes [...].

Artículo 30.- La determinación de residuos que podrán sujetarse a planes de manejo se llevará a cabo con base en los criterios siguientes y los que establezcan las normas oficiales mexicanas:

I. Que los materiales que los componen tengan un alto valor económico;

II. Que se trate de residuos de alto volumen de generación, producidos por un número reducido de generadores;

III. Que se trate de residuos que contengan sustancias tóxicas persistentes y bioacumulables,

IV. Que se trate de residuos que representen un alto riesgo a la población, al ambiente o a los recursos naturales.

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;

VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo;

X. Compuestos orgánicos persistentes como los bifenilos policlorados;

XI. Lodos de perforación base aceite, provenientes de la extracción de combustibles fósiles y lodos provenientes de plantas de tratamiento de aguas residuales cuando sean considerados como peligrosos;

La Secretaría determinará, conjuntamente con las partes interesadas, otros residuos peligrosos que serán sujetos a planes de manejo, cuyos listados específicos serán incorporados en la norma oficial mexicana que establece las bases para su clasificación.

Artículo 33.- *Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos; y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos, de conformidad con lo dispuesto en esta Ley y según lo determinen su Reglamento y demás ordenamientos que de ella deriven. En caso de que los planes de manejo planteen formas de manejo contrarias a esta Ley y a la normatividad aplicable, el plan de manejo no deberá aplicarse.*

Artículo 40.- *Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.*

En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.

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 43.- *Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.*

Artículo 44.- *Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías:*

I. Grandes generadores;

II. Pequeños generadores, y

III. Microgeneradores.

Artículo 45.- *Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.*

En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.

Artículo 46.- *Los grandes generadores de residuos peligrosos, están obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin se establezcan*

en el Reglamento de la presente Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Artículo 54.- Se deberá evitar la mezcla de residuos peligrosos con otros materiales o residuos para no contaminarlos y no provocar reacciones, que puedan poner en riesgo la salud, el ambiente o los recursos naturales. La Secretaría establecerá los procedimientos a seguir para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo.

Artículo 55.- La Secretaría determinará en el Reglamento y en las normas oficiales mexicanas, la forma de manejo que se dará a los envases o embalajes que contuvieron residuos peligrosos y que no sean reutilizados con el mismo fin ni para el mismo tipo de residuo, por estar considerados como residuos peligrosos.

Asimismo, los envases y embalajes que contuvieron materiales peligrosos y que no sean utilizados con el mismo fin y para el mismo material, serán considerados como residuos peligrosos, con excepción de los que hayan sido sujetos a tratamiento para su reutilización, reciclaje o disposición final.

En ningún caso, se podrán emplear los envases y embalajes que contuvieron materiales o residuos peligrosos, para almacenar agua, alimentos o productos de consumo humano o animal.

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.

Artículo 68.- Quienes resulten responsables de la contaminación de un sitio, así como de daños a la salud como consecuencia de ésta, estarán obligados a reparar el daño causado, conforme a las disposiciones legales correspondientes.

Toda persona física o moral que, directa o indirectamente, contamine un sitio u ocasione un daño o afectación al ambiente como resultado de la generación, manejo o liberación, descarga, infiltración o incorporación de materiales o residuos peligrosos al ambiente, será responsable y estará obligada a su reparación y, en su caso, a la compensación correspondiente, de conformidad a lo previsto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 69.- Las personas responsables de actividades relacionadas con la generación y manejo de materiales y residuos peligrosos que hayan ocasionado la contaminación de sitios con éstos, están obligadas a llevar a cabo las acciones de remediación conforme a lo dispuesto en la presente Ley y demás disposiciones aplicables.

La gestión y manejo de los residuos será realizada observando lo establecido por la LGPGIR (que se analiza en el siguiente apartado), así como a las normas oficiales mexicanas aplicables con el objetivo de dar cumplimiento durante cada una de las etapas descritas en el presente estudio. Por lo tanto, en el capítulo correspondiente de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se describen las medidas de mitigación y programas ambientales propuestos para asegurar el cumplimiento de la ley y su reglamento correspondiente durante el tiempo de vida del proyecto Tlaxcala Solar.

Es importante tener en cuenta que la planeación de la central considera el proyecto como una actividad generadora de residuos peligrosos en la categoría de Pequeño Generador, lo cual implica una generación menor a diez toneladas anuales. Por lo tanto, Tlaxcala Solar observará las disposiciones establecidas para esta categoría de generación. En caso de que el proyecto, por sus dimensiones y naturaleza, genere una mayor cantidad de residuos peligroso y tenga que ser considerado en la categoría de Gran Generador, el promovente

realizará las acciones necesarias para dar cumplimiento a las disposiciones según la nueva categoría.

3.1.4.1 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Se vincula con el proyecto en cuanto a la identificación, y manejo integral de los residuos peligrosos durante las etapas de preparación del sitio y construcción, y operación y mantenimiento.

Artículo 16.- Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades:

I. Atendiendo a los sujetos que intervienen en ellos, podrán ser:

- a) Privados, los instrumentados por los particulares que conforme a la Ley se encuentran obligados a la elaboración, formulación e implementación de un plan de manejo de residuos, o*
- b) Mixtos, los que instrumenten los señalados en el inciso anterior con la participación de las autoridades en el ámbito de sus competencias.*

II. Considerando la posibilidad de asociación de los sujetos obligados a su formulación y ejecución, podrán ser:

- a) Individuales, aquéllos en los cuales sólo un sujeto obligado establece en un único plan, el manejo integral que dará a uno, varios o todos los residuos que genere, o*
- b) Colectivos, aquéllos que determinan el manejo integral que se dará a uno o más residuos específicos y el cual puede elaborarse o aplicarse por varios sujetos obligados.*

III. Conforme a su ámbito de aplicación, podrán ser:

- a) Nacionales, cuando se apliquen en todo el territorio nacional;*
- b) Regionales, cuando se apliquen en el territorio de dos o más estados o el Distrito Federal, o de dos o más municipios de un mismo estado o de distintos estados, y*
- c) Locales, cuando su aplicación sea en un solo estado, municipio o el Distrito Federal.*

IV. Atendiendo a la corriente del residuo.

Artículo 20.- Los sujetos que, conforme a la Ley, estén obligados a la elaboración de planes de manejo podrán implementarlos mediante la suscripción de los instrumentos jurídicos que estimen necesarios y adecuados para fijar sus responsabilidades. En este caso, sin perjuicio de lo pactado por las partes, dichos instrumentos podrán contener lo siguiente:

- I. Los residuos objeto del plan de manejo, así como la cantidad que se estima manejar de cada uno de ellos;*
- II. La forma en que se realizará la minimización de la cantidad, valorización o aprovechamiento de los residuos;*
- III. Los mecanismos para que otros sujetos obligados puedan incorporarse a los planes de manejo, y*
- IV. Los mecanismos de evaluación y mejora del plan de manejo.*

Artículo 21.- Para el cumplimiento del principio de valorización y aprovechamiento de los residuos a que se refiere la fracción II del artículo anterior, se podrá transmitir la propiedad de los mismos, a título oneroso o gratuito, para ser utilizados como insumo o materia prima en otro proceso productivo y podrán considerarse como subproductos cuando la transmisión de propiedad se encuentre documentada e incluida en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría. Los residuos podrán ser valorizados cuando se incorporen al proceso que los generó y ello sea incluido en el plan de manejo que se haya registrado ante la Secretaría.

Artículo 24.- Las personas que conforme a lo dispuesto en la Ley deban registrar ante la Secretaría los planes de manejo de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

- I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría, a través del sistema establecido para ese efecto, la siguiente información:*
 - a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante, nombre de su representante legal;*
 - b) Modalidad del plan de manejo;*
 - c) Residuos peligrosos objeto del plan, especificando sus características físicas, químicas o biológicas y el volumen estimado de manejo;*

d) Formas de manejo, y
e) Nombre, denominación o razón social de los responsables de la ejecución del plan de manejo. Cuando se trate de un plan de manejo colectivo, los datos a que se refiere el inciso a) de la presente fracción corresponderán a los de la persona que se haya designado en el propio plan de manejo para tramitar su registro.

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, como archivos de imagen u otros análogos, los siguientes documentos:

- a) Identificación oficial o documento que acredite la personalidad del representante legal;
- b) Documento que contenga el plan de manejo, y
- c) Instrumentos que hubieren celebrado en términos de lo establecido en el artículo 20 de este Reglamento.

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el plan de manejo correspondiente.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

Si el interesado no cuenta con los medios electrónicos para solicitar el registro a que se refiere el presente artículo, podrá presentarse en las oficinas de la Secretaría para cumplir con su trámite. El procedimiento previsto en el presente artículo aplicará también cuando los interesados pretendan modificar un plan de manejo registrado. En este caso, será necesario que indiquen solamente el número de registro que les fue asignado con anterioridad.

Artículo 27.- Podrán sujetarse a condiciones particulares de manejo los siguientes residuos peligrosos:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II. Los listados por fuente específica y no específica en la norma oficial mexicana correspondiente, siempre y cuando, como resultado de la modificación de procesos o de materia prima, cambien las características por las cuales fueron listados, y
- III. Los que, conforme a dicha norma, se clasifiquen por tipo y se sujeten expresamente a dichas condiciones.

Artículo 28.- Los generadores de los residuos señalados en el artículo anterior podrán proponer a la Secretaría por escrito, las condiciones particulares de manejo por instalación, proceso o tipo de residuo.

Para este efecto, describirán en su propuesta el proceso, la corriente del residuo, su caracterización, la propuesta de manejo y los argumentos que justifiquen la condición particular. La Secretaría dispondrá de treinta días hábiles para resolver sobre las condiciones particulares de manejo propuestas.

La aprobación o determinación de condiciones particulares de manejo no modifica o cancela la clasificación de un residuo como peligroso.

Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:
 - a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos, y
 - b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados. Los residuos peligrosos listados por alguna condición de corrosividad, reactividad, explosividad e inflamabilidad señalados en la fracción II inciso a) de este artículo, se considerarán peligrosos, sólo si exhiben las mencionadas características en el punto de generación, sin perjuicio de lo previsto en otras disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 37.- La determinación de un residuo como peligroso, basada en el conocimiento empírico del generador, aplica para aquellos residuos derivados de procesos o de la mezcla de residuos peligrosos con cualquier otro material o residuo.

Si con base en el conocimiento empírico de su residuo, el generador determina que alguno de sus residuos no es peligroso, ello no lo exime del cumplimiento de las disposiciones jurídicas que resulten aplicables.

Artículo 38.- Aquellos materiales en unidades de almacenamiento de materia prima, intermedias y de producto terminado, así como las de proceso productivo, que son susceptibles de considerarse residuo peligroso, no se caracterizarán mientras permanezcan en ellas.

Cuando estos materiales no sean reintegrados a su proceso productivo y se desechen, deberán ser caracterizados y se considerará que el residuo peligroso ha sido generado y se encuentra sujeto a regulación.

Artículo 39.- Cuando exista una mezcla de residuos listados como peligrosos o caracterizados como tales por su toxicidad, con otros residuos, aquélla será peligrosa.

Cuando dentro de un proceso se lleve a cabo una mezcla de residuos con otros caracterizados como peligrosos, por su corrosividad, reactividad, explosividad o inflamabilidad, y ésta conserve dichas características, será considerada residuo peligroso sujeto a condiciones particulares de manejo.

Artículo 40.- La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.

Los residuos peligrosos que se encuentren mezclados en lodos derivados de plantas de tratamiento autorizados por la autoridad competente, deberán de caracterizarse y cumplir las condiciones particulares de descarga que les sean fijadas y las demás disposiciones jurídicas de la materia. En la norma oficial mexicana se determinarán aquellos residuos que requieran otros requisitos de caracterización adicionales de acuerdo a su peligrosidad.

Los residuos peligrosos generados por las actividades de dragado para la construcción y el mantenimiento de puertos, dársenas, ríos, canales, presas y drenajes serán manejados de acuerdo a las normas oficiales mexicanas que al efecto se expidan.

Los residuos peligrosos provenientes de la industria minero-metalúrgica y aquéllos integrados en lodos y aguas residuales, se regularán en las normas oficiales mexicanas correspondientes.

Artículo 42.- Atendiendo a las categorías establecidas en la Ley, los generadores de residuos peligrosos son:

I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;

II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida, y

III. Microgenerador: el establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida.

Los generadores que cuenten con plantas, instalaciones, establecimientos o filiales dentro del territorio nacional y en las que se realice la actividad generadora de residuos peligrosos, podrán considerar los residuos peligrosos que generen todas ellas para determinar la categoría de generación.

Artículo 43.- Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento:

I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información:

- a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante;*
- b) Nombre del representante legal, en su caso;*
- c) Fecha de inicio de operaciones;*
- d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal;*
- e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad;*
- f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y*
- g) Cantidad anual estimada de generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro;*

II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y

III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada.

En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.

En tanto se suscriben los convenios a que se refieren los artículos 12 y 13 de la Ley, los microgeneradores de residuos se registrarán ante la Secretaría conforme al procedimiento previsto en el presente artículo.

Artículo 46.- *Los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos deberán:*

I. Identificar y clasificar los residuos peligrosos que generen;

II. Manejar separadamente los residuos peligrosos y no mezclar aquéllos que sean incompatibles entre sí, en los términos de las normas oficiales mexicanas respectivas, ni con residuos peligrosos reciclables o que tengan un poder de valorización para su utilización como materia prima o como combustible alterno, o bien, con residuos sólidos urbanos o de manejo especial;

III. Envasar los residuos peligrosos generados de acuerdo con su estado físico, en recipientes cuyas dimensiones, formas y materiales reúnan las condiciones de seguridad para su manejo conforme a lo señalado en el presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes;

IV. Marcar o etiquetar los envases que contienen residuos peligrosos con rótulos que señalen nombre del generador, nombre del residuo peligroso, características de peligrosidad y fecha de ingreso al almacén y lo que establezcan las normas oficiales mexicanas aplicables;

V. Almacenar adecuadamente, conforme a su categoría de generación, los residuos peligrosos en un área que reúna las condiciones señaladas en el artículo 82 del presente Reglamento y en las normas oficiales mexicanas correspondientes, durante los plazos permitidos por la Ley;

VI. Transportar sus residuos peligrosos a través de personas que la Secretaría autorice en el ámbito de su competencia y en vehículos que cuenten con carteles correspondientes de acuerdo con la normatividad aplicable;

VII. Llevar a cabo el manejo integral correspondiente a sus residuos peligrosos de acuerdo con lo dispuesto en la Ley, en este Reglamento y las normas oficiales mexicanas correspondientes;

VIII. Elaborar y presentar a la Secretaría los avisos de cierre de sus instalaciones cuando éstas dejen de operar o cuando en las mismas ya no se realicen las actividades de generación de los residuos peligrosos, y

IX. Las demás previstas en este Reglamento y en otras disposiciones aplicables.

Las condiciones establecidas en las fracciones I a VI rigen también para aquellos generadores de residuos peligrosos que operen bajo el régimen de importación temporal de insumos.

Artículo 71.- *Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán:*

I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos:

- a) Nombre del residuo y cantidad generada;*
- b) Características de peligrosidad;*

- c) Área o proceso donde se generó;
- d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos;
- e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior;
- f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se encomiende el manejo de dichos residuos, y
- g) Nombre del responsable técnico de la bitácora.

La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año...

Artículo 75.- La información y documentación que conforme a la Ley y el presente Reglamento deban conservar los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos y los prestadores de servicios de manejo de este tipo de residuos se sujetará a lo siguiente:

- I. Las bitácoras de los grandes y pequeños generadores se conservarán durante cinco años;
- II. El generador y los prestadores de servicios de manejo conservarán el manifiesto durante un periodo de cinco años contados a partir de la fecha en que hayan suscrito cada uno de ellos. Se exceptúa de lo anterior a los prestadores de servicios de disposición final, quienes deberán conservar la copia que les corresponde del manifiesto por el término de responsabilidad establecido en el artículo 82 de la Ley;
- III. El generador debe conservar los registros de los resultados de cualquier prueba, análisis u otras determinaciones de residuos peligrosos durante cinco años, contados a partir de la fecha en que hubiere enviado los residuos al sitio de tratamiento o de disposición final, y

Artículo 82.- Las áreas de almacenamiento de residuos peligrosos de pequeños y grandes generadores, así como de prestadores de servicios deberán cumplir con las condiciones siguientes, además de las que establezcan las normas oficiales mexicanas para algún tipo de residuo en particular:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenen residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;
- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;

- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,
- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

Artículo 87.- Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envasados originalmente, siempre y cuando dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos.

Artículo 88.- La Secretaría expedirá las normas oficiales mexicanas que establezcan los criterios y procedimientos técnicos para determinar la incompatibilidad entre un residuo peligroso y otro material o residuo, con la finalidad de evitar mezclas. En tanto no se expidan esas normas oficiales mexicanas, los interesados podrán efectuar los análisis correspondientes para determinar dicha incompatibilidad conforme a la Ley Federal de Metrología y Normalización.

Artículo 154.- La Secretaría, por conducto de la Procuraduría, realizará los actos de inspección y vigilancia a que se refiere el artículo 101 de la Ley, así como los relativos al cumplimiento de las disposiciones contenidas en el presente ordenamiento y las que del mismo se deriven, e impondrá las medidas de seguridad, correctivas o de urgente aplicación y sanciones que resulten procedentes.

La Procuraduría podrá realizar verificaciones documentales para confrontar la información contenida en los planes de manejo, las autorizaciones expedidas por la Secretaría y los informes anuales que rindan los generadores y los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, para tal fin, revisará la información que obre en los archivos de la Secretaría.

Así mismo, podrá solicitar en cualquier momento la información referente a los balances de residuos peligrosos para su cotejo con la información presentada por el generador, la empresa prestadora de servicios a terceros, el transportista o el destinatario, con el propósito de comprobar que se realiza un adecuado manejo de los residuos peligrosos.

Durante la construcción y operación de la central, se dará cumplimiento a las disposiciones anteriormente referidas, por lo que hace a los residuos peligrosos y de manejo especial que resultan; sin embargo, se contemplan las acciones de gestión ambiental que se ejecutan durante la operación del mismo, para asegurar el cabal cumplimiento de la normatividad en la materia.

Es importante notar que, de acuerdo a los parámetros de diseño del proyecto, se ha determinado que la generación de residuos peligrosos durante las distintas etapas corresponderá a un volumen de Pequeño Generador, por lo que el proyecto realizará la gestión de los residuos peligrosos de acuerdo a los lineamientos para este tipo de generación, incluyendo la separación adecuada de estos residuos y los residuos de manejo

especial y sólidos urbanos que se generen a su vez durante el proyecto. Los residuos de manejo especial y sólidos urbanos serán manejados y dispuestos de acuerdo a los lineamientos de los estatutos estatales y locales vigentes en la materia para el sitio donde se desarrollará el proyecto.

3.1.5 Ley de la Industria Eléctrica

Se reitera que, en el marco legal vigente en México se reconoce al aprovechamiento de la radiación solar como energía limpia. Consecuentemente, dicha tecnología tiene derecho a recibir los beneficios otorgados en la legislación. A su vez, el aprovechamiento de la radiación solar recibe también los beneficios que se reconocen a las energías renovables en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Tlaxcala Solar es considerada por la Ley de la Industria Eléctrica (2014), según su definición, como una fuente de Energía Limpia:

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

b) La radiación solar, en todas sus formas;

Al ser un proyecto para la generación de energía eléctrica, el desarrollo del mismo está sujeto directamente a la elaboración y presentación de un estudio de impacto social para el desarrollo de sus actividades. Dicho estudio será elaborado bajo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Energía (SENER) y su presentación ante la autoridad será realizada en tiempo y forma para el desarrollo de su evaluación y autorización correspondiente.

Artículo 117.- *Los proyectos de infraestructura de los sectores público y privado en la industria eléctrica atenderán los principios de sostenibilidad y respeto de los derechos humanos de las comunidades y pueblos de las regiones en los que se pretendan desarrollar.*

Artículo 120.- *Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica deberán presentar a la Secretaría una evaluación de impacto social que deberá contener la identificación, caracterización, predicción y valoración de los impactos sociales que podrían derivarse de sus actividades, así como las medidas de mitigación correspondientes. La Secretaría emitirá el resolutive y recomendaciones que correspondan, en los términos que señalen los reglamentos de esta Ley.*

Artículo 86.- *Los interesados en obtener permisos o autorizaciones para desarrollar proyectos en la industria eléctrica incluidos los relativos a la prestación del Servicio Público de Transmisión y Distribución de Energía Eléctrica deberán presentar a la Secretaría la evaluación de impacto social a que se refiere el artículo 120 de la Ley, noventa días antes de su intención de iniciar las negociaciones con los propietarios o poseedores de los terrenos donde se pretenda ubicar el proyecto de que se trate.*

Se otorgarán los permisos para el desarrollo de proyectos de la industria eléctrica una vez que se presente la evaluación de impacto social.

Artículo 87.- *La evaluación de impacto social deberá presentarse en un documento de acuerdo con la guía y el formato que establezca la Secretaría. La responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a los interesados para obtener permisos o autorizaciones.*

La evaluación de impacto social contendrá la identificación de los pueblos y comunidades indígenas que se ubican en el área de influencia directa e indirecta del proyecto. La Secretaría

emitirá las disposiciones administrativas que contendrán la metodología para la definición del área de influencia directa e indirecta en los proyectos de desarrollo de la industria eléctrica.

La evaluación de Impacto Social contendrá la identificación, caracterización, predicción, y valoración de los impactos sociales positivos y negativos que podrían derivarse del proyecto. Deberán incluir las medidas de prevención y mitigación, así como los planes de gestión social, propuestos por los interesados en desarrollar el proyecto de la industria eléctrica.

La Secretaría emitirá la resolución y las recomendaciones que correspondan a la evaluación del impacto social en un plazo de noventa días naturales, contado a partir de la presentación de dicha evaluación.

La Secretaría emitirá un resolutivo y recomendaciones que corresponda en los términos que se hace referencia en el párrafo anterior.

En el supuesto de que la evaluación de impacto social no satisfaga lo dispuesto en la guía a que se refiere este artículo, la Secretaría prevendrá al interesado para que en un plazo de veinte días hábiles, contado a partir del día siguiente al que reciba dicha prevención, subsane las omisiones.

La prevención suspenderá el plazo a que se refiere el párrafo anterior, hasta en tanto no se subsane las omisiones.

La presente Ley establece las obligaciones y proceso de cumplimiento necesario para la acreditación del Certificado de Energía Limpia, misma que ha sido considerada durante la planeación del proyecto Tlaxcala Solar y que se realizará de acuerdo a lo establecido en la materia para la etapa de operación del proyecto.

Artículo 121.- *La Secretaría implementará mecanismos que permitan cumplir la política en materia de diversificación de fuentes de energía, seguridad energética y la promoción de fuentes de Energías Limpias. La Secretaría establecerá las obligaciones para adquirir Certificados de Energías Limpias e instrumentará los demás mecanismos que se requieran para dar cumplimiento a la política en la materia, y podrá celebrar convenios que permitan su homologación con los instrumentos correspondientes de otras jurisdicciones.*

Artículo 122.- *Los requisitos para adquirir Certificados de Energías Limpias se establecerán como una proporción del total de la Energía Eléctrica consumida en los Centros de Carga.*

Artículo 123.- *Los Suministradores, los Usuarios Calificados Participantes del Mercado y los Usuarios Finales que se suministren por el abasto aislado, así como los titulares de los Contratos de Interconexión Legados que incluyan Centros de Carga, sean de carácter público o particular, estarán sujetos al cumplimiento de las obligaciones de Energías Limpias en los términos establecidos en esta Ley.*

Artículo 124.- *En el primer trimestre de cada año calendario, la Secretaría establecerá los requisitos para la adquisición de Certificados de Energías Limpias a ser cumplidos durante los tres años posteriores a la emisión de dichos requisitos, pudiendo establecer requisitos para años adicionales posteriores. Una vez establecidos los requisitos para un año futuro, no se reducirán.*

Artículo 125.- *La regulación aplicable permitirá que estos certificados sean negociables, fomentará la celebración de Contratos de Cobertura Eléctrica a largo plazo que incluyan Certificados de Energías Limpias y podrá permitir el traslado de certificados excedentes o faltantes entre periodos y establecer cobros por realizar dicho traslado a fin de promover la estabilidad de precios.*

A su vez, la regulación permitirá la adquisición, circulación y compraventa de los Certificados de Energías Limpias y los Contratos de Cobertura Eléctrica relativos a ellos por personas que no sean Participantes de Mercado.

Tlaxcala Solar se vincula con la ley mencionada en esta apartado, mediante la elaboración de una Evaluación de Impacto Social previo al desarrollo del mismo, y durante la etapa de operación de éste, a mantener un estatus de Certificado como Energía Limpia.

3.1.6 Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018)

Con la finalidad de establecer la condición legal en materia de impacto ambiental y de uso del suelo para el proyecto Tlaxcala Solar, se realizó el análisis de diversos documentos de planeación y normativos del Estado Mexicano a nivel federal, así como de información cartográfica que se ha generado sobre el tema en las diferentes instancias estatales y municipales.

Con respecto al sector eléctrico, la empresa promovente y el proyecto propuesto son congruentes con las estrategias, establecidas en el Programa Nacional de Desarrollo y el de Estrategia Nacional de Energía, contribuyendo a la generación de empleos en la economía y desarrollándose con base en la protección y conservación del ambiente buscando todo un verdadero desarrollo sustentable.

Por su parte, el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 del Ejecutivo Federal, es el documento dispuesto para normar obligatoriamente sus programas institucionales y sectoriales. La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de manera que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las generaciones futuras.

Uno de los principales retos que enfrenta México es incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad, el desarrollo económico y social, ya que solo así se puede alcanzar un desarrollo sustentable. De acuerdo con lo anterior y en términos generales, en materia ambiental el Ejecutivo Federal contempla convertir la sustentabilidad ambiental en un eje transversal de las políticas públicas. México está aún a tiempo de poner en práctica las medidas necesarias para que todos los proyectos, particularmente los de infraestructura y los del sector productivo, sean compatibles con la protección del ambiente, para ello es necesario que el desarrollo de nuevas actividades económicas en regiones rurales y semirurales contribuyan a que el ambiente se conserve en las mejores condiciones posibles.

La sustentabilidad ambiental requiere de una estrecha coordinación de las políticas públicas en el mediano y largo plazo. Ésta es una premisa fundamental para el Gobierno Federal, y en el Plan Nacional de Desarrollo se traduce en esfuerzos significativos para mejorar la coordinación interinstitucional y la integración intersectorial, así como la promoción de nuevas actividades económicas que sean compatibles con el aprovechamiento de los recursos naturales.

La sustentabilidad ambiental es un criterio rector en el fomento de las actividades productivas, por lo que, en la toma de decisiones sobre inversión, producción y políticas públicas, se incorporan consideraciones de impacto y riesgos ambientales, así como de uso eficiente y racional de los recursos naturales. Así mismo, se promueve una mayor participación de todos los órdenes de gobierno y de la sociedad en su conjunto en éste esfuerzo. La consideración del tema ambiental es un eje de la política pública que hoy en día está presente en todas las actividades del gobierno federal.

El Plan Nacional de Desarrollo, asume como premisa básica la búsqueda del Desarrollo Humano Sustentable. Esto significa que el propósito del desarrollo consiste en crear una

atmósfera en la que todos los mexicanos puedan aumentar su capacidad y las oportunidades puedan ampliarse, sin comprometer el patrimonio de las generaciones presentes y futuras. Un país con un desarrollo sustentable en el que exista una cultura de respeto y conservación del medio ambiente.

Entre algunos de los objetivos nacionales del citado Plan, está el alcanzar un crecimiento económico sostenido, así como el empleo y los ingresos de los trabajadores tanto del campo como de la ciudad. Tener una economía competitiva, mediante el aumento de la productividad, la competencia económica, la inversión en infraestructura, el fortalecimiento del mercado interno y la creación de condiciones favorables para el desarrollo de las empresas. Asegurar la sustentabilidad ambiental, mediante la participación responsable de los mexicanos en el cuidado, la protección, la preservación y el aprovechamiento racional de la riqueza natural del país, logrando así afianzar el desarrollo económico y social sin comprometer el patrimonio natural y la calidad de vida de las generaciones futuras.

Finalmente, el Desarrollo Humano Sustentable promueve la modernización integral de México porque permitirá que las generaciones futuras puedan beneficiarse del medio ambiente gracias a las acciones responsables del mexicano de hoy para emplearlo y preservarlo.

Es necesario que toda política pública y proyectos productivos que se diseñen e instrumenten en nuestro país incluyan de manera efectiva el elemento ecológico para que se propicie un medio ambiente sano en todo el territorio. Los Ejes de Política Pública sobre los que se articula el Plan Nacional de Desarrollo comprenden los ámbitos económico, social, político y ambiental, que componen un proyecto integral en virtud del cual cada acción contribuye a sustentar las condiciones bajo las cuales se logran los objetivos nacionales.

Si bien es cierto, el Plan Nacional de Desarrollo no hace alusión directa a los procesos industriales, comerciales o de servicios, en los que se desarrollan actividades consideradas altamente riesgosas, conforme las disposiciones de la legislación ambiental vigente, también lo es que, dentro de los componentes del desarrollo, incluye éste tipo de industrias, por su importancia y trascendencia en el desarrollo y crecimiento económico del país.

Dicho Plan, partiendo de un diagnóstico de nuestra realidad, articula un conjunto de objetivos y estrategias en torno a cinco ejes:

1. México en Paz
2. México Incluyente
3. México con Educación de Calidad
4. México Próspero
5. México con Responsabilidad Global

El primer eje, “México en Paz”, establece que el marco institucional de la democracia mexicana actual debe perfeccionarse para representar adecuadamente los intereses de toda la población. Por otro lado, las instituciones de seguridad del país deben tener como fin prioritario garantizar la integridad física de la población. México ha enfrentado en los

últimos años una problemática sin precedentes en términos de seguridad pública. La falta de seguridad genera un alto costo social y humano, ya que atenta contra la tranquilidad de los ciudadanos. Así mismo, esta carencia incide en el potencial de desarrollo nacional, inhibiendo la inversión de largo plazo en el país y reduciendo la eficiencia operativa de las empresas.

El segundo eje, “México Incluyente”, se relaciona con el desarrollo social de manera incluyente, ya que el 46.2% de la población vive en condiciones de pobreza y el 10.4% vive en condiciones de pobreza extrema y marginación. Lo anterior no sólo es inaceptable en términos de justicia social, sino que representa una barrera importante para la productividad y el crecimiento económico del país. Existe un amplio sector de la población que por diversos motivos se mantiene al margen de la economía formal, en sectores donde no se invierte en tecnología, donde hay poca o nula inversión en capital humano, donde no hay capacitación y por tanto la productividad se ve limitada. El hecho de que la productividad promedio en el sector informal es 45% menor que la productividad en el sector formal, muestra el amplio potencial de una política pública orientada a incrementar la formalidad.

El tercer eje, “México con Educación de Calidad”, concierne al capital humano para un México con educación óptima, comprometidos con una sociedad más justa y más próspera. El Sistema Educativo Mexicano debe fortalecerse para estar a la altura de las necesidades que un mundo globalizado demanda. La nación en su conjunto debe invertir en actividades y servicios que generen valor agregado de una forma sostenible. En este sentido, se debe incrementar el nivel de inversión –pública y privada– en ciencia y tecnología, así como su efectividad. El reto es hacer de México una dinámica y fortalecida Sociedad del Conocimiento.

El cuarto eje, “México Próspero”, se refiere a la igualdad de oportunidades, la cual es fundamental para impulsar a nuestro país. Existen factores geográficos e históricos que limitan el desarrollo de algunas regiones del país y existen factores regulatorios que en ocasiones han privilegiado a empresas establecidas sobre nuevos emprendedores. Los factores geográficos son relevantes para el desarrollo de una nación, ya que se pueden traducir en una barrera para la difusión de la productividad, así como para el flujo de bienes y servicios entre regiones. Las comunidades aisladas geográficamente en México son también aquellas con un mayor índice de marginación y pobreza. En el mismo sentido, en ocasiones el crecimiento desordenado de algunas zonas metropolitanas en México se ha traducido en ciudades donde las distancias representan una barrera para el flujo de personas y bienes hacia los puestos de trabajo y mercados en los que se puede generar el mayor beneficio.

En México, las empresas e individuos deben tener pleno acceso a insumos estratégicos, tales como financiamiento, energía y las telecomunicaciones. Cuando existen problemas de acceso a estos insumos, con calidad y precios competitivos, se limita el desarrollo ya que se incrementan los costos de operación y se reduce la inversión en proyectos productivos.

Con la operación de Tlaxcala Solar, se promueve en la zona de influencia, una economía competitiva con la generación de una importante fuente de empleos, tomando en cuenta,

todos y cada uno de los factores que contribuyen a un desarrollo sustentable y principalmente respetando las disposiciones legales ambientales que así lo condicionan.

Dentro de la cuarta meta denominada “Un México Próspero”, se menciona que el crecimiento económico es un medio para propiciar el desarrollo, abatir la pobreza y alcanzar una mejor calidad de vida para la población. Por lo tanto un México Próspero buscará elevar la productividad del país como medio para incrementar el crecimiento potencial de la economía y así el bienestar de las familias.

Referente al proyecto, dentro de la meta “Un México Próspero”, se hace un diagnóstico ante el Desarrollo Sustentable y la Energía.

El quinto y último eje, “México con Responsabilidad Global”, hace referencia a la proyección internacional de país, debido a su responsabilidad global. La privilegiada ubicación geográfica de nuestro país es una de las grandes ventajas comparativas de la nación. México tiene un vasto acceso al comercio internacional a través de sus litorales y comparte una amplia frontera con la economía más grande del mundo. Además, el país ha sido capaz de establecer un gran número de acuerdos comerciales que facilitan la entrada de nuestros productos a un amplio mercado y que han sido catalizadores de una mayor eficiencia y bienestar en la economía.

En la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se demuestra que Tlaxcala Solar, además de contribuir con el alcance de los objetivos y metas previstos en el Plan Nacional de Desarrollo, respecto al crecimiento económico y la generación de riqueza, se desarrolla de forma sustentable, en estricto apego a los lineamientos ambientales vigentes que le aplican a un proyecto industrial de éste tipo. Así como mediante el uso de tecnología de punta y amigable con el ambiente, para el desempeño de los diferentes procesos involucrados en la central.

Desarrollo sustentable

Durante la última década, los efectos del cambio climático y la degradación ambiental se han ido intensificado, por lo que el mundo día a día comienza a reducir la dependencia que tiene de los combustibles fósiles con el impulso del uso de fuentes de energía alternativas. En este aspecto, México ha demostrado un gran compromiso con la agenda internacional de medio ambiente y desarrollo sustentable, sin embargo, el crecimiento económico del país sigue estrechamente vinculado a la emisión de compuestos de efecto invernadero implicando retos importantes para México al propiciar el crecimiento y el desarrollo económico asegurando a la vez que los recursos naturales continúen proporcionando servicios ambientales al país.

Energía

El uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad y su escasez derivaría en un obstáculo para el desarrollo de cualquier economía. En México, la demanda de energía crece cada día, por lo que se deben redoblar los esfuerzos para satisfacer las demandas de la población. En 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética. En este contexto, tecnologías de generación que utilicen fuentes

renovables de energía deberán contribuir para enfrentar los retos en materia de diversificación y seguridad energética. A pesar del potencial y rápido crecimiento en el uso de este tipo de energías, en el presente, su aportación al suministro energético nacional es apenas el 2% del total.

“México Próspero” está orientado a incrementar y democratizar la productividad de nuestra economía. Como una vía para incrementar ésta productividad, se propone promover el uso eficiente de los recursos productivos de la economía se plantea democratizar el acceso al financiamiento de proyectos con potencial de crecimiento. Además se plantea abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva. Esto implica fortalecer el abastecimiento racional de energía eléctrica; promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas.

Para alcanzar las Metas Nacionales dentro del Plan Nacional se describen los objetivos, estrategias y líneas de acción que llevarán a México a su máximo potencial. Dentro de las Estrategias para “Un México Próspero” se extrajeron los siguientes objetivos, estrategias y líneas de acción que son de importancia para la central de Tlaxcala Solar.

Objetivo.- Impulsar y orientar un crecimiento verde incluyente y facilitador que preserve nuestro patrimonio natural al mismo tiempo que genere riqueza, competitividad y empleo.

Estrategia.- Implementar una política integral de desarrollo que vincule la sustentabilidad ambiental con costos y beneficios para la sociedad.

Líneas de acción: Promover el uso y consumo de productos amigables con el medio ambiente y de tecnologías limpias, eficientes y de bajo carbono.

Estrategia.- Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.

Líneas de acción: Promover el uso de sistemas y tecnologías avanzados, de alta eficiencia energética y de baja o nula generación de contaminantes o compuestos de efecto invernadero.

Objetivo.- Abastecer de energía al país con precios competitivos, calidad y eficiencia a lo largo de la cadena productiva.

Estrategia.- Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.

Líneas de acción: Impulsar la reducción de costos en la generación de energía eléctrica para que disminuyan las tarifas que pagan las empresas y las familias mexicanas.

Promover el uso eficiente de la energía, así como el aprovechamiento de fuentes limpias, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas son características que pueden ser encontradas en el diseño y la naturaleza de un proyecto de aprovechamiento de radiación solar, como Tlaxcala Solar.

3.1.7 Programa Sectorial de Energía (2013-2018)

El Programa Sectorial de Energía es el mecanismo que se desprende los objetivos, lineamientos y estrategias marcadas por el Plan Nacional de Desarrollo en materia de energía. Este programa se enfoca a su vez en el establecimiento de objetivos y estrategias para lograr los objetivos establecidos por el Plan Nacional durante el periodo presente de administración federal. El Programa considera el aprovechamiento de radiación solar en todas sus formas, por ejemplo, la fotovoltaica, como una fuente de Energía Limpia.

Asimismo, en el contexto de generación de energía a nivel nacional, el programa se refiere a que para satisfacer el incremento de la demanda del sistema eléctrico en los próximos 15 años se requerirán alrededor de 50 gigawatts (GW) de capacidad adicional (incluyendo al servicio público y al autoabastecimiento y cogeneración por parte de los privados); ya que, a pesar de que el sistema cuenta con un elevado margen de reserva, presenta limitaciones para cubrir fallas, indisponibilidad de combustibles y otros eventos críticos, además de que existe un elevado número de plantas de generación que rebasan su vida útil, por lo que la estabilidad y confiabilidad en la operación del sistema muestra fragilidad en algunos puntos.

El Programa Sectorial de Energía cuenta con seis objetivos principales que establece con el fin de regir el desarrollo del sector energético del país. Cada uno de esos objetivos cuenta a su vez con estrategias establecidas para lograr dichos objetivos, y cada una de esas estrategias, cuenta con líneas de acción, las cuales concretan los mecanismos mediante los cuales la autoridad federal tomará acción para el logro de estos objetivos. En este sentido, el desarrollo del proyecto Tlaxcala Solar puede ser considerado como un esfuerzo de inversión compatible, específicamente con su objetivo 5 y sus respectivas estrategias y líneas de acción.

Objetivo 5. Ampliar la utilización de fuentes de energía, limpias y renovables, promoviendo la eficiencia energética y la responsabilidad social y ambiental.

Estrategia 5.1: Incrementar la participación de energías limpias y renovables en la generación de electricidad.

Línea de acción 5.1.4 Instrumentar mecanismos de mercado y regulaciones que aceleren la incorporación de energías limpias y renovables apoyados en inversiones públicas y privadas.

Línea de acción 5.1.5 Adecuar el marco regulatorio y reglas de interconexión a las redes del sistema eléctrico nacional para facilitar el acceso a la interconexión para las energías limpias y renovables.

Después de analizar este Programa Sectorial es posible determinar que el desarrollo del proyecto Tlaxcala Solar, no sólo es compatible, sino que tiene el potencial de contribuir a los objetivos establecidos en el ramo energético, al contribuir a la sustentabilidad a nivel global del Sistema Eléctrico Nacional como proyecto de energía renovable y limpia.

3.1.8 Estrategia Nacional de Energía 2014-2028

Generación de energía eléctrica

La Estrategia Nacional de Energía (ENE) representa un esfuerzo que incorpora, año con año, las nuevas condiciones del sector energético en el país. A través del análisis de los resultados obtenidos anualmente, se analizan las líneas de acción y se establecen, en caso de ser necesario, nuevas acciones que permitirán alcanzar los objetivos planteados.

La ENE expone de manera sucinta las problemáticas de orden estratégico sobre las que se deben establecer políticas públicas que, actuando de manera coordinada, mejoren el funcionamiento del sector energético nacional. A través de ella se brinda claridad sobre el funcionamiento y rumbo del modelo del sector.

La Reforma constitucional eliminó las restricciones que los particulares tenían para participar en la actividad de generación, con lo que se abre la posibilidad de vender a terceros. Lo que implica que existirá un mercado en el que podrán concurrir CFE y los nuevos generadores que participen en la industria. Estos podrán ser particulares, o empresas públicas como PEMEX.

El nuevo marco jurídico, para ser consistente con el marco constitucional, deberá permitir a su vez, que los particulares que operan actualmente bajo esquemas de autoabastecimiento, cogeneración, pequeño productor, importación, exportación, así como la capacidad no contratada por CFE de los productores independientes de energía, vendan su energía a terceros, permitiéndoles migrar a un nuevo esquema regulatorio, lo que será más simple y dinámico.

Según la ENE, es prioritario contar con directrices en materia de eficiencia energética, que propicien un consumo eficiente y sustentable de la energía en áreas de oportunidad en diversos sectores como el transporte, residencial, comercial e industrial. Por lo que se espera desarrollar:

1. Edificaciones e industria:

*1.8. **Instalación de tecnologías solares tipo PV (fotovoltaico)** para abastecimiento de energía eléctrica; considerando materiales y tecnologías actuales como: i) de película delgada y/o ii) silicio cristalino;*

Tlaxcala Solar es considerada entonces, como un aporte a los objetivos y estrategias establecidas para el rubro de energías renovables por parte de la Estrategia Nacional de Energía vigente.

3.1.9 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

La planeación ambiental en México, se lleva a cabo mediante diferentes instrumentos entre los que se encuentra el ordenamiento ecológico, que es considerado uno de los principales instrumentos con los que cuenta la política ambiental mexicana. Tiene sustento en la LGEEPA y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico (ROE).

Por su escala y alcance, el POEGT no tiene como objeto autorizar o prohibir el uso de suelo para el desarrollo de las actividades sectoriales, en cambio los sectores adquieren el compromiso de orientar sus programas, proyectos y acciones de tal forma que contribuyan al desarrollo sustentable de cada región.

Con fundamento en el Artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 31 de octubre de 2014), 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.

3.1.9.1 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, obteniendo la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas Unidades Ambientales Biofísicas (UAB), empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

Así, las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas.

Las Áreas de Atención Prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. Se establecieron cinco niveles de prioridad: Muy Alta, Alta, Media, Baja y Muy Baja.

Las Políticas Ambientales (aprovechamiento, restauración, protección y preservación) son las disposiciones y medidas generales que coadyuvan al desarrollo sustentable. Su aplicación promueve que los sectores del Gobierno Federal actúen y contribuyan en cada UAB hacia este modelo de desarrollo.

Como resultado de la combinación de las cuatro políticas ambientales principales, para este Programa se definieron 18 grupos, los cuales fueron tomados en consideración para las propuestas sectoriales y finalmente para establecer las estrategias y acciones ecológicas.

El área del proyecto se encuentra dentro de dos regiones ecológicas, la identificada como 16.10, dentro de la UAB 57 “Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)”; y la región 14.16, dentro de la UAB 121 “Depresión de México”, las cuales se describen a continuación:

3.1.9.1.1 UAB 57 “Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)”

Tabla 1: Descripción de la Región Ecológica

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10	
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	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	12,108.51 km ²
Población	4,232,937
Población Indígena	Sierra Norte de Puebla y Totonacapan
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	 Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP. 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

REGIÓN ECOLÓGICA: 16.10	
Política Ambiental:	Restauración, Preservación y Aprovechamiento Sustentable
Prioridad de Atención:	Media

Tabla 2: Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas

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

Derivado del análisis del POEGT, se presentan las siguientes Estrategias Ecológicas, aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica donde se encuentra el proyecto. El área del proyecto queda dentro de la Región Ecológica no 16.10 en la **UAB 57** Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla) (Tabla 3).

Tabla 3: Estrategias de la UAB 57 (POEGT)

Estrategias UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto de la central fotovoltaica cuenta con las medidas de mitigación adecuadas para no comprometer la integridad de la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el sitio de proyecto.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	El proyecto contará con los programas ambientales para evitar una afectación significativa a las especies presentes en el área.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto contará con los programas ambientales necesarios para no comprometer la biodiversidad del lugar.

Estrategias UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se realizará aprovechamiento de este tipo durante el proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No se realizará aprovechamiento de este tipo durante el proyecto.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No se realizarán actividades agrícolas en el proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizará el aprovechamiento de las especies forestales.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
C) Protección de los recursos naturales	12. Protección de los ecosistemas.	El proyecto cuenta con las medidas de protección, mitigación y compensación necesarias para disminuir al mínimo el impacto a los ecosistemas del sitio del proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No aplica por la naturaleza del proyecto.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.

Estrategias UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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 considera la instalación y operación de una central fotovoltaica para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente limpia; contribuyendo a disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de GEI.
	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.	El proyecto representa la instalación y operación de una central fotovoltaica para la generación eléctrica, misma que durante su operación no generará emisiones contaminantes a la atmósfera ni GEI.
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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras,	No aplica por la naturaleza del proyecto.

Estrategias UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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	No aplica por la naturaleza del proyecto.

Estrategias UAB 57 Depresión Oriental (de Tlaxcala y Puebla)		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	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. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto respetará los derechos de propiedad del área donde se pretende ubicar a través de los instrumentos jurídicos aplicables.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al Catastro Rural y la Información Agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.

3.1.9.1.2 UAB 121 “Depresión de México”

Tabla 4: Descripción de la Región Ecológica

REGIÓN ECOLÓGICA: 14.16	
Unidad Ambiental Biofísica (UAB)	121. Depresión de México
Localización	En los estados de México y Morelos. Alrededor del Distrito Federal
Superficie	14,321.74 km ²
Población	22,146,667
Población Indígena	Mazahua - Otomí.

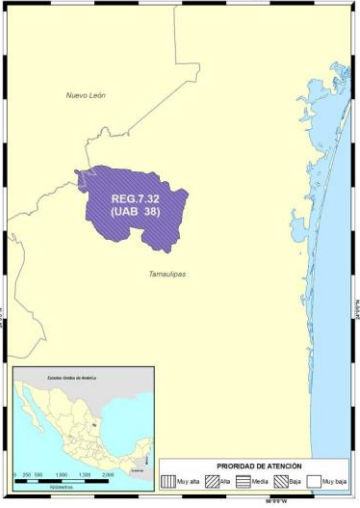
REGIÓN ECOLÓGICA: 14.16	
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	 Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Media degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es muy alta. Longitud de Carreteras (km): Muy Alta. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy alta. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km²): Muy alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 56.6. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.
Escenario al 2033:	Muy crítico
Política Ambiental:	Aprovechamiento Sustentable, Protección, Restauración y Preservación
Prioridad de Atención:	Media

Tabla 5: Descripción de las Unidades Ambientales Biofísicas

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
121	Desarrollo Social - Turismo	Forestal - Industria - Preservación de Flora y Fauna	Agricultura - Ganadería - Minería	CFE- SCT	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 16,

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
					17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

Derivado del análisis del POEGT, se presentan las siguientes Estrategias Ecológicas, aplicables a la Unidad Ambiental Biofísica donde se encuentra el proyecto. El área del proyecto queda dentro de la Región Ecológica no 14.16 en la **UAB 121** Depresión de México (Tabla 6).

Tabla 6: Estrategias de la UAB 121 (POEGT)

Estrategias UAB 121 Depresión de México		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto de la central fotovoltaica cuenta con las medidas de mitigación adecuadas para no comprometer la integridad de la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el sitio de proyecto.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	El proyecto contará con los programas ambientales para evitar una afectación significativa a las especies presentes en el área.
	3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	El proyecto contará con los programas ambientales necesarios para no comprometer la biodiversidad del lugar.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	No se realizará aprovechamiento de este tipo durante el proyecto.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios.	No se realizará aprovechamiento de este tipo durante el proyecto.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	No se realizarán actividades agrícolas en el proyecto.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	No se realizará el aprovechamiento de las especies forestales.

Estrategias UAB 121 Depresión de México		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	8. Valoración de los servicios ambientales.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.	El proyecto cuenta con las medidas de protección, mitigación y compensación necesarias para disminuir al mínimo el impacto a los ecosistemas del sitio del proyecto.
	12. Protección de los ecosistemas.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes	No aplica por la naturaleza del proyecto.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).	El proyecto considera la instalación y operación de una central fotovoltaica para la generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de una fuente limpia; contribuyendo a disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de GEI.
	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,	El proyecto representa la instalación y operación de una central fotovoltaica para la generación eléctrica, misma que durante su operación no generará emisiones contaminantes a la atmósfera ni GEI.

Estrategias UAB 121 Depresión de México		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	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.	El proyecto de la central fotovoltaica cuenta con las medidas de mitigación adecuadas para no comprometer la integridad de la biodiversidad y los ecosistemas presentes en el sitio de proyecto.
	21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	23. Sostener y diversificar la demanda turística doméstica e internacional con mejores relaciones consumo (gastos del turista) – beneficio (valor de la experiencia, empleos mejor remunerados y desarrollo regional).	No aplica por la naturaleza del proyecto.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
A) Suelo Urbano y Vivienda	24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
B) Zonas de riesgo y prevención de contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.	No aplica por la naturaleza del proyecto.

Estrategias UAB 121 Depresión de México		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
E) Desarrollo Social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica por la naturaleza del proyecto.

Estrategias UAB 121 Depresión de México		
Estrategia	Descripción	Vinculación con el Proyecto
	39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	41. Procurar el acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
Grupo III. Dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco Jurídico	42. Asegurará la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	El proyecto respetará los derechos de propiedad del área donde se pretende ubicar a través de los instrumentos jurídicos aplicables.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	No aplica por la naturaleza del proyecto.
	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.	No aplica por la naturaleza del proyecto.

El POEGT no es un instrumento restrictivo pero a su vez permite establece la política ambiental a nivel federal establecida para el territorio donde se pretende llevar a cabo el proyecto. Del análisis de la vinculación del proyecto con el programa se concluye que Tlaxcala Solar no contraviene las estrategias y lineamientos ecológicos establecidos por el POEGT.

3.2 Legislación Estatal

3.2.1 Ley de Ecología y de Protección al Ambiente del Estado de Tlaxcala.

Debido al carácter de jurisdicción federal del proyecto Tlaxcala Solar (Generación de Energía Eléctrica), la evaluación de la presente Manifestación de Impacto Ambiental es responsabilidad directa de SEMARNAT y no de la Coordinación General de Ecología del estado de Tlaxcala.

De cualquier manera, esto no exenta a la promovente de analizar la presente Ley y cumplir con las demás disposiciones legales aplicables al proyecto que sean de jurisdicción estatal. Tomando esto en consideración, el proyecto considera el cumplimiento de la Ley de Ecología y de Protección al Ambiente del estado de Tlaxcala, principalmente en materia de:

- Emisiones a la Atmósfera de Fuentes Móviles
- Generación de Residuos Sólidos No Peligrosos

De esta manera se realizó la vinculación con los siguientes reglamentos:

3.2.1.1 Reglamento de la Ley de Ecología en Materia de Prevención y Control de Contaminación Generada por Vehículos Automotores que Circulan en el Estado.

Para dar cumplimiento al Reglamento de la LEPA en materia de prevención y control de la contaminación generada por vehículos automotores que circulen en la entidad, el promovente deberá observar que los vehículos que utilice durante las etapas del proyecto cumplan con lo requerido, en forma de que la totalidad de la flota de vehículos cuente con la certificación de la verificación que aplica en cada caso.

Artículo 3.- Las emisiones de vehículos automotores que circulan en el territorio estatal no deberán rebasar los límites máximos permisibles, establecidos en las normas técnicas ecológicas que se expiden.

Artículo 19.- Las disposiciones de este Reglamento se aplicarán a los vehículos:

I.- Destinados al servicio público estatal.

II.- Destinados al servicio privado.

III.- Destinados al servicio privado, de carga o de pasajeros.

Artículo 20.- Los vehículos automotores registrados en la entidad, deberán someterse a la verificación obligatoria estatal dos veces por año, de conformidad con el programa que formule la Coordinación y la Secretaría. Dicho programa se publicará durante el mes de enero de cada año en el Periódico Oficial del Estado, y se difundirá en los centros de verificación autorizados y en los medios masivos de comunicación.

Las motocicletas se someterán a verificación obligatoria estatal una vez por año, misma que se realizará durante el segundo semestre.

Artículo 21.- En los centros se verificará las emisiones contaminantes de los vehículos en los términos que se trate, previo el pago de las tarifas y productos aplicables. Para tal fin, los vehículos que se presenten en el centro, deberán acompañarse de la tarjeta de circulación correspondiente y la verificación anterior original, esto último en caso de ser vehículos usados. El certificado anterior se entregará al momento de la verificación.

Artículo 25.- En caso de que el vehículo sujeto a verificación obligatoria rebase los límites permisibles por las normas ecológicas, el propietario del vehículo estará obligado a efectuar, en un plazo no mayor de 30 días, las reparaciones necesarias y llevar a cabo las verificaciones subsecuentes hasta en tanto las emisiones satisfagan las normas ecológicas. Durante dicho plazo, no se cobrarán derechos por las verificaciones realizadas; después de ese término, el propietario del vehículo deberá cubrir nuevamente el importe del servicio de verificación obligatoria de su vehículo.

La vinculación de este Reglamento con el proyecto Tlaxcala Solar toma forma dentro del Programa de Vigilancia Ambiental mediante la aplicación de un programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria que asegure que la totalidad de vehículos utilizados, sobre todo durante la construcción del proyecto, cuenten con su verificación vehicular en términos de la Ley estatal.

3.2.1.2 Reglamento de la Ley de Ecología en Materia de Residuos Sólidos No Peligrosos.

Durante las diferentes etapas del proyecto Tlaxcala Solar se generarán residuos sólidos no peligrosos, mismos que deberán ser manejados y dispuestos de manera integral observando lo dispuesto en el presente reglamento.

***Artículo 22.-** Los generadores de residuos industriales no peligrosos y agropecuarios, deberán depositarlos en los rellenos sanitarios regionales, previo convenio con el Sistema para el Control de Residuos Sólidos del Estado.*

El proyecto deberá asegurar que los residuos no peligrosos que genere que estén asociado tanto a la presencia de trabajadores en el sitio, como al proceso constructivo y la operación de las instalaciones sean dispuestos en rellenos sanitarios debidamente autorizados por el gobierno de la entidad.

3.2.2 Plan Estatal de Desarrollo Tlaxcala

El Plan Estatal de Desarrollo del estado de Tlaxcala es el documento que establece la política rectora de la administración en turno para conducir el desarrollo de la entidad. En este marco, el Plan establece objetivos, estrategias y líneas de acción a seguir dentro de distintos campos de acción. El Plan considera el establecimiento de políticas públicas en el ámbito del Cambio Climático y para el Desarrollo de Energías Alternativas en el estado de Tlaxcala.

1.3. Cambio Climático y sus riesgos para el Mundo, el País y el Estado

OBJETIVO:

Promover políticas públicas que faciliten la adaptación y la mitigación al cambio climático para reducir sus posibles efectos en sectores socioeconómicos prioritarios.

ESTRATEGIA:

Desarrollar acciones de mitigación y de adaptación por medio de la creación e implementación de políticas públicas y legislación en la materia. Promover el diálogo para el desarrollo de acuerdos regionales en la zona e incentivar el desarrollo de la economía verde del estado en el marco de las oportunidades que presenta el cambio climático.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

1.3.13. Promover el desarrollo de prácticas de eficiencia energética y de sustitución del uso de los combustibles fósiles por otras fuentes de energía renovables, tales como el viento, la luz solar, o la biomasa.

1.4. Políticas para el Desarrollo de Energías Alternativas en el Estado

OBJETIVO:

Promover la satisfacción de las demandas energéticas del estado de Tlaxcala, por medio de un uso creciente de energías de origen renovable que consideren el uso adecuado de los recursos naturales de la región.

ESTRATEGIA:

Desarrollar acciones energéticas concretas que coadyuven a fomentar mejores condiciones ambientales en el estado y el país.

LÍNEAS DE ACCIÓN:

1.4.1. Promover el desarrollo y la implementación de proyectos de energías renovables y bioenergéticas que sustituyan el uso de combustibles fósiles por medio de la generación de electricidad, a partir de eco-tecnologías que sean bajas en emisiones de gases de efecto invernadero o que sean producidas a partir del aprovechamiento de las emisiones fugitivas de metano.

Como se puede apreciar de los objetivos, estrategias y líneas de acción establecidas por el plan, un proyecto como Tlaxcala Solar puede ser considerado como un esfuerzo compatible y en concordancia con el desarrollo que la administración estatal quiere conducir para la entidad.

3.2.3 Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Tlaxcala

De acuerdo al Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Tlaxcala, el Área de Proyecto (AP) incide directamente en dos Unidades de Gestión Ambiental (UGA):

Tabla 7. Descripción de las UGA del OET de Tlaxcala en las que incide el proyecto

UGA	Política	Usos		
		Predominante	Compatible	Condicionado
4	Restauración	Agrícola	Agrícola de Riego	Pecuario
5	Aprovechamiento	Agrícola	Agrícola de Riego	Pecuario, Industria, Urbano, Minería, Infraestructura, acuícola

A continuación se realiza la vinculación del proyecto con cada uno de los criterios establecidos para cada UGA:

3.2.3.1 UGA 4

La UGA 4 que establece una política ambiental de restauración, no restringe el uso de suelo industrial. La vinculación del proyecto con los criterios de la UGA se presenta a continuación:

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Gn1	Reforestar todas las UGA bajo los criterios de cerca viva, los márgenes de ríos y arroyos, presas.	No aplica para el proyecto debido a que, al no requerir cambio de uso de suelo, no se necesitará la realización de actividades de reforestación. Asimismo, no existen ríos, arroyos y/o presas dentro del área del proyecto,
Gn2	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine	El proyecto considera la gestión integral y manejo adecuado de los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas del proyecto, realizando su disposición solo en sitios autorizados para ello.
Gn5	Deberá prohibirse hacer uso de los cañones como receptores de residuos sólidos (tiraderos a cielo abierto)	El proyecto no realizará disposición de residuos en lugares que no estén autorizados debidamente.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Gn6	Se deberán construir trampas de sedimentos sobre las corrientes intermitentes que alimenten a los mismos	En el área del proyecto no existen corrientes intermitentes.
Gn9	Se deberán mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales	El proyecto no causará alteraciones a causas o escurrimiento naturales.
Gn10	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas, próximos a escurrimientos fluviales, ríos y arroyos.	El proyecto no realizará disposición de residuos salvo en lugares autorizados para ello.
Gn11	Se deberán conservar o restaurar la vegetación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando una franja de 50 metros a ambos lados del cauce.	El proyecto no se localiza en bordes de ríos o arroyos.
Gn12	Se deberá reforestar las cuencas, subcuencas y micro cuencas.	No aplica, debido a que el proyecto no requerirá de cambio de uso de suelo y no necesitará realizar reforestación en el área de proyecto.
Gn14	Se deberá reinyectar agua pluvial al subsuelo.	El proyecto considera dentro de sus medidas de mitigación, obras de conservación de agua y suelo que permitan la infiltración adecuada del agua en el área del proyecto.
Gn15	Se evitará la alteración de áreas de recarga de acuíferos.	El proyecto considera dentro de sus medidas de mitigación, obras de conservación de agua y suelo que permitan la infiltración adecuada del agua en el área del proyecto.
Gn16	Se deberá racionalizar el uso del recurso agua (mantener el equilibrio entre oferta y gasto).	El proyecto, por su naturaleza (central fotovoltaica), no requiere de consumo de agua para su proceso.
Ag1	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos en tierras productivas.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag2	Las prácticas agrícolas, tal como surcado, terraceo, etc., deberán realizarse siguiendo las curvas de nivel.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag3	Se deberá realizar una adecuada rotación e intercalación de cultivos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag4	Se promoverá la siembra de árboles frutales y maderables en unidades de producción agrícola	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag5	Las unidades de producción agrícola estarán sujetas a un programa de manejo de tierras.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag6	Se deberá incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (gallinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (leguminosas).	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Ag7	Se promoverá el uso de pesticidas de mínima persistencia en el ambiente.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag8	En las áreas con pendiente entre 5 y 10 grados se deberán establecer cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag9	Se prohíbe el aumento de la superficie agrícola en áreas con suelos poco profundos, pendientes de más de 15 grados y de alta susceptibilidad a la erosión.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag10	Las quemas para apertura o reutilización de tierras deberán realizarse según las disposiciones vigentes de SEMARNAT y otros organismos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag11	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión	El proyecto considera la implementación de obras de conservación de suelo y agua que disminuyan la erosión que pueda ser producida por el proyecto.
Ag12	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua	El proyecto considera la implementación de obras de conservación de suelo y agua que disminuyan la erosión que pueda ser producida por el proyecto.
Ag13	Se deberán practicar actividades fitosanitarias.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag14	Se deberán controlar biológicamente las plagas.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag15	Se prohíbe el crecimiento de la frontera agrícola sobre las áreas de vegetación natural con aptitud forestal	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag16	En áreas habilitadas para la agricultura de temporal se cambiarán los patrones actuales de manejo (de gramíneas por leguminosas)	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag17	Se deberá realizar un estudio técnico-económico que garantice la comercialización de los cultivos y evite el agotamiento del suelo	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag18	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores en áreas agrícolas y pecuarias	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag19	No se deberá permitir la expansión de la actividad agrícola en sierras, cañones así como en zonas con suelos no aptos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag20	Se evitará la contaminación del acuífero, así como su sobreexplotación	El proyecto no requiere del consumo de agua para su proceso por lo que no contribuirá a la sobreexplotación del acuífero. Además realizará la gestión adecuada de sus residuos para evitar la contaminación del suelo y agua.
Ag21	Los sedimentos extraídos de los canales de riego deberán incorporarse a las tierras de cultivo.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Ag22	Se deberá aprovechar racionalmente el agua mediante técnicas de riego de bajo consumo y adecuado transporte de ésta	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag23	Se prohíbe tirar residuos, depositar envases y lavar equipos utilizados en la aplicación de plaguicidas en canales de riego u otros cuerpos de agua	El proyecto no utilizará plaguicidas en ningún momento.
P1	Se permitirá la ganadería intensiva en zonas con pendientes menores de 10 grados.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P2	Se regulará el pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino en zonas forestales	El proyecto no realizará actividades de pastoreo por lo que este criterio no aplica.
P3	Las áreas con vegetación arbustiva y/o arbórea con pendientes superiores a 15 grados sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P4	Se permite la ganadería extensiva siempre y cuando los hatos no rebasen los coeficientes de agostadero asignados para la región	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P5	Se permite la ganadería controlada en zonas con pendientes de 15-25 grados.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P6	No se permite el pastoreo en pendientes mayores de 25 grados.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P7	Se deberá evitar la quema de la vegetación que se lleve a cabo para promover el crecimiento de renuevo para el consumo del ganado	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P8	Se deberán establecer cercas vivas para delimitar las áreas de pastoreo.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P9	Se deberá mantener una franja mínima de vegetación natural sobre el perímetro de los predios silvo-pastoriles.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P10	Se deberá posibilitar la introducción de pastos mejorados acorde con las condiciones del área.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P11	La ganadería extensiva de caprino deberá regularse, entre otros aspectos su asistencia técnica supervisada por la SAGARPA	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P12	El desarrollo de la ganadería deberá limitarse en áreas sin problemas de erosión.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P13	Los suelos con aptitud para pastizales que pretendan ser utilizados deberán estar sujetos al índice de agostadero	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P14	No deberá fomentarse la actividad caprina en sierras y cañones con aptitud	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
	forestal así como con susceptibilidad alta y muy alta a la erosión hídrica	

3.2.3.2 UGA 5

La UGA 5 que establece una política ambiental de aprovechamiento, no restringe el uso de suelo industrial, pero si lo condiciona. La vinculación del proyecto con los criterios de la UGA considera esta situación, y se presenta a continuación:

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Gn1	Reforestar todas UGA bajo los criterios de cerca viva, los márgenes de ríos y arroyos, presas	No aplica para el proyecto debido a que, al no requerir cambio de uso de suelo, no se necesitará la realización de actividades de reforestación. Asimismo, no existen ríos, arroyos y/o presas dentro del área del proyecto,
Gn2	Los residuos sólidos domésticos deberán ser depositados en sitios que la autoridad competente dictamine	El proyecto considera la gestión integral y manejo adecuado de los residuos sólidos no peligrosos que se generen durante las etapas del proyecto, realizando su disposición solo en sitios autorizados para ello.
Gn4	Se fomentará el establecimiento de centros de acopio de basura, de reciclaje de materiales y construcción de rellenos sanitarios, como marcan las normas, evitando los tiraderos a cielo abierto	El proyecto considera realizar la disposición de sus residuos en rellenos sanitarios autorizados.
Gn5	Deberá prohibirse hacer uso de los cañones como receptores de residuos sólidos (tiraderos a cielo abierto)	El proyecto no realizará disposición de residuos en lugares que no estén autorizados debidamente.
Gn6	Se deberán construir trampas de sedimentos sobre las corrientes intermitentes que alimenten a los mismos	En el área del proyecto no existen corrientes intermitentes.
Gn9	Se deberán mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales	El proyecto no causará alteraciones a causas o escurrimiento naturales.
Gn10	No deberán ubicarse tiraderos para la disposición de residuos sólidos en las barrancas, próximos a escurrimientos fluviales, ríos y arroyos.	El proyecto no realizará disposición de residuos salvo en lugares autorizados para ello.
Gn11	Se deberán conservar o restaurar la vegetación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando una franja de 50 metros a ambos lados del cauce.	El proyecto no se localiza en bordes de ríos o arroyos.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Gn12	Se deberá reforestar las cuencas, subcuencas y micro cuencas.	No aplica, debido a que el proyecto no requerirá de cambio de uso de suelo y no necesitará realizar reforestación en el área de proyecto.
Gn13	Se deberán construir plantas de tratamiento de aguas residuales.	El proyecto, por su naturaleza como central fotovoltaica, no requerirá del consumo de agua para su proceso por lo que no es necesaria la instalación de una planta de tratamiento de aguas residuales. Respecto de las aguas residuales sanitarias que se generen durante la construcción, estas serán entregadas a un tercero para su disposición. Asimismo, durante la operación del proyecto se contará con sistemas sépticos adecuados para la disposición de aguas sanitarias de los trabajadores que operen el proyecto.
Gn14	Se deberá reinyectar agua pluvial al subsuelo.	El proyecto considera dentro de sus medidas de mitigación, obras de conservación de agua y suelo que permitan la infiltración adecuada del agua en el área del proyecto.
Gn15	Se evitará la alteración de áreas de recarga de acuíferos.	El proyecto considera dentro de sus medidas de mitigación, obras de conservación de agua y suelo que permitan la infiltración adecuada del agua en el área del proyecto.
Gn16	Se deberá racionalizar el uso del recurso agua (mantener el equilibrio entre oferta y gasto).	El proyecto, por su naturaleza (central fotovoltaica), no requiere de consumo de agua para su proceso.
Ag1	Se deberá llevar a cabo un estrecho control sobre las aplicaciones de productos agroquímicos en tierras productivas.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag2	Las prácticas agrícolas, tal como surcado, terraceo, etc., deberán realizarse siguiendo las curvas de nivel.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag3	Se deberá realizar una adecuada rotación e intercalación de cultivos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag4	Se promoverá la siembra de árboles frutales y maderables en unidades de producción agrícola	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag5	Las unidades de producción agrícola estarán sujetas a un programa de manejo de tierras.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag6	Se deberá incorporar a los procesos de fertilización del suelo material orgánico (gallinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (leguminosas).	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Ag7	Se promoverá el uso de pesticidas de mínima persistencia en el ambiente.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag8	En las áreas con pendiente entre 5 y 10 grados se deberán establecer cultivos en fajas siguiendo las curvas de nivel	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag9	Se prohíbe el aumento de la superficie agrícola en áreas con suelos poco profundos, pendientes de más de 15 grados y de alta susceptibilidad a la erosión.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag10	Las quemas para apertura o reutilización de tierras deberán realizarse según las disposiciones vigentes de SEMARNAP y otros organismos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag11	Se deberán establecer medidas para el control de la erosión	El proyecto considera la implementación de obras de conservación de suelo y agua que disminuyan la erosión que pueda ser producida por el proyecto.
Ag12	Se deberán instrumentar técnicas de conservación del suelo y del agua	El proyecto considera la implementación de obras de conservación de suelo y agua que disminuyan la erosión que pueda ser producida por el proyecto.
Ag13	Se deberán practicar actividades fitosanitarias.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag14	Se deberán controlar biológicamente las plagas.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag15	Se prohíbe el crecimiento de la frontera agrícola sobre las áreas de vegetación natural con aptitud forestal	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag16	En áreas habilitadas para la agricultura de temporal se cambiarán los patrones actuales de manejo (de gramíneas por leguminosas)	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag17	Se deberá realizar un estudio técnico-económico que garantice la comercialización de los cultivos y evite el agotamiento del suelo	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag18	Se prohíbe el uso de cebos envenenados para controlar plagas de roedores en áreas agrícolas y pecuarias	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag19	No se deberá permitir la expansión de la actividad agrícola en sierras, cañones así como en zonas con suelos no aptos.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag20	Se evitará la contaminación del acuífero, así como su sobreexplotación	El proyecto no requiere del consumo de agua para su proceso por lo que no contribuirá a la sobreexplotación del acuífero. Además realizará la gestión adecuada de sus residuos para evitar la contaminación del suelo y agua.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
Ag21	Los sedimentos extraídos de los canales de riego deberán incorporarse a las tierras de cultivo.	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag22	Se deberá aprovechar racionalmente el agua mediante técnicas de riego de bajo consumo y adecuado transporte de ésta	El proyecto no realizará actividades agrícolas por lo que este criterio no aplica.
Ag23	Se prohíbe tirar residuos, depositar envases y lavar equipos utilizados en la aplicación de plaguicidas en canales de riego u otros cuerpos de agua	El proyecto no utilizará plaguicidas en ningún momento.
P1	Se permitirá la ganadería intensiva en zonas con pendientes menores de 10 grados.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P2	Se regulará el pastoreo de ganado bovino, ovino y caprino en zonas forestales	El proyecto no realizará actividades de pastoreo por lo que este criterio no aplica.
P3	Las áreas con vegetación arbustiva y/o arbórea con pendientes superiores a 15 grados sólo podrán utilizarse para el pastoreo en épocas de lluvias.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P4	Se permite la ganadería extensiva siempre y cuando los hatos no rebasen los coeficientes de agostadero asignados para la región	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P5	Se permite la ganadería controlada en zonas con pendientes de 15-25 grados.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P6	No se permite el pastoreo en pendientes mayores de 25 grados.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P7	Se deberá evitar la quema de la vegetación que se lleve a cabo para promover el crecimiento de renuevo para el consumo del ganado	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P8	Se deberán establecer cercas vivas para delimitar las áreas de pastoreo.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P9	Se deberá mantener una franja mínima de vegetación natural sobre el perímetro de los predios silvo-pastoriles.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P10	Se deberá posibilitar la introducción de pastos mejorados acorde con las condiciones del área.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P11	La ganadería extensiva de caprino deberá regularse, entre otros aspectos su asistencia técnica supervisada por la SAGARPA	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P12	El desarrollo de la ganadería deberá limitarse en áreas sin problemas de erosión.	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
P13	Los suelos con aptitud para pastizales que pretendan ser utilizados deberán estar sujetos al índice de agostadero	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
P14	No deberá fomentarse la actividad caprina en sierras y cañones con aptitud forestal así como con susceptibilidad alta y muy alta a la erosión hídrica	El proyecto no realizará actividades de ganadería por lo que este criterio no aplica.
Mi2	Se deberá restaurar el área afectada por las actividades y explotación minera	El proyecto no es considerado como una actividad minera y por lo tanto este criterio no aplica.
Mi3	Se deberá programar la explotación en concordancia con la recuperación de las áreas.	El proyecto no es considerado como una actividad minera y por lo tanto este criterio no aplica.
Mi4	Se deberá realizar un programa de control post-operacional para minas a cielo abierto y subterráneas	El proyecto no es considerado como una actividad minera y por lo tanto este criterio no aplica.
Mi5	Se deberá realizar las acciones necesarias de control y prevención de la contaminación que establezcan las disposiciones aplicables y las normas específicas que para el sector minero.	El proyecto no es considerado como una actividad minera y por lo tanto este criterio no aplica.
Mi6	Se deberán realizar sondeos para detectar acuíferos que estén cerca del frente de la mina, para evitar la contaminación del manto freático.	El proyecto no es considerado como una actividad minera y por lo tanto este criterio no aplica.
Mi7	Se deberán realizar las inversiones y actividades necesarias para atender la restauración y rehabilitación de su entorno.	El proyecto no es considerado como una actividad minera y por lo tanto este criterio no aplica.
Ac1	Se permitirá el aprovechamiento pesquero en los cuerpos de agua controlando los niveles de extracción	El proyecto no realizará actividades pesqueras. Este criterio no aplica.
Ac2	Se repoblarán los cuerpos de aguas con especies de fauna nativa: bagre, charal, carpa, rana toro, etc.	El proyecto no realizará actividades pesqueras. Este criterio no aplica.
Ac3	No se permitirá la introducción de organismos acuáticos alóctonos ni el desarrollo de la acuicultura con especies exóticas en los cuerpos de agua.	El proyecto no realizará actividades pesqueras. Este criterio no aplica.
I1	Los bordes y caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos nativos.	No aplica este criterio, debido a la naturaleza del proyecto.
I2	Los taludes en caminos deberán estabilizarse y revegetarse con especies nativas.	El proyecto no requiere de la construcción de taludes.
I3	La construcción de nuevos caminos en áreas naturales protegidas se realizará en función de los decretos y Programas de Manejo correspondientes	El proyecto no se encuentra en ningún Área Natural Protegida, por lo que no aplica este criterio.

No	Criterios de la UGA 4	Vinculación con el proyecto
I4	Los servicios de energía eléctrica, teléfonos, etc., serán instalados siguiendo las disposiciones y condicionantes del EIA.	El proyecto cuenta con su propia Manifestación de Impacto Ambiental aunque no forme parte del sector de este tipo de servicios.
I5	Las características de las construcciones en los nuevos desarrollos urbanos y turísticos estarán sujetas a la Manifestación de Impacto Ambiental.	Aunque el proyecto no representa un nuevo desarrollo urbano o turístico, éste sí cuenta con su respectiva Manifestación de Impacto Ambiental.
I6	Se permitirán industrias relacionadas al procesamiento de productos agropecuarios.	El proyecto no es parte de la industria agropecuaria. Este criterio no aplica.
I7	Las industrias deberán estar rodeadas por barreras de vegetación.	El proyecto considera en el diseño de las medidas de mitigación el realizar actividades de reforestación en su perímetro.
I8	No se permitirá el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales.	El proyecto considerará esta medida durante su establecimiento en el sitio.
I9	La ubicación y operación de sitios destinados a rellenos sanitarios deberá observar las disposiciones de la norma NOM-082-ECOL-1996 y norma NOM-084-ECOL-1994.	El proyecto no desarrollará la instalación de rellenos sanitarios.
I10	En cada presa debe de existir un programa de reforestación	El proyecto no es una presa. Sin embargo, al ser considerado como establecimiento industrial, este realizará actividades de reforestación en su área perimetral.
I12	El mantenimiento y revisión de las estructuras que conforman las presas, bordo, obras de desvío, etc., deberán de realizarse mínimo cada año	No aplica para este proyecto, debido a su naturaleza.

Como es posible apreciar, el Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Tlaxcala no establece ninguna limitación o restricción para el desarrollo de un proyecto como Tlaxcala Solar. El Ordenamiento sí establece ciertas condicionantes que se deberán de tomar en cuenta para el diseño y la implementación del proyecto. Se considera que mediante la propuesta de las medidas de mitigación que se realiza en el presente estudio, es posible asegurar que el proyecto no contravendrá en ningún momento ninguno de los criterios establecidos para ninguna de las dos UGA.

3.3 Legislación Municipal

3.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico Local del Municipio de Calpulalpan

A la fecha de realización del presente estudio, no existe decreto publicado en el Periódico Oficial del Estado de Tlaxcala que establezca documento alguno como Ordenamiento

Ecológico del territorio del municipio de Calpulalpan. Por lo que ninguna vinculación fue realizada con el proyecto Tlaxcala Solar.

3.3.2 Plan Municipal de Desarrollo Calpulalpan (2017-2021)

El Plan de Desarrollo Municipal tiene por objeto el dictar las acciones y estrategias a seguir por la administración municipal para lograr un desarrollo equilibrado, equitativo y participativo para el municipio de Calpulalpan, garantizando así el estado de derecho y la eficiente labor de los funcionarios públicos dentro de su “universo de acción”.

El Plan establece cuatro ejes de trabajo (Calpulalpan Seguro, Calpulalpan Saludable, Educación para Calpulalpan y Desarrollo Económico), de los cuales, se considera que el proyecto Tlaxcala Solar puede ser vinculado directamente con el eje de Desarrollo Económico. Este eje establece como objetivo:

Impulsar políticas públicas que sean atractivas a los inversionistas locales, estatales, federales e incluso internacionales que propicien la generación de empleos y de empresas formales haciendo del municipio el mejor lugar para el establecimiento de las mismas.

Con el fin de lograr el cumplimiento de este objetivo, el Plan establece la siguiente estrategia:

Crear las condiciones necesarias para el establecimiento de empresas o negocios que deseen invertir en el municipio otorgándoles todas las facilidades y condiciones necesarias para su establecimiento propiciando se puedan hacer estables y a largo plazo en beneficio de la población del municipio, adherirse a programas que permitan tener un ingreso a la población beneficiada del municipio por la gestión de programas federales y estatales.

Ahora si bien, el Plan no establece ninguna medida o consideración específica para el sector al cual pertenece el proyecto (Generación de energía eléctrica mediante el aprovechamiento de fuentes de energía renovable), es posible considerar que Tlaxcala Solar representa tanto una inversión significativa como una fuente de empleo que contribuirá al logro de los objetivos del Plan. Por esta razón se considera que el proyecto es compatible con el desarrollo del municipio de Calpulalpan.

3.3.3 Bandos y reglamentos municipales

El proyecto en cuestión contempla las disposiciones de los bandos y reglamentos del Ayuntamiento del gobierno local y del área de influencia del mismo, sin que exista contravención alguna con los planes de desarrollo para el municipio en el que se encuentra, Calpulalpan, en el estado de Tlaxcala.

3.4 Normas Oficiales Mexicanas

3.4.1 Atmósfera

NOM-041-SEMARNAT-2015.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación, que usan gasolina como combustible (DOF 10 de junio de 2015).

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera

óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-042-SEMARNAT-2003.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales o no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y partículas provenientes del escape de los vehículos automotores nuevos, cuyo peso bruto vehicular no exceda los 3,857 kilogramos, que usan gasolina, gas licuado de petróleo, gas natural y diésel, así como de las emisiones de hidrocarburos evaporativos provenientes del sistema de combustible de dichos vehículos (DOF 7 de septiembre de 2005).

Esta norma se encuentra vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio; con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo, provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, equipadas con este tipo de motores (DOF 12 de octubre de 2006).

Dicha norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de la maquinaria y equipo, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

NOM-045-SEMARNAT-2006.- 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 (DOF 13 de septiembre de 2007).

Esta norma está vinculada con el proyecto en las etapas de preparación y construcción del sitio y con la utilización de vehículos en circulación que usan diésel como combustible, los cuales deberán operar de manera óptima y en caso contrario, reemplazarlos por otros que se encuentren en perfectas condiciones.

3.4.2 Suelo y Subsuelo

NOM-027-SEMARNAT-1996.- Que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de tierra de monte (DOF 5 de junio de 1996).

La vinculación de esta norma con él es en la etapa de preparación del sitio, en cuanto a los procedimientos, criterios y especificaciones para el almacenamiento de tierra de monte, cumpliendo con lo establecido en la presente norma.

NOM-138-SEMARNAT-SS-2003.- Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos; las especificaciones para su caracterización y remediación (DOF. 29 de marzo de 2005).

Se deben tomar todas las precauciones y las medidas de seguridad para evitar el derrame de hidrocarburos (gasolina, diésel, aceites, etcétera) al suelo. En caso de derrame, se deberá proceder de inmediato con la remediación correspondiente, a través de una empresa competente que cuente con la tecnología adecuada para ello. Esta norma aplica en todas aquellas etapas donde pudiera haber derrame de hidrocarburos.

3.4.3 Residuos Peligrosos

NOM-052-SEMARNAT-2005.- Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos (DOF 13 de junio de 2006).

Establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, se incluyen los listados de los residuos peligrosos y las características que hacen que se consideren como tales. Es de observancia obligatoria. Aplica en todas las etapas del proyecto, para identificar si se están generando residuos peligrosos y en su caso, dar la gestión integral correspondiente conforme a la legislación vigente.

NOM-053-SEMARNAT-1993.- Que establece el procedimiento para llevar a cabo la prueba de extracción, para determinar los constituyentes que hacen a un residuo peligroso, por su toxicidad al ambiente (D.O.F. 22 de octubre de 1993).

Establece el procedimiento para la determinación de los constituyentes que hacen a un residuo peligroso. Es de observancia obligatoria y aplica en todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento correspondiente conforme a la legislación vigente.

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-ECOL-1993 (DOF. 22 de octubre de 1993).

Establece el procedimiento para la determinación de incompatibilidad entre dos o más residuos. Es de observancia obligatoria y aplica en todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento correspondiente conforme a la legislación vigente.

3.4.4 Residuos de Manejo Especial

NOM-161-SEMARNAT-2011.- Que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes 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 (DOF 1° de febrero de 2013).

Establece los criterios para la clasificación de residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a planes de manejo, su listado y procedimiento. Es de aplicación obligatoria y aplica en todas las etapas del proyecto donde se generen estos residuos, para su posterior seguimiento correspondiente conforme a la legislación vigente.

3.5 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal

Se realizó el análisis de los datos espaciales disponibles para las Áreas de Importancia en los niveles federal, estatal y municipal; con el objetivo de determinar una posible afectación por la propuesta del Área de Proyecto (AP) de Tlaxcala Solar y la determinación de su Sistema Ambiental (SA). Con tal fin, se tienen en cuenta las distintas áreas que se presentan a continuación:

- ANP - Área Natural Protegida (Federal Y Estatal)
- AICA - Área de Importancia para la Conservación de las Aves
- Sitios RAMSAR
- UMA - Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre
- RTP - Regiones Terrestres Prioritarias
- RHP - Regiones Hidrológicas Prioritarias

Para su consulta y revisión, se agrega al presente documento el **Anexo 3: Mapas de Área de Importancia**, en el cual se incluyen cada una de las áreas mencionadas anteriormente.

3.5.1 Áreas Naturales Protegidas

El Convenio de Diversidad Biológica define a las áreas protegidas como “áreas definidas geográficamente que hayan sido designadas o reguladas y administradas para lograr los objetivos específicos de conservación.” Las áreas protegidas proporcionan una serie de bienes y servicios ecológicos al mismo tiempo que preservan el patrimonio natural y cultural. En el estado de Tlaxcala existen varios decretos para las siguientes áreas naturales protegidas:

Jurisdicción federal

- Xicotencatl
- Malinche o Matlalcueyatl

Jurisdicción estatal

- Parque Ecológico Público Diego Muñoz Camargo
- La Ciénega
- Rancho Los Pitzocales o el Carmen
- Rancho Teometitla

El Sistema Ambiental, así como el Área del Proyecto (AP) de Tlaxcala Solar no inciden en ninguna de estas áreas.

El AP se encuentra a una distancia de 35 km de distancia al noroeste de la ANP más cercana, Xicotencatl.

Ver Anexo Capítulo 3. Áreas de Importancia.

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

A partir de la necesidad de preservar a las aves, nació el programa de las AICAS el cual surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la

preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Inició con apoyo de la Comisión para la Cooperación Ambiental de Norteamérica (CCA) con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

Las AICA más cercanas al AP son:

- Subcuenca de Tecomulco en el estado de Hidalgo (29 km al norte)
- La Malinche en el estado de Tlaxcala (46 km al sureste)
- El Popocatepetl en los estados de México y Puebla (29 km al suroeste)
- El Lago de Texcoco en el estado de México (45 km al oeste)

Debido a la distancia de estas áreas con el AP, y a la misma naturaleza del proyecto (central fotovoltaica), no se considera que estas áreas sean afectadas de ninguna manera por el desarrollo de Tlaxcala Solar.

Ver Anexo Capítulo 3. Áreas de Importancia.

3.5.3 Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional, llamada la Convención de RAMSAR, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos.

El sitio RAMSAR más cercano al AP es la Presa de Atlagatepec a 29 km al este del proyecto. Se encuentra a la suficiente distancia para no considerar afectación alguna a este sitio.

Ver Anexo Capítulo 3. Áreas de Importancia.

3.5.4 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMA)

Las Unidades de Manejo para la conservación de vida Silvestre (UMA) son *espacios de promoción de esquemas alternativos de producción compatibles con la conservación de vida silvestre* (cita). Su objetivo es el aprovechamiento extractivo y no extractivo de la vida silvestre, por lo tanto está regulado por la SEMARNAT. Pueden ser predios o instalaciones en las cuales el manejo puede ser extensivo (en vida libre) o intensivo (en cautiverio). La Ley General de Vida Silvestre establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT, 2005).

El proyecto no se encuentra cerca de ninguna UMA. No hay UMA registradas en el estado de Tlaxcala. Por lo que ningún área de este tipo se verá afectada por la implementación del proyecto.

Ver Anexo Capítulo 3. Áreas de Importancia.

3.5.5 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)

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

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

El proyecto no incide en alguna RTP. Las regiones más cercanas al AP son:

- La Malinche (46 km al sureste)
- Sierra Nevada (9 km al suroeste)

Debido a esta distancia y a la naturaleza del proyecto Tlaxcala Solar, no se considera afectación alguna a ninguna de estas regiones.

Ver Anexo Capítulo 3. Áreas de Importancia.

3.5.6 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)

El programa de Regiones Hidrológicas Prioritarias implantado en 1998 por la CONABIO, tiene como objetivo, obtener un diagnóstico de las principales subcuencas y sistemas acuáticos del país considerando las características de biodiversidad y los patrones sociales y económicos de las áreas identificadas, para establecer un marco de referencia que pueda ser considerado por los diferentes sectores para el desarrollo de planes de investigación, conservación uso y manejo sostenido.

EL AP incide directamente sobre la RHP denominada Llanos de Apan. De acuerdo a la caracterización de la región realizada por CONABIO, esta RHP presenta las siguientes problemáticas:

- Modificación del entorno: lagos del eje neovolcánico muy afectados por urbanización, agricultura e industria.
- Contaminación: urbana e industrial
- Uso de recursos: especies introducidas de carpa *Cyprinus carpio* y *Xiphophorus variatus*.

Un aspecto importante del proyecto es no contribuir a las problemáticas de esta región, por lo que, considerando la naturaleza del proyecto, sus características y las medidas de mitigación propuestas en este documento, se realiza la vinculación del proyecto con las problemáticas de la RHP:

Problemática de la RHP	Vinculación con el proyecto
Modificación del entorno: lagos del eje neovolcánico muy afectados por urbanización, agricultura e industria.	El proyecto no se establecerá en las proximidades de ningún lago o cuerpo de agua. Por su naturaleza, no realizará descargas de agua que puedan afectar este tipo de ecosistemas.
Contaminación: urbana e industrial	El proyecto es considerado como un proyecto de aprovechamiento de energía limpia. Con excepción de su proceso constructivo, el proyecto no generará emisiones a la atmósfera. De igual manera, el proyecto considera la gestión eficiente y adecuada de la totalidad de residuos peligrosos y no peligrosos que se generen durante todas sus

Problemática de la RHP	Vinculación con el proyecto
	etapas, previniendo así la contaminación del suelo y del agua.
Uso de recursos: especies introducidas de carpa <i>Cyprinus carpio</i> y <i>Xiphophorus variatus</i>	El proyecto por su naturaleza, no manejará o contribuirá a la presencia de estas especies en ningún ecosistema.

Como es posible apreciar, el desarrollo de un proyecto como Tlaxcala Solar, no agravará las problemáticas de la RHP Llanos de Apan en la cual se establecerá.

Ver Anexo Capítulo 3. Áreas de Importancia.

3.6 Conclusiones

Las obras y actividades relacionadas con la construcción y puesta en operación de Tlaxcala Solar conllevan el cumplimiento de disposiciones de carácter federal, sin embargo, hoy en día los criterios para demostrar la sustentabilidad de un proyecto de generación de energía eléctrica a partir de radiación solar para obtener las autorizaciones ambientales, concesiones, registros y licencias federales correspondientes, se encuentra sujeto a demostrar la congruencia con los criterios de regulación ambiental establecidos en los ordenamientos ecológicos del territorio tanto en el ámbito estatal como en el ámbito municipal, por lo que respecta a los usos del suelo, ya que se trata de facultades y atribuciones constitucionales debidamente otorgadas a las Entidades Federativas y los Gobiernos Municipales, respectivamente.

Cabe señalar que la operación del proyecto Tlaxcala Solar representa una fuente limpia y libre de las emisiones a la atmósfera asociadas a la generación de energía eléctrica además de que como parte de las políticas de operación y funcionamiento se cuenta con una gestión adecuada del riesgo ambiental asociado con esta actividad.

De acuerdo al análisis realizado en el presente documento sobre la normatividad federal, estatal y municipal y su vinculación con el proyecto Tlaxcala Solar, tomando en cuenta las obligaciones ambientales legales que se desprenden de las leyes antes analizadas, incluyendo las disposiciones estatales y municipales en la materia, se concluye que la construcción del proyecto conlleva únicamente el condicionamiento jurídico y técnico a través de la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación necesarias, hasta en tanto se cumplan con cabalidad las condiciones jurídicas para la obtención de los permisos, licencias, autorizaciones, registros o concesiones necesarios para su construcción y operación.

3.6.1 Factores Ambientales

El área donde se pretende construir y operar Tlaxcala Solar está catalogada como una zona agrícola, la cual es considerada como zona de uso de suelo agrícola, por lo que no requerirá de cambio de uso de suelo para su implementación.

Como se mencionó en el inciso 3.5 Áreas Naturales Protegidas y Prioritarias a Nivel Federal, Estatal y Municipal del presente documento, el área donde se pretende llevar a cabo Tlaxcala Solar, no se encuentra dentro o en las inmediaciones de ninguna Área

Natural Protegida, federal, estatal o municipal (AP). Sin embargo, el proyecto si se encuentra e incide en una Región Hidrológica Prioritaria: Llanos de Apan; aun así, por su naturaleza, éste no representa una afectación a la integridad ecológica de ninguna de las áreas de importancia antes mencionadas.

En el marco legal vigente en México se reconoce al aprovechamiento de radiación solar como energía limpia. Consecuentemente, dicha tecnología tiene derecho a recibir los beneficios otorgados en la legislación. A su vez, el aprovechamiento de radiación solar recibe también los beneficios que se reconocen a las energías renovables en la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética.

Se realizó el diseño del proyecto de Tlaxcala Solar, considerando la naturaleza de su proceso para asegurar el cumplimiento de las disposiciones establecidas por la normatividad vigente en la materia y asegurando el no comprometer la estabilidad ecológica del sitio donde se pretende desarrollar.

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DIRECTA DEL PROYECTO.....103

4.1 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	103
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL	108
4.2.1 ASPECTOS ABIÓTICOS	108
4.2.1.1 Clima	108
4.2.1.1.1 Tipo de clima.....	111
4.2.1.1.2 Tipos de clima identificados en el área de estudio	112
4.2.1.1.3 Temperatura.....	113
4.2.1.1.4 Precipitación.....	116
4.2.1.1.5 Vientos dominantes (dirección y velocidad) en forma mensual y anual.....	118
4.2.1.1.6 Fenómenos climatológicos	119
4.2.1.1.6.1 Temperaturas extremas.....	119
4.2.1.1.6.2 Heladas.....	120
4.2.1.1.6.3 Ciclones (Huracanes)	120
4.2.1.1.6.4 Granizo	123
4.2.1.1.6.5 Sequías	123
4.2.1.1.6.6 Inundaciones	126
4.2.1.1.7 Geología y geomorfología.....	128
4.2.1.1.7.1 Geología	128
4.2.1.1.7.2 Geomorfología.....	128
4.2.1.1.7.3 Subprovincia fisiográfica	128
4.2.1.1.7.4 Topoformas	133
4.2.1.1.7.5 Pendiente y relieve.....	133
4.2.1.1.8 Presencia de fallas y fracturas.....	135
4.2.1.1.9 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica.....	135
4.2.1.1.9.1 Sismos.....	135
4.2.1.1.9.2 Deslizamiento (hundimientos)	137
4.2.1.1.9.3 Volcanes.....	137
4.2.1.1.10 Suelos	141
4.2.1.1.11 Tipos de suelos y asociaciones presentes en el área de estudio de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI	143
4.2.1.1.11.1 Unidades de Suelo	143
4.2.1.1.12 Erosión.....	146
4.2.1.1.12.1 Erosión potencial (Ep).....	147
4.2.1.1.12.2 Erosión actual del suelo (Ea)	148
4.2.1.1.13 Hidrología.....	149
4.2.1.1.13.1 Hidrología superficial	149
4.2.1.1.13.2 Red hidrográfica del Área del Proyecto	151
4.2.1.1.13.3 Hidrología subterránea.....	154

4.2.1.13.4	Volúmenes y gasto hidráulico	155
4.2.1.14	Infiltración	156
4.2.1.14.1	Escenario del cambio en la capacidad de infiltración del área.....	157
4.2.2	COMPONENTES BIÓTICOS.....	158
4.2.2.1	Vegetación	158
4.2.2.1.1	Métodos	159
4.2.2.1.2	Trabajo de Gabinete.....	159
4.2.2.2	Muestreo	159
4.2.2.2.1	Parcelas circulares.....	160
4.2.2.3	Resultados	164
4.2.2.3.2	Vegetación actual dentro del Sistema Ambiental.....	167
4.2.2.3.3	Vegetación actual dentro del Área del Proyecto	167
4.2.2.4	Flora	167
4.2.2.4.1	Flora dentro del Sistema Ambiental.....	167
4.2.2.4.2	Estado de Protección de la flora registrada para el Sistema Ambiental.....	170
4.2.2.4.3	Flora dentro del Área del Proyecto.....	170
4.2.2.4.4	Estado de Protección de la flora registrada para el Área del Proyecto.....	172
4.2.2.5	Fauna	172
4.2.2.6	Metodología	178
4.2.2.6.1	Búsqueda Intensiva.....	178
4.2.2.7	Resultados	180
4.2.2.7.1	Listado de especies de aves registrada en el área del proyecto.....	180
4.2.2.7.2	Índices de diversidad.....	182
4.2.2.7.3	Abundancia relativa de aves.....	182
4.2.2.8	Paisaje	184
4.2.2.8.1	Agentes modeladores del paisaje.....	184
4.2.2.8.2	Componentes bióticos del paisaje.....	185
4.2.2.8.3	Elementos del paisaje.....	185
4.2.2.8.4	Elementos visuales básicos.....	186
4.2.2.8.5	Análisis de la calidad visual	192
4.2.2.8.6	Calidad visual en el área de estudio	193
4.2.2.8.7	Análisis de la fragilidad visual	194
4.2.2.8.8	Fragilidad visual en el área de estudio.....	195
4.2.2.8.9	Conclusion.....	195
4.2.3	MEDIO SOCIOECONÓMICO	196
4.2.4	TAMAÑO, ESTRUCTURA Y CRECIMIENTO DE LA POBLACIÓN	197
4.2.5	MARGINACIÓN Y DESARROLLO SOCIAL.....	197
4.2.6	MIGRACIÓN	199
4.2.7	RELIGIÓN.....	199
4.2.8	EDUCACIÓN	200
4.2.9	SALUD	200
4.2.10	ABASTO E INFRAESTRUCTURA.....	201
4.2.11	VIVIENDA Y SERVICIOS PÚBLICOS.....	201

4.2.12	HOGARES Y FAMILIAS.....	202
4.2.13	MEDIOS DE COMUNICACIÓN.....	202
4.2.14	VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	203
4.2.15	TRABAJO Y CONDICIONES LABORALES.....	203
4.2.16	NIVEL Y DISTRIBUCIÓN DE INGRESOS.....	203
4.2.17	PATRIMONIO HISTÓRICO Y CULTURAL	204
4.2.18	DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	212
4.2.18.1	Integración e interpretación del inventario ambiental.....	212
4.2.18.2	Síntesis del inventario.....	212

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

4.1 Delimitación del Área de Estudio

La importancia de describir el Sistema Ambiental (SA) para efecto de un estudio de impacto ambiental radica en el reconocimiento del estado cero, o sin proyecto, de la zona donde se pretende construir el mismo, para después poder valorar cuáles serán los impactos tanto adversos como benéficos que resulten de la ejecución del proyecto, cuyas alternativas, diseño y medidas de mitigación se propongan de acuerdo a los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

Con el SA se define la unidad geográfica de referencia para la evaluación de impacto ambiental; esta unidad geográfica debe abarcar los ecosistemas con relevancia para el proyecto evaluado y en los cuales el desarrollo y operación del mismo podría influir.

Un ecosistema es un superorganismo con una complejidad organizacional con múltiples interacciones y recursividad. No es un concepto espacial, y por consiguiente, no se le atribuye una distribución geográfica (Alessandro & Pucciarelli, 2012). Al conformar los ecosistemas sistemas continuos, sin fronteras y carecer de barreras definidas, se hace evidente la dificultad para establecer la delimitación de estos. No obstante, para la evaluación de impacto ambiental es necesario contar con un sistema de referencia el cual, al tener límites territoriales, permite concretar el ámbito de análisis. A través de esta noción de SA, es posible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y funcionamiento de los ecosistemas presentes, y prever cómo y en qué nivel el proyecto va influir en los procesos que se llevan a cabo.

Para lograr lo anterior, se hace necesario realizar un análisis del territorio, con un enfoque sistémico y holístico que permita obtener una visión integral de los componentes y procesos que se tienen lugar, a distintas escalas, en el área del proyecto. Para llevar a cabo el diagnóstico de un sistema territorial existen numerosos enfoques. Gómez Orea en su libro Ordenación Territorial (Gómez Orea, 2002) adopta una aproximación por subsistemas y menciona los siguientes:

- Medio físico: elementos y procesos naturales del territorio.
- Población: sus actividades de producción, consumo y relación social.
- Sistema de asentamientos: el conjunto de asentamientos humanos y los canales a través de los que se relacionan.
- Marco legal e institucional: regula y administra las reglas de funcionamiento.

Todos estos componentes pueden ser inventariados, analizados y cartografiados utilizando los Sistemas de Información geográfica (SIG). Así, para diagnosticar el sistema territorial, se usó el software de Sistemas de Información Geográfica ArcGIS 10.2. con el objetivo de lograr una visión integral del área a distintas escalas espaciales.

Siguiendo el enfoque de Gómez Orea (2002), se cargó en dicho software información referente a la hidrología, edafología, litología, topología, fisiografía, topoformas, dirección del viento, uso de suelo y vegetación, red de comunicación, localidades rurales y urbanas y áreas protegidas.

Tras el diagnóstico inicial del territorio, y teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, se concluyó que, debido a la dificultad de delimitar geográficamente los ecosistemas por su ausencia de barreras físicas reales, lo más adecuado era considerar como SA como parte de la subcuenca hidrográfica, debido a que ésta tiene unos límites bien establecidos conformados por los parteaguas.

En años recientes, las cuencas hidrográficas se han convertido en unidades físico-naturales cada vez más utilizadas para el estudio y gestión de los recursos naturales en México y el mundo (Walker *et al.*, 2002; Cotler y Caire, 2009). El análisis ambiental en un contexto de cuencas permite entender las interrelaciones entre los recursos y condiciones naturales (relieve-suelo-clima-vegetación-fauna), así como las formas en las cuales la población hace uso de ellos, y su impacto en los ecosistemas (Sabatier *et al.*, 2005). El enfoque de cuencas nos da la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades resultantes de los diferentes usos del suelo, así como las derivadas del desarrollo de un nuevo proyecto

A partir del Modelo Digital de Elevación (MDE) y usando las herramientas provistas por el software SIG gvSIG 2.1. en el módulo de Hidrología de Sextante, se delimitaron las subcuencas que conforman la zona. Un MDE es la representación de manera continua de la elevación del terreno. Usando un MDE como base del análisis, se puede determinar la red de drenaje, y con ella, delimitar las cuencas, subcuencas y microcuencas, dependiendo del objetivo de nuestro análisis y la escala espacial requerida para ello (Olaya, 2004).

Se consideró, por tanto, la infraestructura (caminos y carreteras), hidrografía y la topografía del área para delimitar SA y constituir un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales existentes en el estado cero, y los generados como consecuencia de la implantación de la central fotovoltaica. Durante el análisis se observó que la microcuenca en la que se encuentra inmerso el proyecto está atravesada en la parte Oeste por la carretera federal no. 40 D Arco Norte y en la parte Norte la carretera asfaltada Apizaco – Benito Juárez. Las carreteras actúan de barreras físicas de los ecosistemas, por lo que el SA se encuentra delimitado por esta. Además, a este SA se le incluyó el área ocupada por la línea de transmisión y su derecho de vía.

De manera concisa, podemos concluir que la delimitación del Sistema Ambiental del proyecto, se realizó con base en:

- Dimensión, ubicación y naturaleza del proyecto
- Curvas de nivel (topografía)
- Red hidrográfica
- Vías de comunicación

El SA se encuentra en el municipio de Calpulalpan, en el Estado de Tlaxcala y ocupa un área de 1,812.48 ha (ver Figura 1).

El Área del Proyecto (AP) , se establece como una parte del SA con potencial influencia hacia y desde el proyecto, que está contenida en el SA y que a su vez contiene al Área donde se llevaran a cabo las obras temporales y permanentes. En este ejercicio se transitará de lo general a lo particular y se describirán los componentes relevantes para las áreas.

Una vez definido el SA y el AP se procedió a describir la línea de base, esto se realizó considerando la compilación y el análisis de información bibliográfica existente. Posteriormente se realizaron visitas a campo para el reconocimiento de la zona y recopilación de información específica tanto del medio físico, biótico y social. Además de definir y evaluar la línea base ambiental, se identificaron los patrones de cambio observados en los últimos años, con la finalidad de poder extrapolar el estado del medio ambiente en el corto, mediano y largo plazo.

Las dimensiones de las superficies de cada área se definen a continuación:

- | | |
|--------------------------|-------------|
| • Sistema Ambiental (SA) | 1,812.48 ha |
| • Área del Proyecto (AP) | 395.29 ha |

Debido a la cercanía de las tres áreas definidas y al análisis de los componentes bióticos y abióticos, se determinó que no existen diferencias significativas entre las dos zonas, por lo tanto, nos referiremos al área de estudio (donde se incluye el SA y el AP) para englobar dichas áreas, y en caso de presentar alguna diferencia ésta se especificará en el apartado correspondiente.

Figura 1: Sistema Ambiental y Área del Proyecto

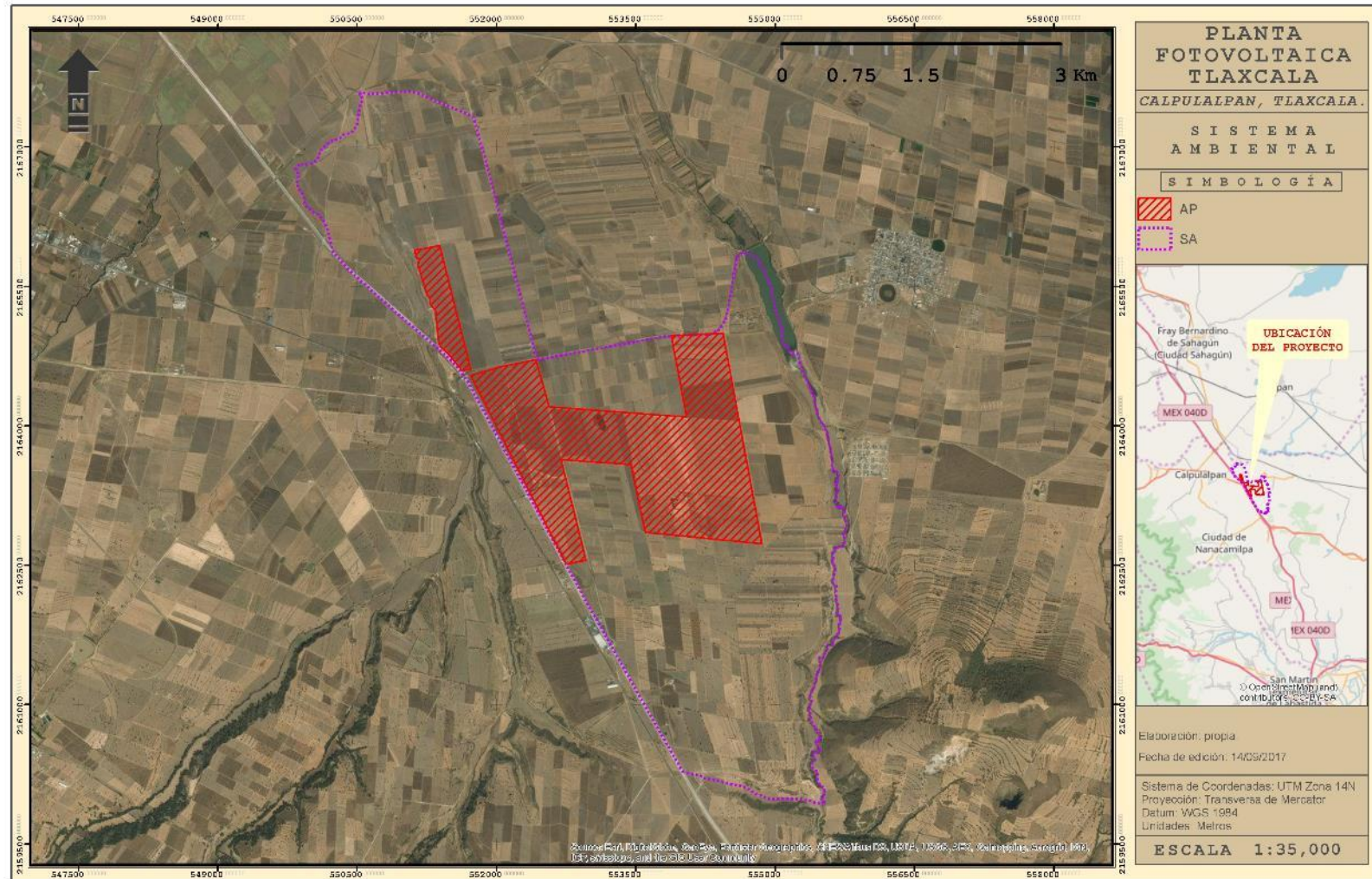


Figura 2: Área del Proyecto



4.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental

4.2.1 Aspectos abióticos

Los componentes abióticos son los distintos elementos que determinan el espacio físico en el cual habitan los seres vivos; entre los más importantes: el agua, la temperatura, el suelo, la humedad y el aire.

4.2.1.1 Clima

El clima comprende valores estadísticos sobre los elementos del tiempo atmosférico en una región durante un período representativo: temperatura, humedad, presión, viento y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen con la recopilación de forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años como mínimo. Estas épocas necesitan ser más largas en las zonas subtropicales y templadas que en la zona intertropical, especialmente, en la faja ecuatorial, donde el clima es más estable y menos variable en lo que respecta a los parámetros climáticos.

Los factores naturales que afectan al clima son la latitud, altitud, orientación del relieve, continentalidad (o distancia al mar) y corrientes marinas. Según se refiera al mundo, a una zona o región, o a una localidad concreta se habla de clima global, zonal, regional o local (microclima), respectivamente.

El clima es un sistema complejo por lo que su comportamiento es difícil de predecir. Por una parte, hay tendencias a largo plazo debidas normalmente a variaciones sistemáticas como la de la concentración de los gases de efecto invernadero, la de la radiación solar o los cambios orbitales.

Para el estudio del clima hay que analizar los elementos del tiempo: la temperatura, la humedad, la presión, los vientos y las precipitaciones. De ellos, las temperaturas medias mensuales y los montos pluviométricos mensuales son los datos más importantes que normalmente aparecen en los gráficos climáticos.

Factores que modifican el clima:

- Latitud
- Altitud
- Relieve
- Masa de agua
- Vegetación
- Distancia al mar
- Calor
- Longitud
- Tiempo-espacio
- Auroras Boreales

- Tiempo atmosférico

Elementos del clima:

- Temperatura
- Presión atmosférica
- Viento
- Humedad
- Precipitaciones
- Latitud geográfica

Latitud

La latitud determina la inclinación con la que caen los rayos del Sol y la diferencia de la duración del día y la noche. Cuanto más directamente incide la radiación solar, más calor aporta a la Tierra.

Las variaciones en latitud son causadas, por la inclinación del eje de rotación de la Tierra. El ángulo de incidencia de los rayos del Sol no es el mismo en verano que en invierno siendo la causa principal de las diferencias estacionales. Cuando los rayos solares inciden con mayor inclinación calientan mucho menos porque el calor atmosférico tiene que repartirse en un espesor mucho mayor de atmósfera, con lo que se filtra y dispersa parte de ese calor. También podemos referirnos a la variación diaria de la inclinación de los rayos solares: las temperaturas atmosféricas más frías se dan al amanecer y las más elevadas, en horas de la tarde.

Los efectos de la latitud sobre las precipitaciones, son la determinación de la localización de los centros de acción que dan origen a los vientos: anticiclones (centros de altas presiones) y ciclones (áreas de baja presión o depresiones). La ubicación de los centros de acción determina la dirección y mecánica de los vientos planetarios o constantes y por consiguiente, las zonas de mayor o menor cantidad de precipitación. Los cuatro paralelos notables (Trópicos y círculos polares) generan la existencia de grandes zonas anticiclónicas y depresiones de origen dinámico, es decir, originadas por el movimiento de rotación terrestre y de origen térmico (originadas por la desigual repartición del calentamiento de la atmósfera).

Por otra parte, a mayor inclinación, mayor será la componente horizontal de la intensidad de radiación. Mediante sencillos cálculos trigonométricos puede verse que:

$$I \text{ (incidente)} = I \text{ (total)} \cdot \cos \theta$$

Altitud

La altitud de una región determina la delimitación de los pisos térmicos, que son fajas climáticas delimitadas por curvas de nivel que generan también curvas de temperatura (isotermas) que se han establecido tomando en cuenta tipos de vegetación, temperaturas y orientación del relieve.

A mayor altitud con respecto al nivel del mar, menor temperatura. Además, si aumentamos la altitud cada 180 m la temperatura (T°) descenderá 1°C .

En la zona intertropical existen cuatro pisos térmicos:

1. Macrotérmico (0 a 1 km): su temperatura varía entre los 20 y 29°C , presenta una pluviosidad variable.
2. Mesotérmico (1 a 3 km): presenta una temperatura entre los 10 y 20°C , su clima es montañoso.
3. Microtérmico (3 a 4,7 km): su temperatura varía entre los 0 y 10°C . Presenta un tipo de clima de Páramo.
4. Gélido (más de 4,7 km): su temperatura es menor de -0°C y le corresponde un clima de nieve de alta montaña.

El cálculo aproximado que se realiza, es que, al elevarse 180 m, la temperatura baja 1°C .

Orientación del relieve

La disposición de las cordilleras más importantes con respecto a la incidencia de los rayos solares determina dos tipos de vertientes o laderas montañosas: de solana y de umbría.

Al norte del Trópico de Cáncer, las vertientes de solana son las que se encuentran orientadas hacia el sur, mientras que al sur del Trópico de Capricornio las vertientes de solana son, obviamente, las que están orientadas hacia el norte. En la zona intertropical, las consecuencias de la orientación del relieve con respecto a la incidencia de los rayos solares no resultan tan marcadas, ya que una parte del año el sol se encuentra incidiendo de norte a sur y el resto del año en sentido inverso.

La orientación del relieve con respecto a la incidencia de los vientos dominantes (los vientos planetarios) también determina la existencia de dos tipos de vertientes: de barlovento y de sotavento. Lluvea mucho más en las vertientes de barlovento porque el relieve da origen a las lluvias orográficas, al forzar el ascenso de las masas de aire húmedo.

Continentalidad

La proximidad del mar modera las temperaturas extremas y suele proporcionar más humedad en los casos en que los vientos procedan del mar hacia el continente. Las brisas marinas atenúan el calor durante el día y las terrestres limitan la irradiación nocturna. En la zona intertropical, este mecanismo de las brisas atempera el calor en las zonas costeras ya que son más fuertes y refrescantes, precisamente, cuanto más calor hace (en las primeras horas de la tarde).

Una alta continentalidad, en cambio, acentúa la amplitud térmica. Provocará inviernos fríos y veranos calurosos.

La continentalidad es el resultado del alto calor específico del agua, que le permite mantenerse a temperaturas más frías en verano y más cálidas en invierno. Lo que es lo

mismo que decir que el agua posee una gran inercia térmica. Las masas de agua son, pues, el más importante agente moderador del clima.

Corrientes oceánicas

Las corrientes frías ejercen una poderosa influencia sobre el clima. En la zona intertropical producen un clima muy árido en las costas occidentales de África y de América, tanto del Norte como del Sur. Estas corrientes frías no se deben a un origen polar de las aguas. La frialdad de las corrientes se debe al ascenso de aguas profundas en dichas costas occidentales de la Zona Intertropical. Ese ascenso lento pero constante es muy evidente en el caso de la Corriente de Humboldt o del Perú, una zona muy rica en plancton y en pesca, precisamente por el ascenso de aguas profundas, que traen a la superficie una gran cantidad de materia orgánica. Como las aguas frías producen alta presión atmosférica, la humedad relativa en las áreas de aguas frías es muy baja y las lluvias son muy escasas o nulas: el desierto de Atacama es uno de los más áridos del mundo. Los motivos de la surgencia de las aguas frías se deben a la dirección de los vientos planetarios en la zona intertropical y a la propia dirección de las corrientes ecuatoriales (del Norte y del Sur). En ambos casos, es decir, en el caso de los vientos y de las corrientes marinas, el desplazamiento se produce de este a oeste (en sentido contrario a la rotación terrestre) y alejándose de la costa. A su vez, este alejamiento de la costa de los vientos y de las aguas superficiales, crea las condiciones que explican el ascenso de las aguas más profundas, que vienen a reemplazar a las aguas superficiales que se alejan. Por último, en la zona intertropical, los vientos son de componente Este debido al movimiento de rotación de la Tierra, por lo que en las costas occidentales de los continentes en la zona intertropical soplan del continente hacia el océano, por lo que tienen una humedad muy escasa.

4.2.1.1.1 Tipo de clima

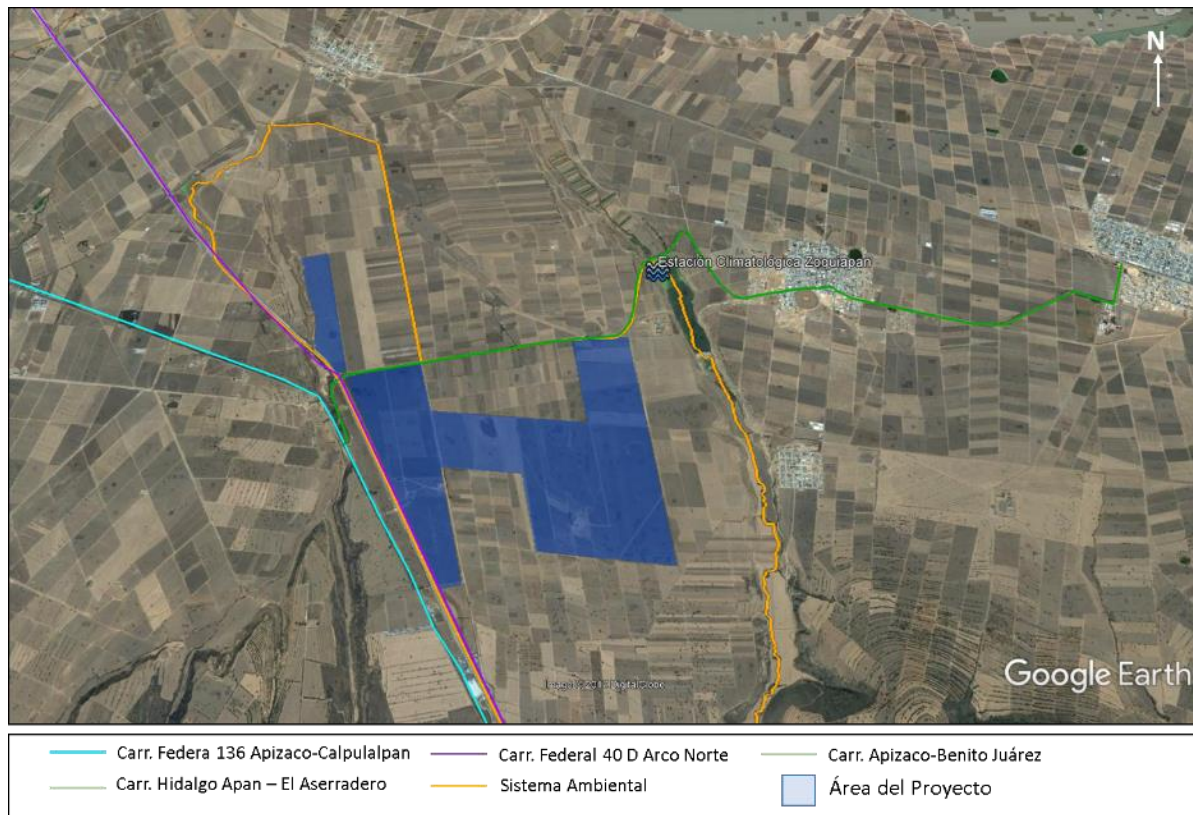
A través de las clasificaciones climáticas se describe el comportamiento de estos elementos a lo largo del año, comparando unas regiones con otras. La descripción del clima de una zona o región sintetiza en forma de letras o siglas sus características más importantes. A partir de 1964 Enriqueta García (2004) adaptó para las condiciones de México la clasificación mundial de Wilhelm Köppen. Ésta ha recibido el denominativo de sistema de Köppen modificado por García y ha sido usado oficialmente en el país, cuyos mapas a varias escalas han sido publicados por el actual INEGI (2005) y la CONABIO (2008).

Básicamente, el sistema modificado consiste en que a la clasificación original se adicionaron algunos parámetros que son muy importantes para diferenciar los climas en México, los que se organizaron en grupos, tipos, subtipos y variantes climáticas. Los grupos climáticos originales de Köppen son los A cálidos húmedos tropicales; los B subdivididos en los subtipos BW secos desérticos y BS secos esteparios; los C templados; los D templados fríos, y los E subdivididos en los ET fríos de tundra o páramos

y los EF muy fríos con nieves permanentes. Los regímenes de lluvia posibles en México son con lluvias en verano (w); abundantes todo el año (f); escasas todo el año (x') y con lluvia en invierno (s). La combinación de grupo climático y régimen de lluvia forma los tipos de clima.

Los datos climáticos fueron obtenidos de la estación más cercana al área del proyecto (aproximadamente a 0.711 km al noreste del AP), denominada “Zoquiapan” (29039), situada en la latitud 19°35'05"N y la longitud 098°28'41"W a una altura de 2,532.0 m.s.n.m; que cuenta con registros de 1951 al 2010.

Figura 3: Localización de la estación climatológica Zoquiapan (CONAGUA)



4.2.1.2 Tipos de clima identificados en el área de estudio

Las fórmulas para los tipos de clima que se encuentran en el área de estudio, de acuerdo a los datos vectoriales para clima escala 1:100,000 (INEGI, 2005):

- $C(w_1)$
- $C(w_0)$

Que corresponde a un climas de tipo templado, subhúmedo, con temperaturas media anual entre las 12°C y 18°C, la temperatura del mes más frío es entre los -3°C y 18°C y la temperatura del mes más cálido es 22°C, el porcentaje de lluvia invernal es del 5% al 10.2% del total anual.

4.2.1.3 Temperatura

La temperatura media anual es de **12.9**, el mes con la temperatura media más baja es enero con 10.1° C, y el mes con la temperatura media más alta en mayo 15. 1° C.

Tabla 1: Temperatura normal en el área de estudio

TEMPERATURA Normal °C.												
Estación	Meses											
Zoquiapan	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
	10.1	11.2	12.5	14.3	15.1	15.1	14.1	14.3	14.0	12.9	11.3	10.3
Coordenadas de Localización: 19°35'05"N/098°28'41"W 2,532.0 m.s.n.m												
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Temperatura Media en °C												

Figura 4: Grafico de temperatura normal °C

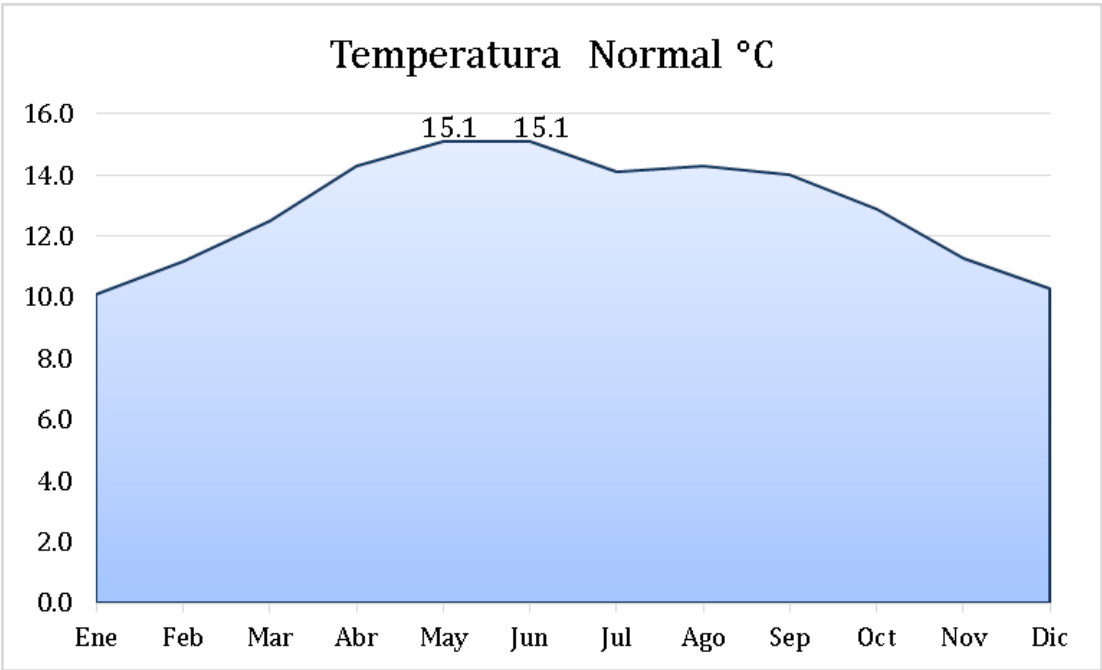


Figura 5: Tipos de clima en el área de estudio

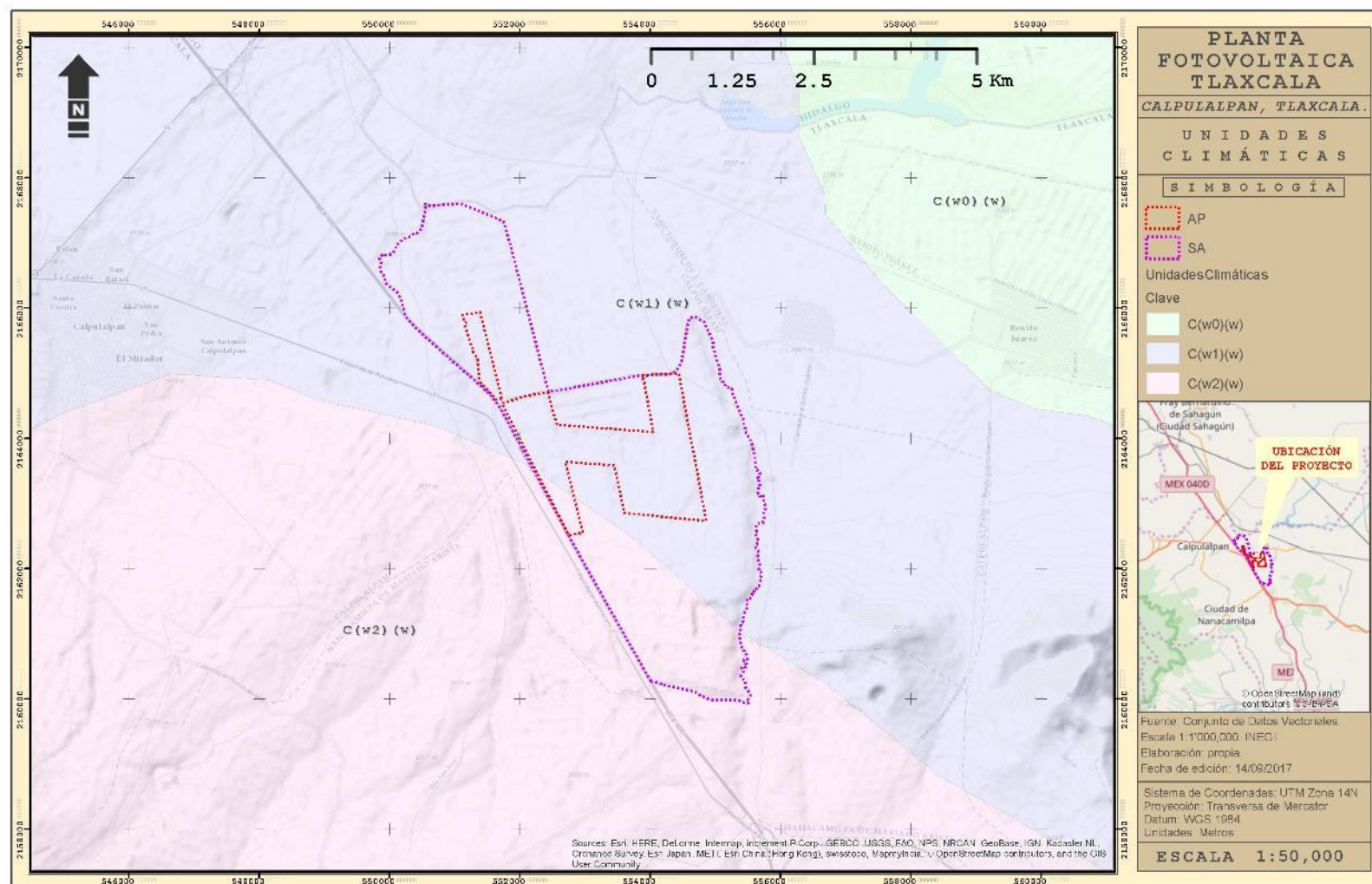
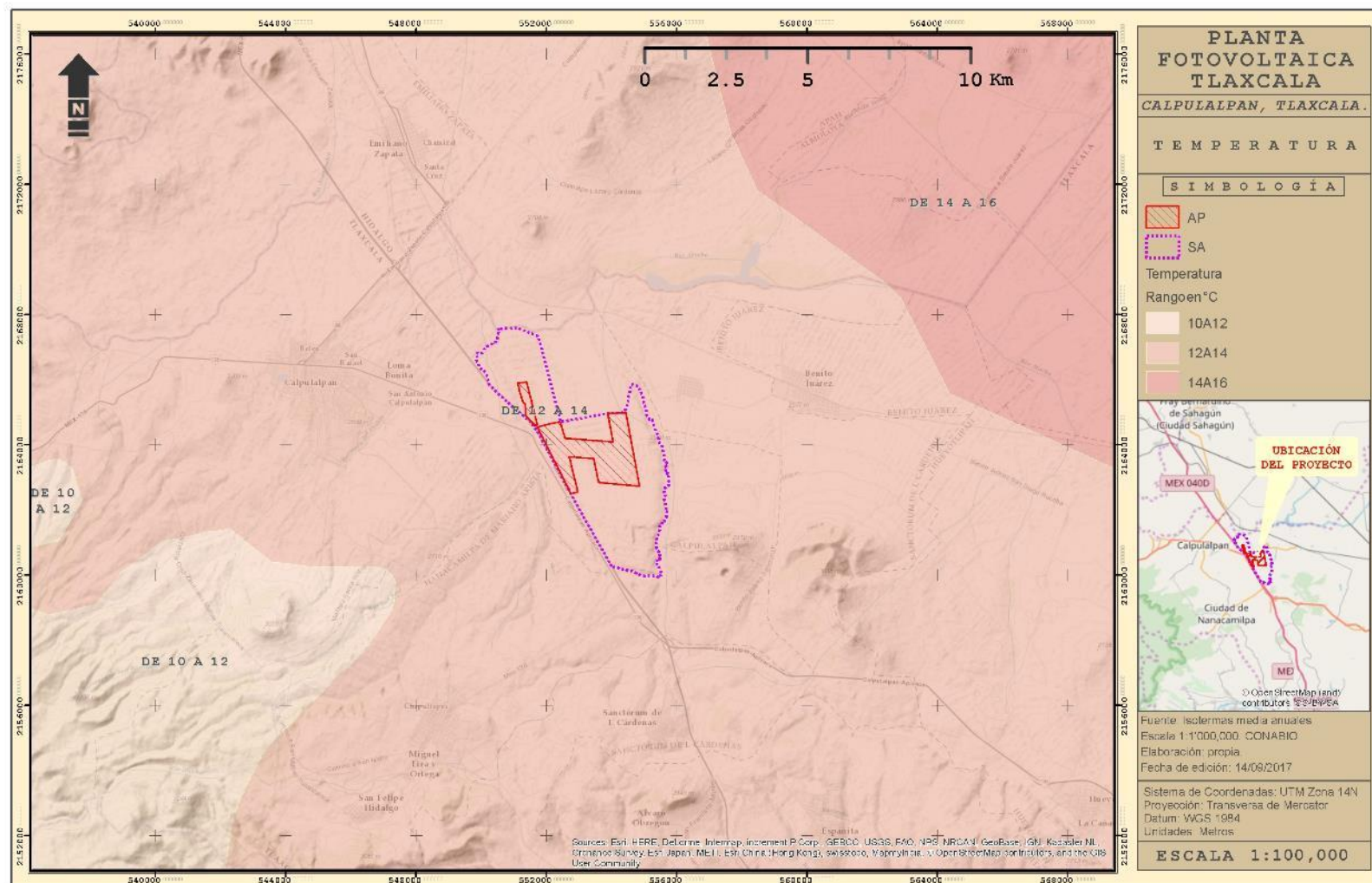


Figura 6: Rango de temperaturas (°C)



4.2.1.4 Precipitación

En el área de estudio, la temporada de lluvias se presenta de mayo a septiembre. El mes de julio presenta la mayor cantidad de incidencia pluvial, con un valor promedio de 108 mm. Por el contrario, el mes más seco es diciembre, con un valor promedio de 3.7 mm. Así mismo la precipitación normal anual total en esta zona es de **579.7** mm.

Tabla 2: Precipitación normal anual

Precipitación Normal Anual (mm)													
Estación	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Zoquiapan	1951-2010	6.8	9.5	14.1	31.6	64.8	105.1	108	99.2	85.4	42.2	9.3	3.7
Coordenadas de Localización: 19°35'05"N/098°28'41"W 2,532.0 m.s.n.m													
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Precipitación Media en mm													

Figura 7: Gráfica de precipitación Normal Anual

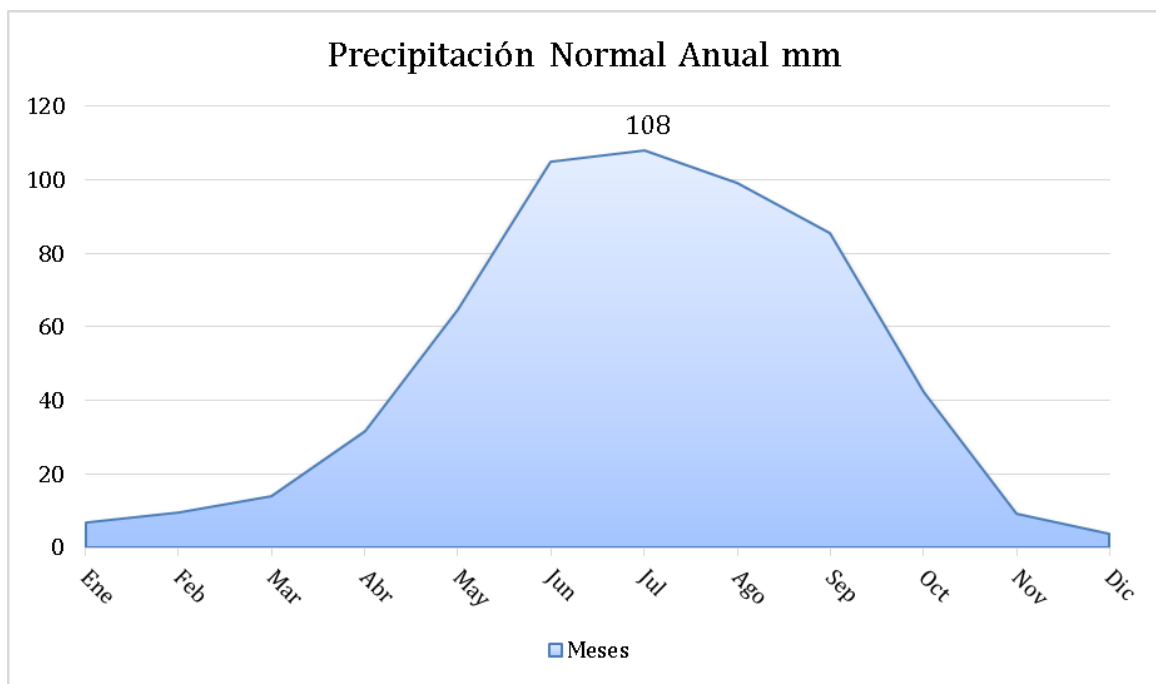


Figura 8: Rango de precipitación (mm) en el área de estudio

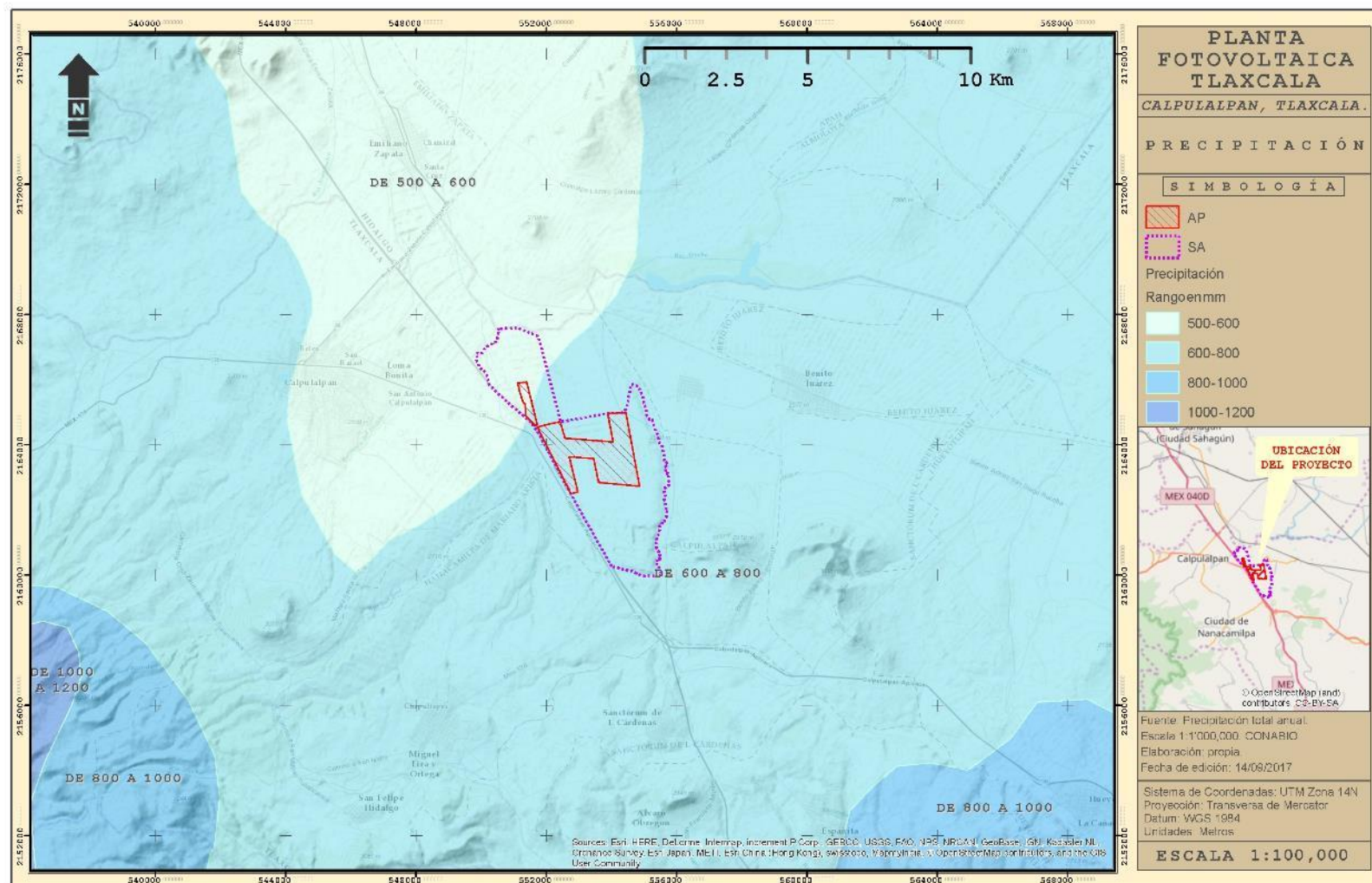


Tabla 3: Precipitación normal, máxima y máxima diaria en el área de estudio

Precipitación Normal y Máxima (mm)													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Normal	6.8	9.5	14.1	31.6	64.8	105.1	108.0	99.2	85.4	42.2	9.3	3.7	579.7
Máxima Mensual	41.0	65.0	65.0	115.0	169.5	226.0	207.0	260.5	212.0	156.0	68.0	19.5	133.7
Máxima Diaria	36.0	65.0	45.0	40.0	83.0	58.5	70.0	50.0	53.0	86.5	34.0	14.5	53.0
Coordenadas de localización: 19°35'05"N/098°28'41"W 2,532.0 m.s.n.m													
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Precipitación Media en mm													

4.2.1.5 Vientos dominantes (dirección y velocidad) en forma mensual y anual

El viento es un elemento climatológico definido como "el aire en movimiento" y se describe por dos características: 1) la velocidad y 2) la dirección.

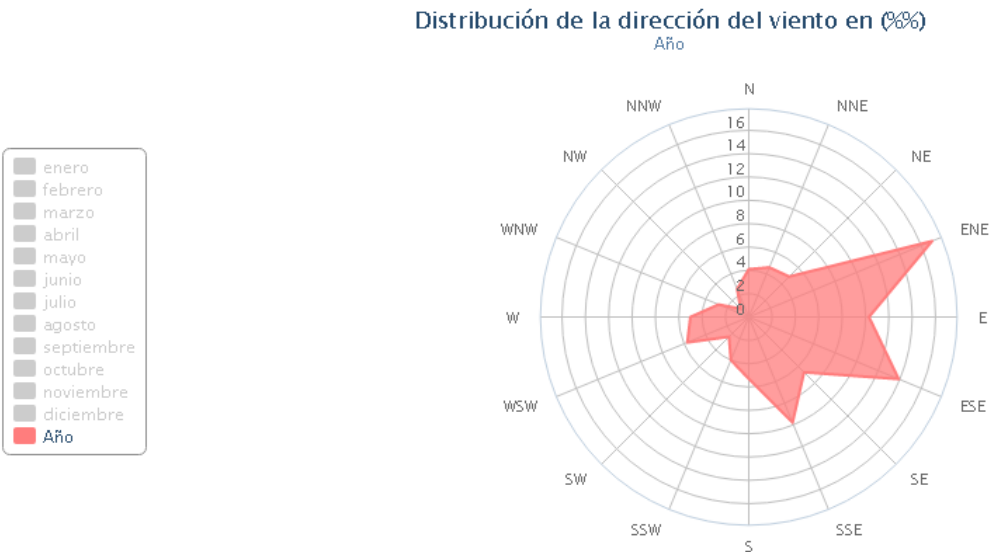
Debido a esto es que se considera un vector con magnitud (dada por la velocidad) y dirección. Los meteorólogos crearon una gráfica llamada Rosa de los vientos que nos permite representar simultáneamente la relación que existe entre las características que componen el viento. La información de cada rosa de viento muestra la:

Frecuencia de ocurrencia de los vientos en 16 sectores de dirección (E, ENE, NE, NNE, W, WNW, NW, NNW, ESE, SE, SSE, S, SSW, N, WSW, SW) y en clases de velocidad del viento para una localidad y un periodo de tiempo dado, la clasificación más utilizada para el viento es la ESCALA BEAUFORT.

Tabla 4: Dirección de los vientos

Mes del año	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Año
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	1-12
Dirección del viento dominante	↘	↗	↘	↘	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
Probabilidad de viento >= 4 Beaufort (%)	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	1
Velocidad media del viento (km/h)	7	7	7	7	6	6	6	6	7	7	7	7	6
Temperatura media del aire (°C)	14	17	18	20	21	20	19	19	18	18	17	15	18

Figura 9: Dirección de los vientos dominantes



El dato de la dirección y velocidad del viento fue tomada de la estación meteorológica del sistema Windfinder ubicada en el aeropuerto de Tlaxcala ubicada a 31.9 km del área de proyecto, los datos climatológicos y la estadística del viento se basó en observaciones tomadas entre el 01/2012 - 08/2017 diariamente entre las 7 de la mañana y las 7 de la tarde hora local.

4.2.1.6 Fenómenos climatológicos

4.2.1.6.1 Temperaturas extremas

Las temperaturas extremas, y otros datos climáticos, se obtuvieron de los datos históricos tomados por estación climatológica “Zoquiapan”, con registros históricos correspondientes a 59 años.

La temperatura máxima normal registrada es de **23.8 °C**, en el mes de abril y, la máxima diaria registrada en el año de 1979 con 34.0°C; la temperatura mínima normal es en el mes de enero con 0.2°C y la mínima diaria registrada en el año 2009 con -13°C.

Tabla 5: Temperaturas extremas en el área de estudio

Temperaturas Extremas Diarias °C.				
Concepto	Año	Temperatura Maxima Diaria	Año	Temperatura Mínima Diaria
Máxima y mínima diaria registrada	1979	34	2009	-13
Coordenadas de Localización: 19°35'05"N/098°28'41"W 2,532 m.s.n.m.				
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Temperatura Máximas y Mínimas en °C				

Figura 10: Temperaturas medias, máximas y mínimas normales

Temperatura Normales Mensuales °C.													
Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Promedio
Media Normal	10.1	11.2	12.5	14.3	15.1	15.1	14.1	14.3	14.0	12.9	11.3	10.3	12.9
Máxima Normal	20.1	21.1	22.9	23.8	24.1	22.9	21.6	22.0	21.5	21.4	20.8	20.2	21.9
Mínima Normal	0.2	1.3	2.0	4.7	6.1	7.3	6.6	6.5	6.6	4.3	1.9	0.4	4.0
Coordenadas de Localización: 19°35'05"N/098°28'41"W 2,532.0 m.s.n.m													
Fuente: CONAGUA Registro Mensual de Temperatura Media en °C													

4.2.1.6.2 Heladas

Una helada ocurre cuando la temperatura del aire cercano a la superficie del terreno disminuye a 0°C o menos, durante un tiempo mayor a cuatro horas. Generalmente la helada se presenta en la madrugada o cuando está saliendo el Sol. La severidad de una helada depende de la disminución de la temperatura del aire y de la resistencia de los seres vivos a ella. Durante los meses fríos del año en México (noviembre-febrero), se presentan temperaturas menores de 0°C debido al ingreso de aire polar continentales, generalmente secas, provenientes de Estados Unidos. Las heladas más intensas están asociadas al desplazamiento de las grandes masas polares que desde finales del otoño, se desplazan de norte a sur sobre el país.

El área de estudio, se clasifica por el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), como una zona de riesgo **medio** para la incidencia de heladas (figura 11).

4.2.1.6.3 Ciclones (Huracanes)

Un huracán tropical o ciclón consiste en una gran masa de aire con vientos fuertes que giran en forma de remolino hacia un centro de baja presión y que está acompañada de lluvias intensas. Los ciclones del hemisferio norte se generan en los océanos Atlántico y Pacífico entre los 5° y 15° de latitud y se desplazan hacia el oeste. Se presentan durante la época cálida. Los aspectos destructivos de los ciclones tropicales, que marcan su intensidad, se deben principalmente a cuatro aspectos: viento, oleaje, marea de tormenta y lluvia. Los efectos positivos, es que traen consigo lluvias para las cosechas de temporada, el riesgo en zonas semiáridas (CENAPRED).

De acuerdo con CENAPRED y debido a la ubicación geográfica del proyecto y el área de estudio, el riesgo por ciclones es **muy bajo** (figura 12).

Figura 11: Riesgo de heladas

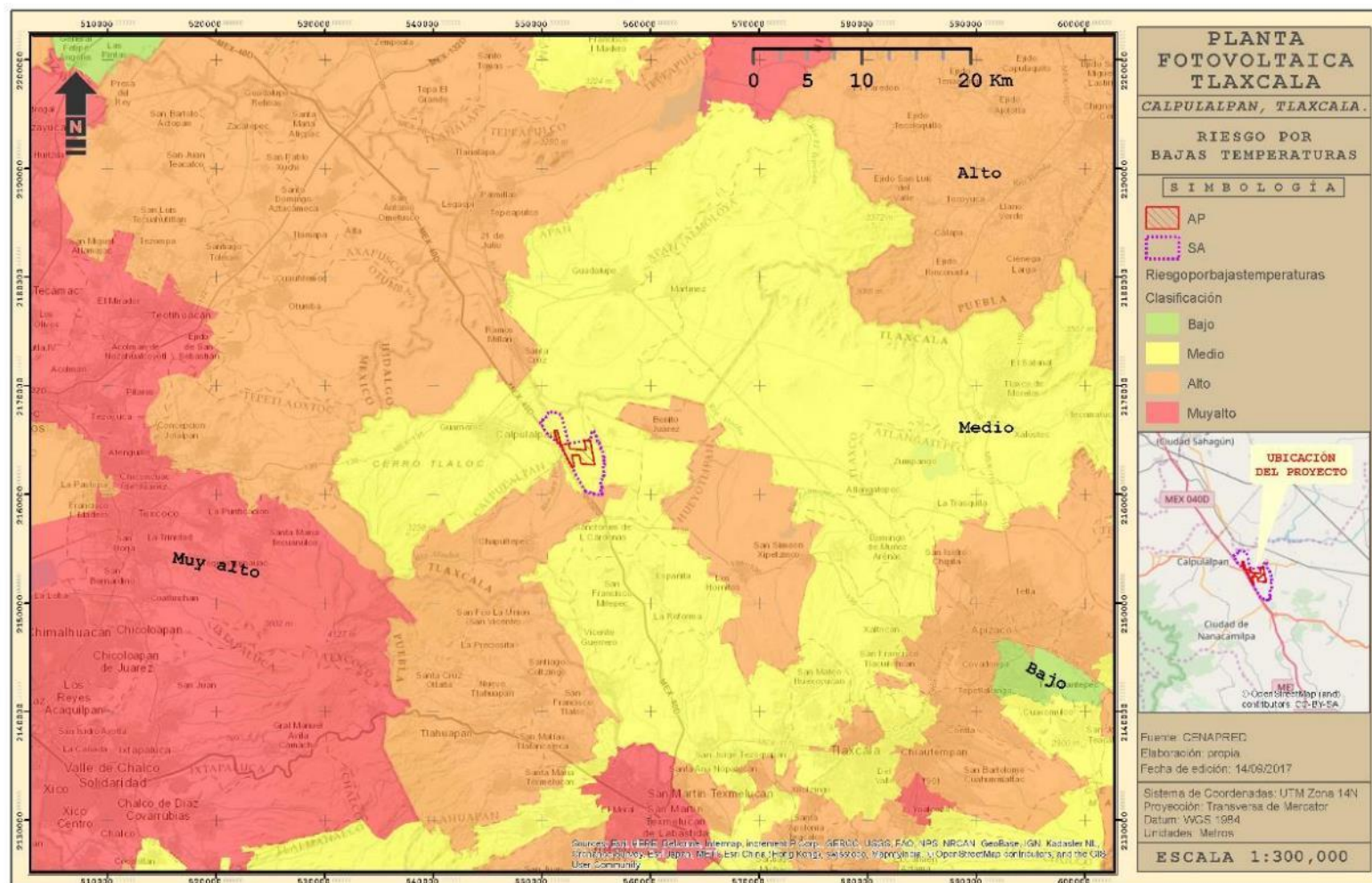
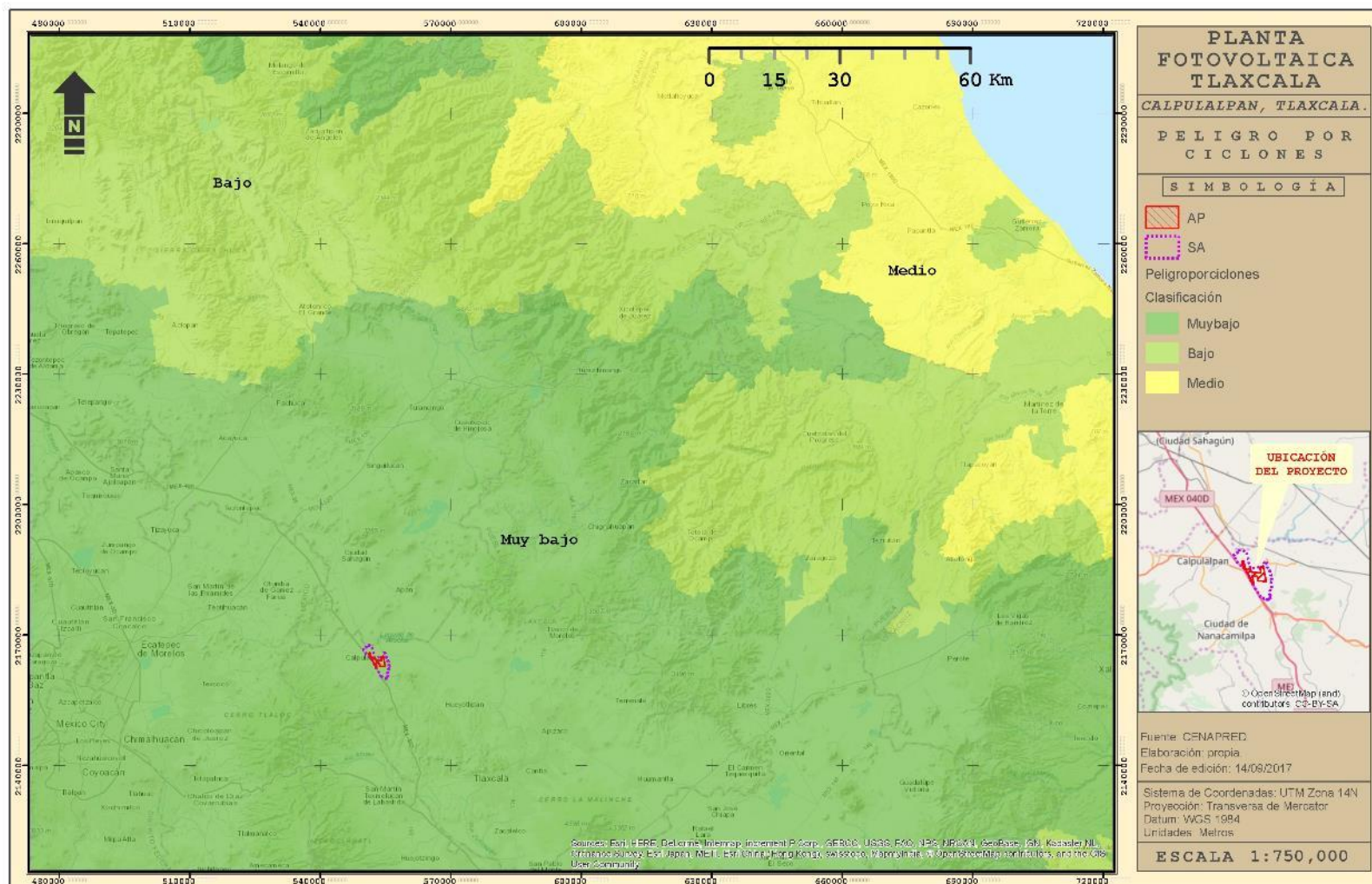


Figura 12: Riesgo por ciclones



4.2.1.6.4 Granizo

El granizo es un tipo de precipitación en forma de piedras de hielo y se forma en las tormentas severas cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbus son arrastrados por corrientes ascendentes de aire.

El granizo se forma durante las tormentas eléctricas, cuando las gotas de agua o los copos de nieve formados en las nubes de tipo cumulonimbo son arrastrados verticalmente por corrientes de aire turbulento características de las tormentas. Las piedras de granizo crecen por las colisiones sucesivas de estas partículas de agua muy enfriada, esto es, de agua que está a una temperatura menor que la de su punto de solidificación, pero que permanece en estado líquido. Esta agua queda suspendida en la nube por la que viaja. Cuando las partículas de granizo se hacen demasiado pesadas para ser sostenidas por las corrientes de aire, caen hacia el suelo. Las piedras de granizo tienen diámetros que varían entre 2 mm y 13 cm; las mayores pueden ser muy destructivas. A veces, varias piedras pueden solidificarse juntas formando grandes masas informes y pesadas de hielo y nieve.

Conforme al Atlas Nacional de Riesgos elaborado por CENAPRED, el área de estudio se encuentra en una zona donde el riesgo por granizadas es **alto**.

4.2.1.6.5 Sequías

La sequía es una condición normal y recurrente del clima. Ocurre o puede ocurrir en todas las zonas climáticas, aunque sus características varían significativamente de una región a otra. Se define como un conjunto de condiciones ambientales atmosféricas de muy poca humedad que se extienden durante un periodo suficientemente prolongado como para que la falta de lluvias cause un grave desequilibrio hidrológico y ecológico.

Otros factores climáticos como las altas temperaturas, los vientos fuertes y una baja humedad relativa están frecuentemente asociados con la sequía. Aun cuando el clima es el principal elemento de la sequía, otros factores como los cambios en el uso del suelo (la deforestación, agricultura, zonas urbanas), la quema de combustibles fósiles, las manchas solares, la ocurrencia de El Niño y otros fenómenos, afectan las características hidrológicas de la Cuenca. Debido a que las regiones están interconectadas por sistemas hidrológicos, el impacto de la sequía puede extenderse más allá de las fronteras del área con deficiente precipitación.

De acuerdo al atlas de riesgos de la CENAPRED el riesgo de sequía en la zona es **Bajo** (figura 14).

Figura 13: Riesgo por Granizo

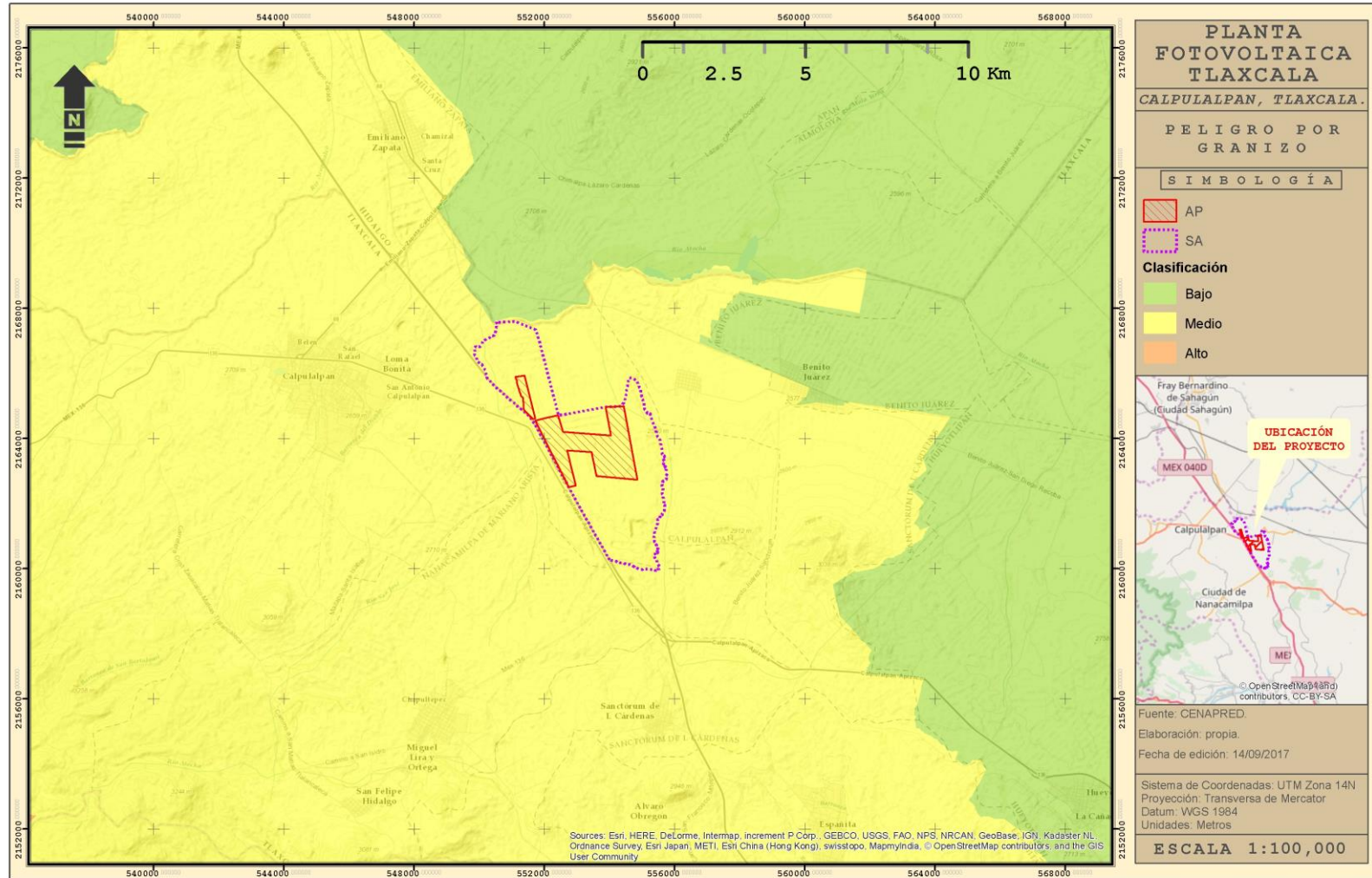
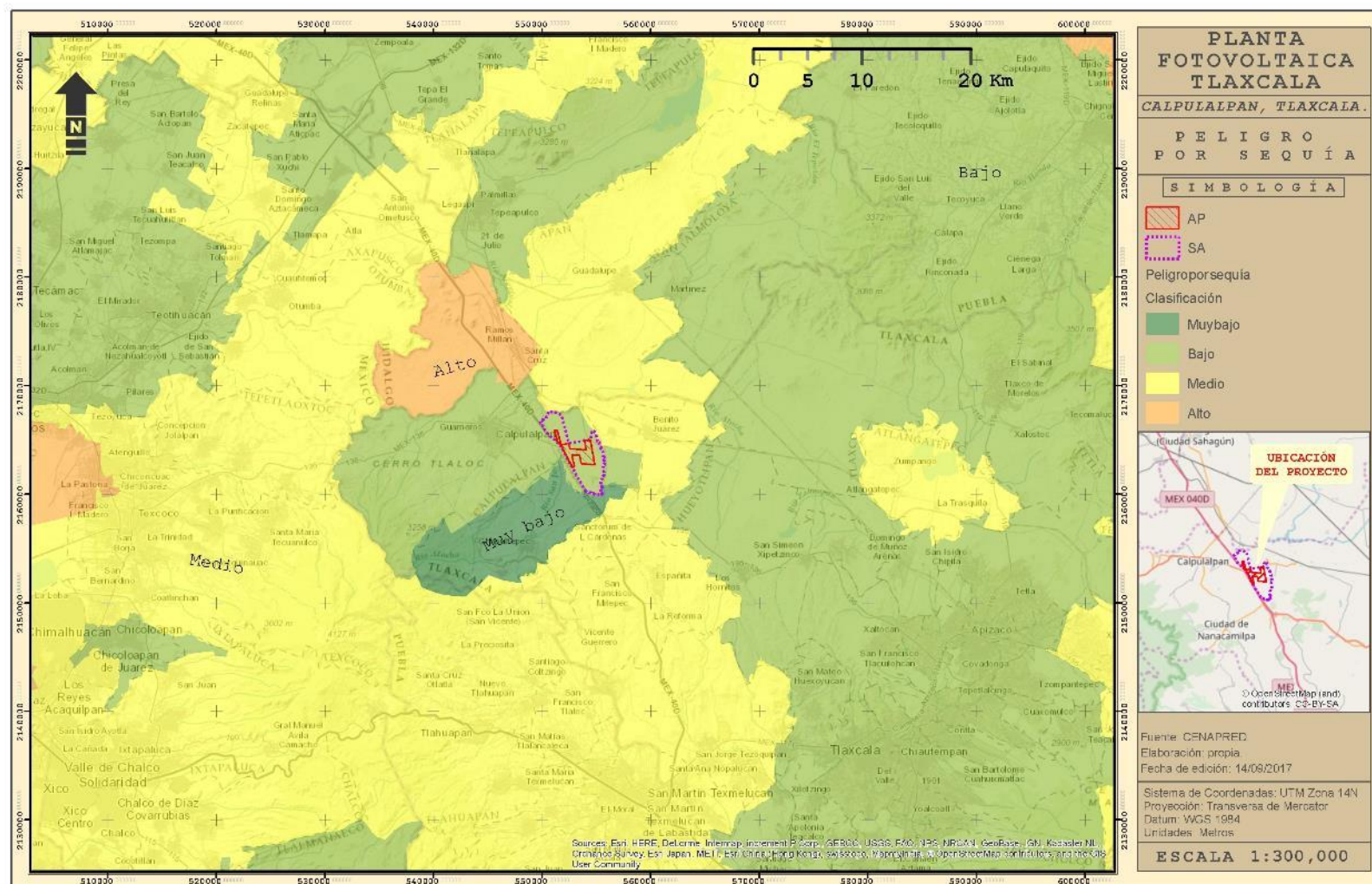


Figura 14: Riesgo por sequía

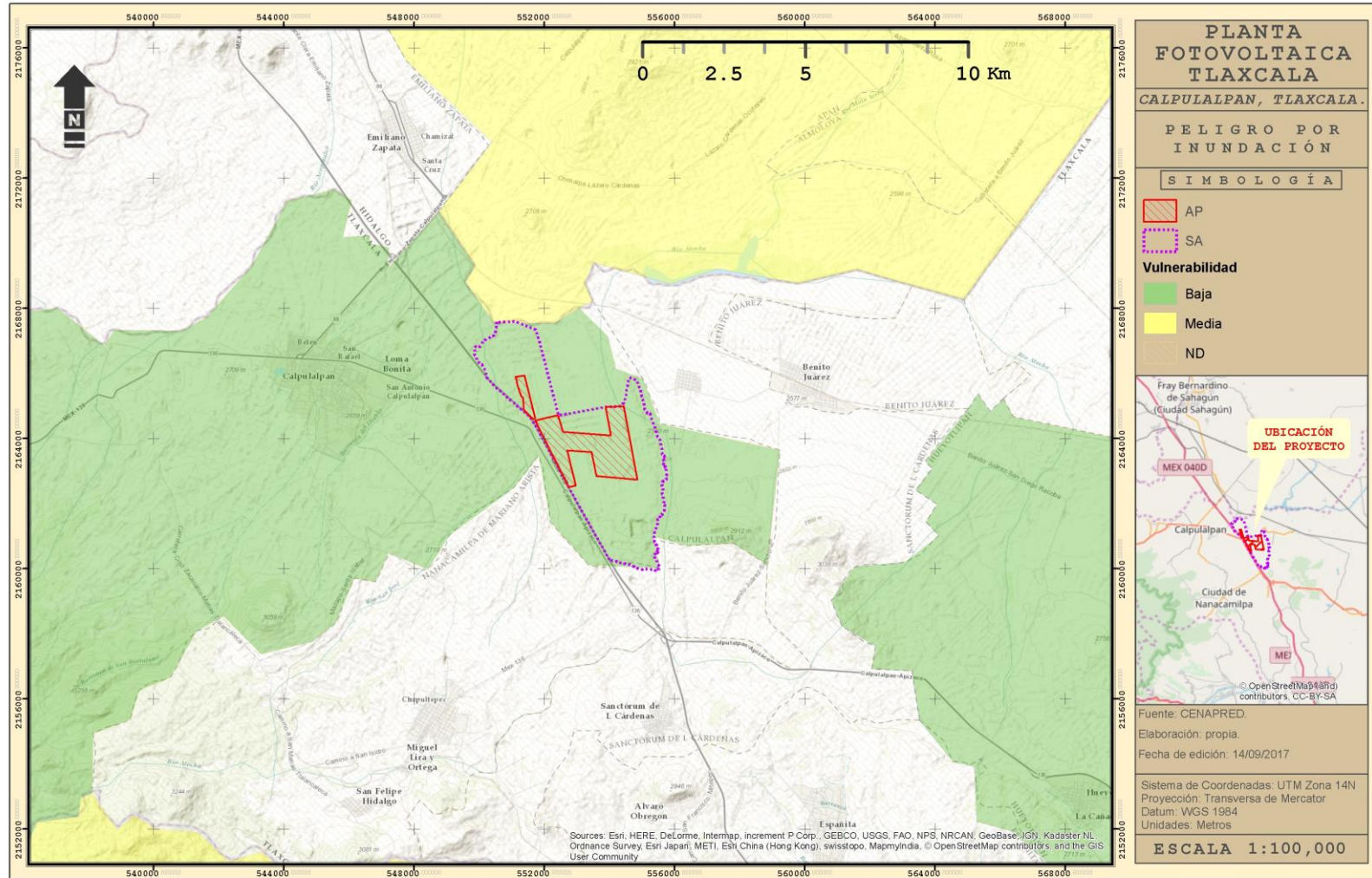


4.2.1.6.6 Inundaciones

Acorde con el glosario internacional de hidrología (OMM/UNESCO, 1974) la definición oficial de inundación es: “aumento del agua por arriba del nivel normal del cauce”. En este caso, “nivel normal” se debe entender como aquella elevación de la superficie del agua que no causa daños, es decir, inundación es una elevación mayor a la habitual en el cauce, por lo que puede generar daños.

De acuerdo al atlas de riesgos de la CENAPRED el riesgo de sequía en la zona es **Muy Bajo**

Figura 15: Riesgo por inundaciones



4.2.1.7 Geología y geomorfología

4.2.1.7.1 Geología

4.2.1.7.1.1 Estratigrafía

En la zona se encuentran afloramientos de rocas de origen ígneo, así como sedimentarias continentales, con edades comprendidas desde el Terciario hasta el Reciente, que a continuación se describen.

Terciario volcánico basáltico. Esta unidad litológica está formada por derrames de andesitas basálticas con colores que varían del gris al pardo rojizo, con intercalaciones de tobas de composición intermedia. Abarcan gran parte de la zona.

Terciario andesítico basáltico. Se encuentran pequeños afloramientos de esta unidad en la parte suroeste de la zona, formados por tobas dacíticas arenosas pumicíticas, suelos, intercalaciones de basalto y algunos abanicos aluviales con fragmentos volcánicos. Los afloramientos de estas rocas constituyen las serranías más abruptas del área.

Cuaternario volcánico andesítico. La unidad está formada por derrames de brecha volcánica, escoria, tezontle y tobas de composición andesítica basáltica, que generalmente corresponden a conos cineríticos. Dentro de la zona se puede observar gran cantidad de afloramientos basálticos que constituyen los conos volcánicos.

Cuaternario aluvial. Está constituido principalmente por aluvión, arcilla, limo, arena y gravas, medianamente clasificadas y no consolidadas, con algunos depósitos lacustres y zonas de suelos residuales.

4.2.1.7.2 Geomorfología

4.2.1.7.2.1 Fisiografía

El AP y SA se encuentran enclavados en la Provincia Fisiográfica de la Provincia del Eje Neovolcánico. Esta provincia colinda al norte con la Llanura Costera del Pacífico, la Sierra Madre Occidental, la Mesa Central, la Sierra Madre Oriental y la Llanura Costera del Golfo Norte; al sur, con la Sierra Madre del Sur y la Llanura Costera del Golfo Sur. Por el oeste llega al Océano Pacífico y por el este alcanza al Golfo de México. Abarca parte de los estados de Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro, México, Hidalgo, Colima, Puebla y Veracruz, todo el estado de Tlaxcala y el Distrito Federal. Se caracteriza como una enorme masa de rocas volcánicas de todos los tipos, acumulada en innumerables y sucesivas etapas, desde mediados del Terciario hasta el presente (figura 17).

4.2.1.7.3 Subprovincia fisiográfica

El AP y SA se ubican a su vez en la subprovincia de Lagos y Volcánes de Anáhuac. Esta subprovincia, en cuyo territorio se encuentran la capital de la República y cinco capitales estatales (Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Puebla y Cuernavaca) está integrada por grandes sierras volcánicas o aparatos individuales que se alternan con amplios vasos lacustres. A ella también pertenecen algunos de los más elevados volcanes del país, como el

Citlaltépetl, el Popocatepetl, el Iztaccíhuatl, el Zinantécatl, el Matlalcuéyetl y muchos otros no tan imponentes.

El estado de Tlaxcala es atravesado, en sentido noroeste-sureste, por un angosto corredor llano de carácter aluvial (a unos 2 400 m s.n.m.) que conecta los llanos de Apan hidalguenses, al norte, con las llanuras de la cuenca de Puebla, al sur. Es dentro de esta alargada llanura que nace el río Zahuapan, el afluente más septentrional del Balsas que, a la altura de Apizaco, donde los lomeríos casi constriñen el corredor, se dirige al sur. Limitan por el norte a este corredor de Calpulalpan, Hueyotlipan, Apizaco y Huamantla, unidades de lomeríos de origen ígneo, algunas asociadas con llanos (figura 18).

Figura 16: Geología

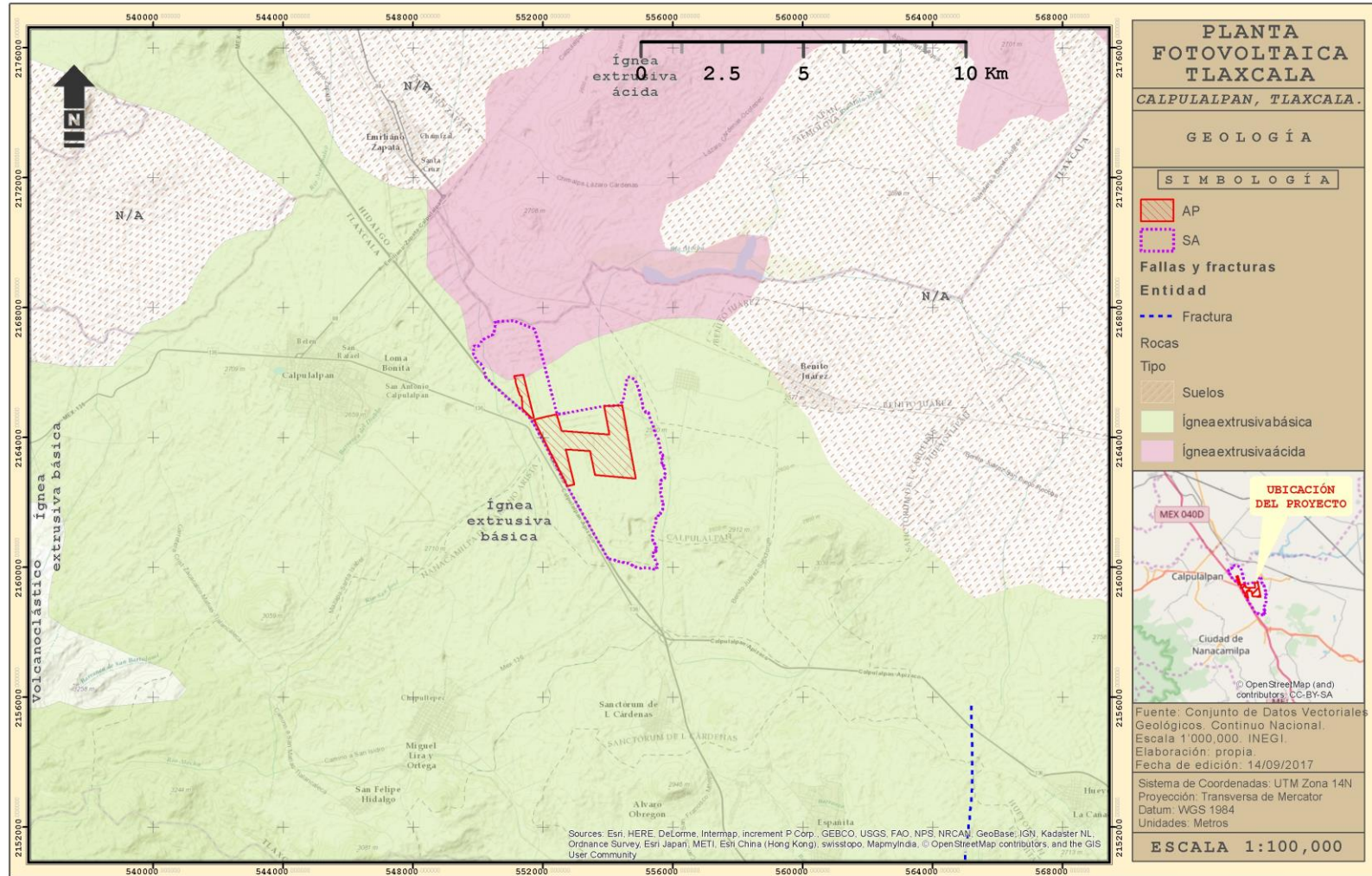


Figura 17: Provincia fisiográfica

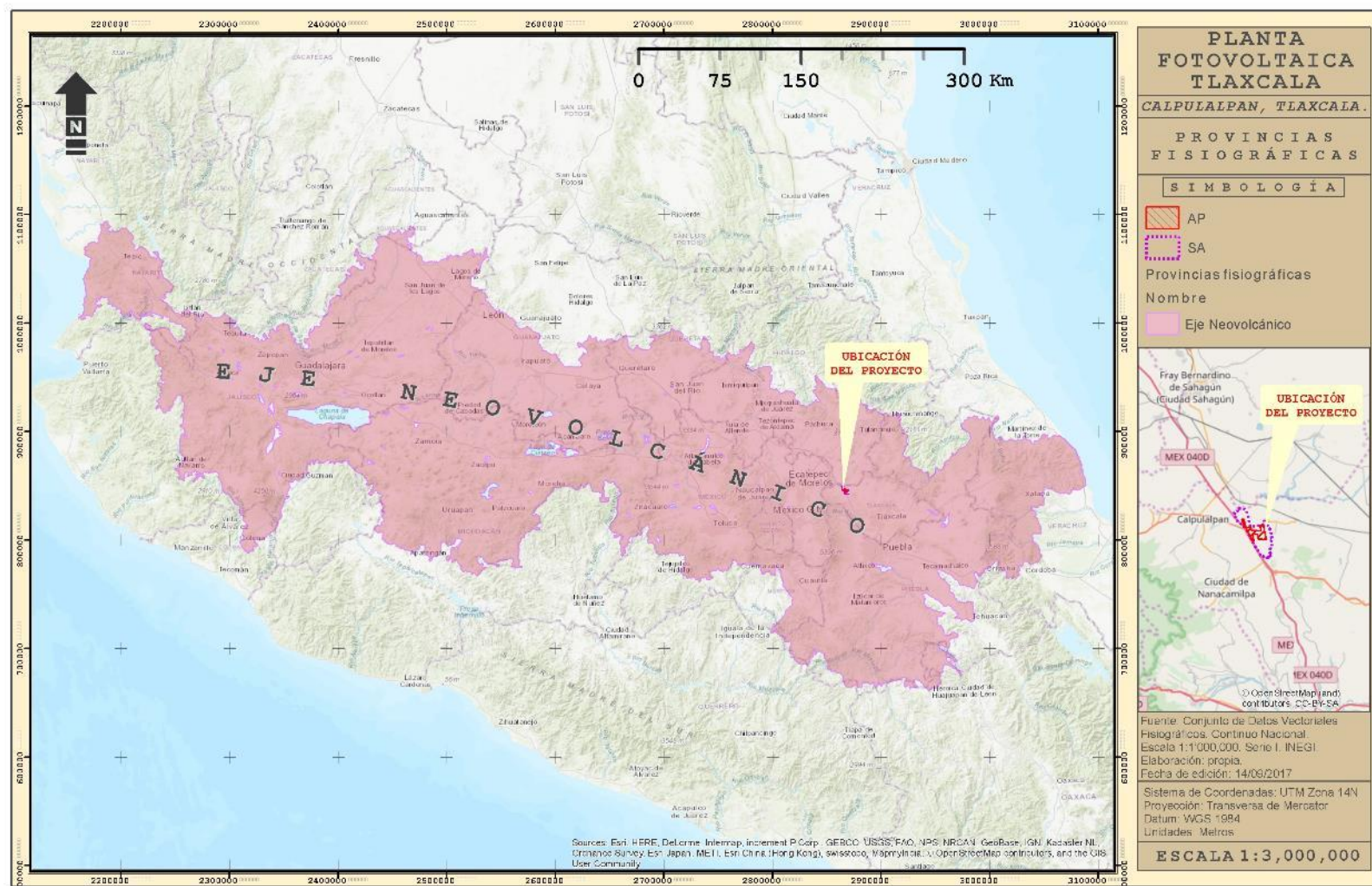
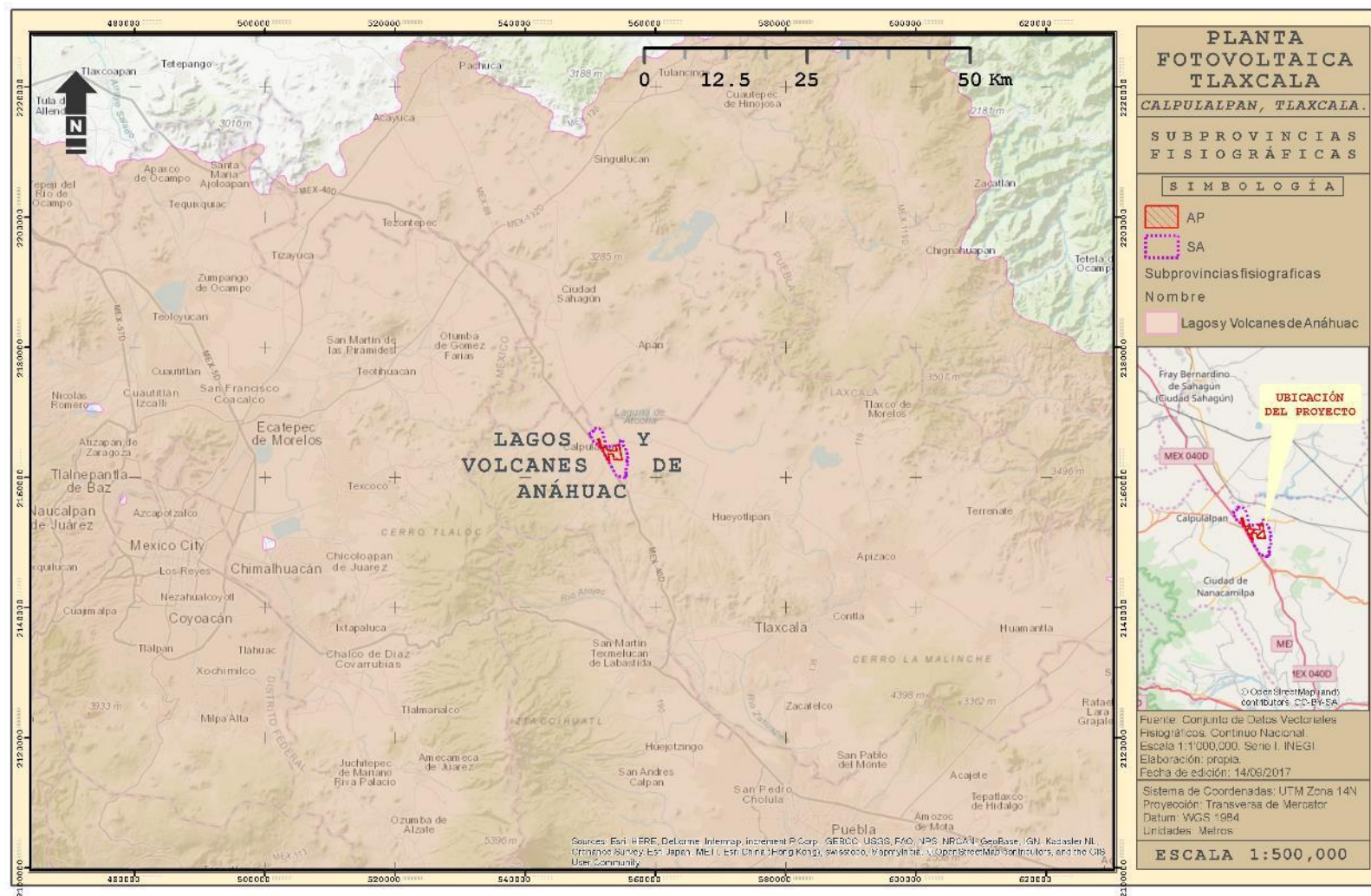


Figura 18: Subprovincia fisiográfica



4.2.1.7.4 Topoformas

En el Sistema Ambiental y el AP, se encuentran dos sistemas de topoformas, la que ocupa la mayor superficie es la Meseta basáltica con cañadas y en el área norte la llanura con lomeríos de piso rocoso o cementado.

- Meseta
- Terreno elevado y llano de gran extensión.
- Llanura desértica de piso rocoso o cementado

Área sin elevaciones o depresiones prominentes, formada por roca o material clástico compactado.

4.2.1.7.5 Pendiente y relieve

Para la estimación de la pendiente media, se utilizaron los datos del Sistema de Información Geográfica; en donde, mediante la división de la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo entre la longitud del mismo, esto es:

$$S = \frac{H_f - H_i}{L} \times 100$$

Donde:

S = Pendiente media del terreno (%).

H_f = Altura más alta del terreno (m).

H_i = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Para el SA sustituyendo los valores tenemos:

$$S = ((2,630 - 2,500) / 7,080) * 100$$

$$S = 1.84 \%$$

Para el AP sustituyendo los valores tenemos:

$$S = ((2,590 - 2,530) / 3,800) * 100$$

$$S = 1.58 \%$$

La pendiente media del SA se registró con 1.84 %; mientras que para el AP la pendiente media es de y 1.58 %, respectivamente. Dichos valores equivalen a pendientes planas. La clasificación de la FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) es utilizada para la caracterización de la capacidad agrológica de los suelos. El límite de los suelos laborables se fija en el 20%, la pendiente de los suelos que no admiten ningún sistema de explotación, que no sea como reserva natural se fija en el 50%.

Teniendo en cuenta todos los aspectos y los resultados obtenidos, se entiende que, debido a la topografía del sitio, la zona de estudio tiene pendientes planas.

Figura 19: Sistemas de topoformas

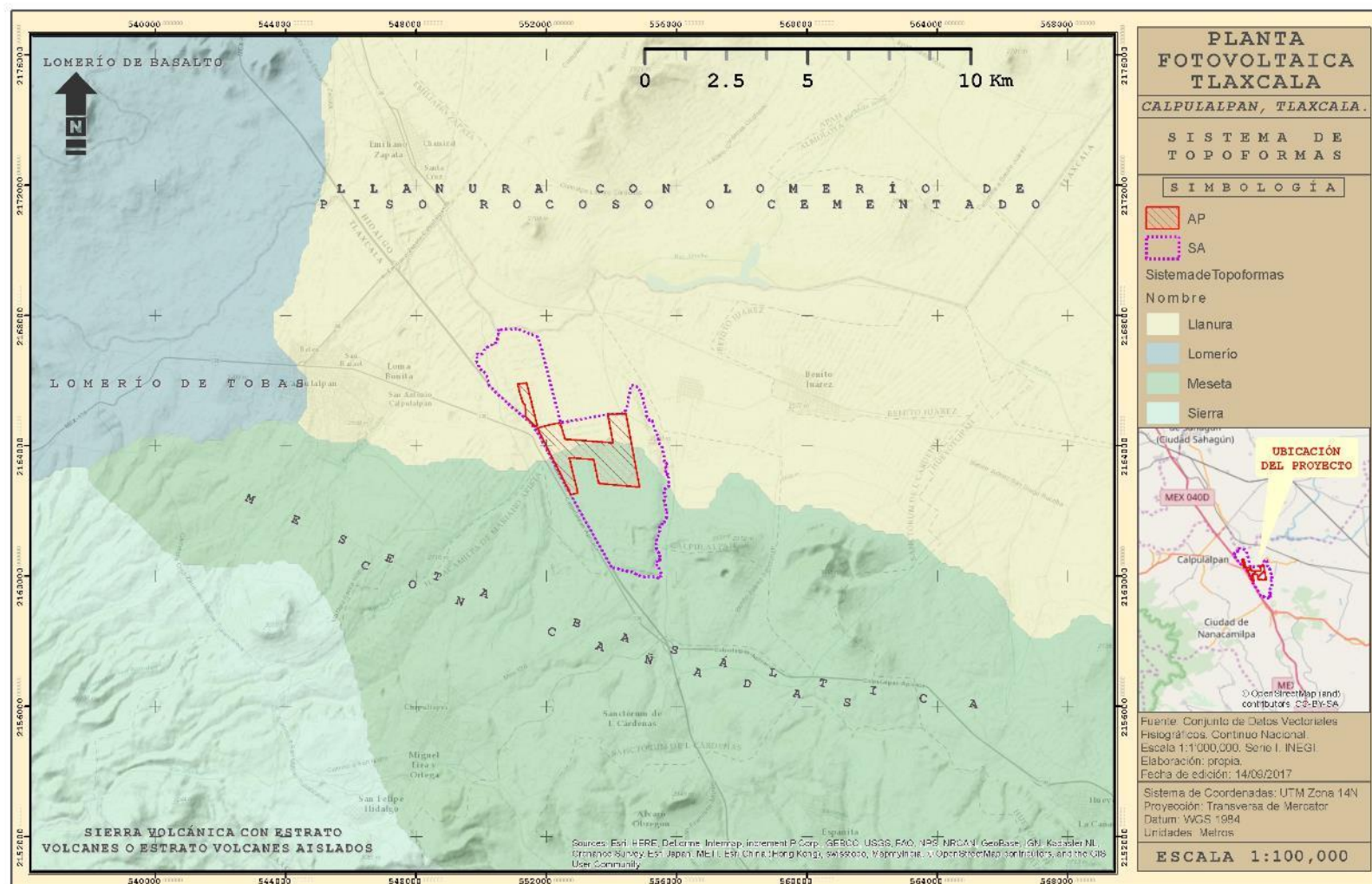


Tabla 6: Pendiente media en el área de estudio (FAO, 1988)

Pendiente (%)	Clasificación
0 – 10	Plano
11 – 20	Pendiente suave
21 – 30	Pendiente moderada
31 – 40	Pendiente fuerte
41 – 50	Pendiente muy fuerte
51 – 60	Escarpada
61 – 70	Escarpada
71 – 80	Escarpada
81 – 90	Escarpada
91 – 100	Escarpada

4.2.1.8 Presencia de fallas y fracturas

Conforme a la información disponible por parte de la CENAPRED en su atlas nacional de riesgos en el AP y SA no existen fallas y/o fracturas que incidan en la superficie del área de estudio; la fractura más cercana se encuentra al noreste a 55.8 km de distancia (figura 16).

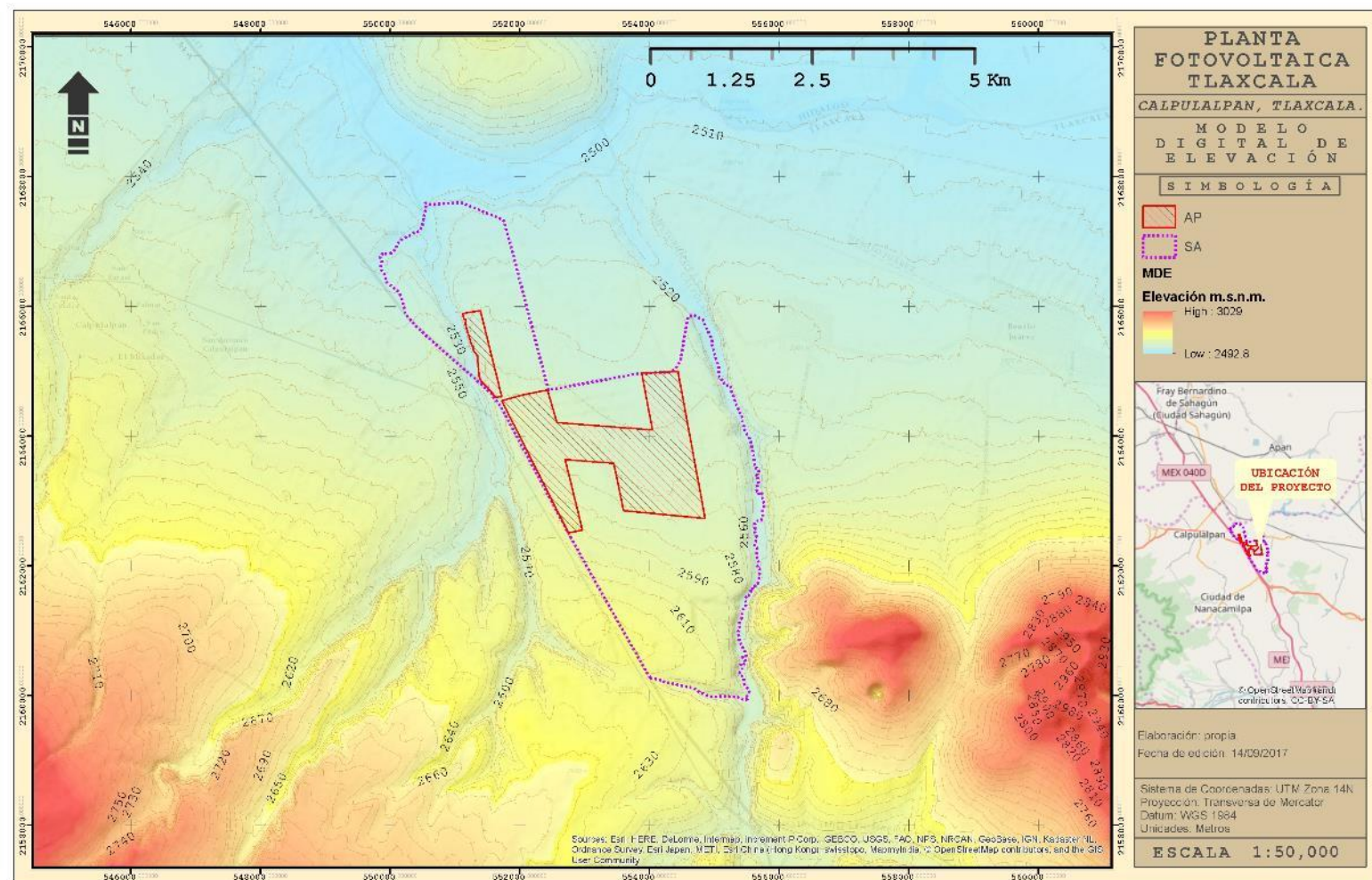
4.2.1.9 Susceptibilidad de la zona a sismicidad, deslizamientos, derrumbes, otros movimientos de tierra o roca y posible actividad volcánica

4.2.1.9.1 Sismos

Fenómeno que se produce por el rompimiento repentino en la cubierta rígida del planeta llamada Corteza Terrestre. Como consecuencia se producen vibraciones que se propagan en todas direcciones y que percibimos como una sacudida o un balanceo con duración e intensidad variables. El país se localiza en una de las zonas sísmicas más activas del mundo. El cinturón de fuego del pacífico, cuyo nombre se debe al alto grado de sismicidad que resulta de la movilidad de cuatro placas tectónicas: norteamericana, Cocos, Rivera y del Pacífico.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo de CENAPRED, el área de estudio corresponde a una región sísmica de riesgo **Medio**; zona de riesgo intermedio, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo (figura 19).

Figura 20: Modelo Digital de Elevación



4.2.1.9.2 Deslizamiento (hundimientos)

Los deslizamientos de laderas implican movimientos de rocas y/o suelo por la acción de la gravedad y se puede definir como la pérdida de la capacidad del terreno natural para auto sustentarse, lo que deriva en reacomodos y colapsos. Los deslizamientos de tierra sucedidos en el pasado son responsables de las características topográficas del paisaje natural actual (CENAPRED). Los hundimientos son movimientos hacia abajo y hacia fuera de la roca o del material sin consolidar, como una unidad o como una serie de unidades. Se le llama también falla de pendiente.

De acuerdo al Atlas Nacional de Riesgo de CENAPRED, el área de estudio corresponde a una región de deslizamiento con un riesgo **Muy Bajo**.

4.2.1.9.3 Volcanes

En el territorio mexicano se han llegado a registrar poco más de 2,000 volcanes, la mayoría de los cuales ya no están en actividad, por lo que no se considera que éstos representen peligro inminente alguno. Estos se encuentran en Baja California Sur, las Islas Revillagigedo, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, D.F., Estado de México, Puebla, Veracruz y Chiapas.

El área de estudio se localiza en las cercanías de los volcanes activos: Papayo a 35 km, Iztaccihuatl a 45 km, Popocatepetl a 61 km, Apan-Tezontepec a 21, Cerro Grande a 59 km y La Malinche a 61 km. Así también el SA y AP se localizan dentro del campo volcánico Apan-Tezontepec. Este campo se caracteriza por contar con estructuras dómicas de composición dacítica a riolítica y algunos flujos de obsidiana emplazados durante el Plio-Pleistoceno. Uno de estos domos (Cerro Yehualica) se localiza al SW del área de estudio, cerca de la Ciudad de Calpulalpan. El domo presenta una morfología semicircular, con un diámetro basal de 1.8 km y una altura sobre el terreno de 170 m, y se ubica sobre la traza de la Falla NE-SW Apan - Tláloc, descrita por Huízar-Álvarez (1999) y García-Palomo *et al.* (2002). Este se encuentra cubierto parcialmente por gruesos depósitos piroclásticos del estratovolcán Tláloc, lo que produjo escasos afloramientos de grandes bloques de lava de algunos metros de longitud. El relieve y la forma de esta estructura son similares las coulée-flow descritas por Blake (1989) y Francis y Oppenheimer (2004). Estas presentan una morfología intermedia entre un domo y un flujo de lava muy espeso con protuberancias en el frente y pendientes pronunciadas.

Por lo anterior se considera que el área de proyecto se encuentra en una zona con riesgo volcánico **bajo** (figura 21).

Figura 21: Riesgo por sismos

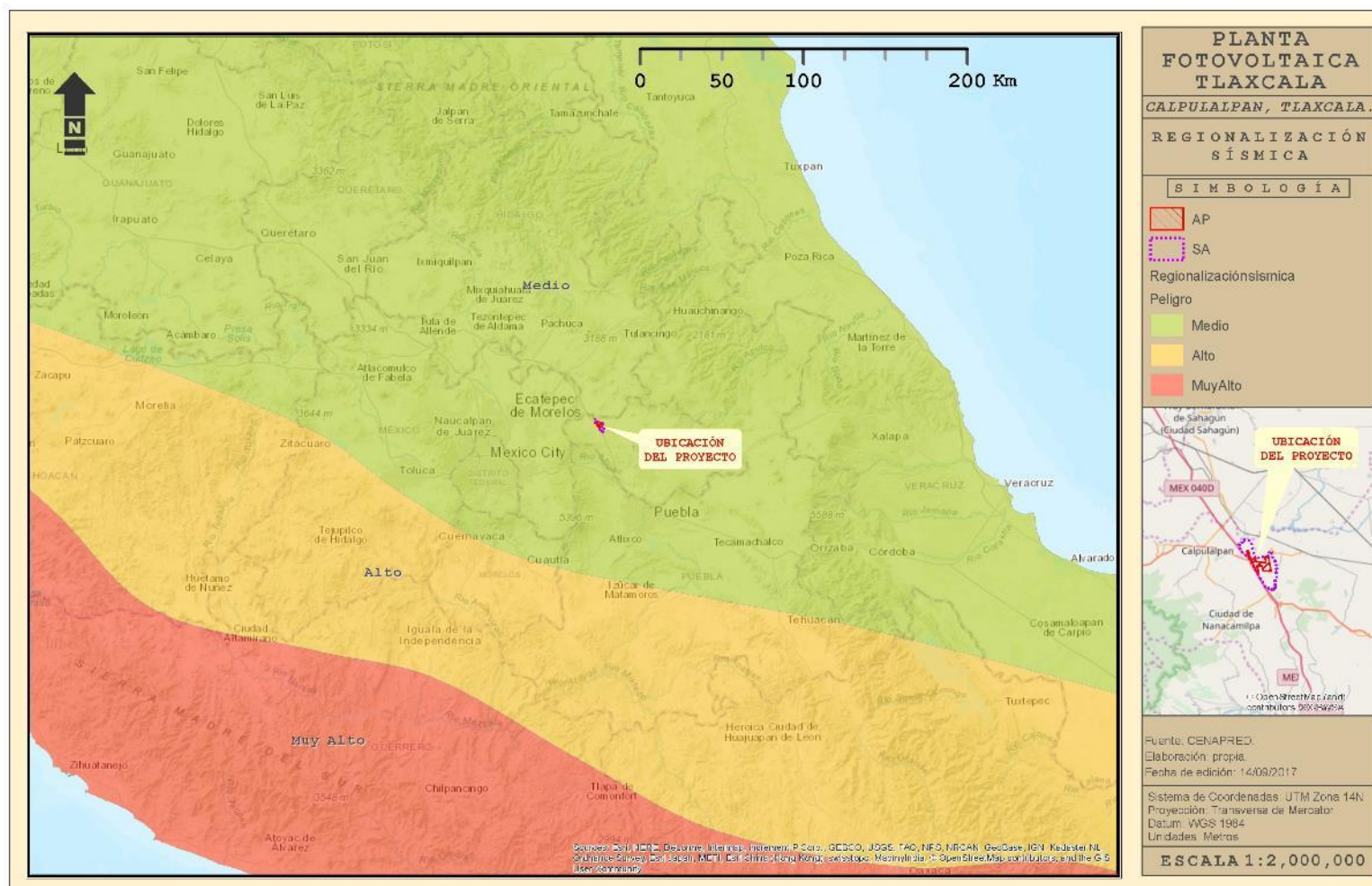


Figura 22: Riesgo por deslizamientos (hundimientos)

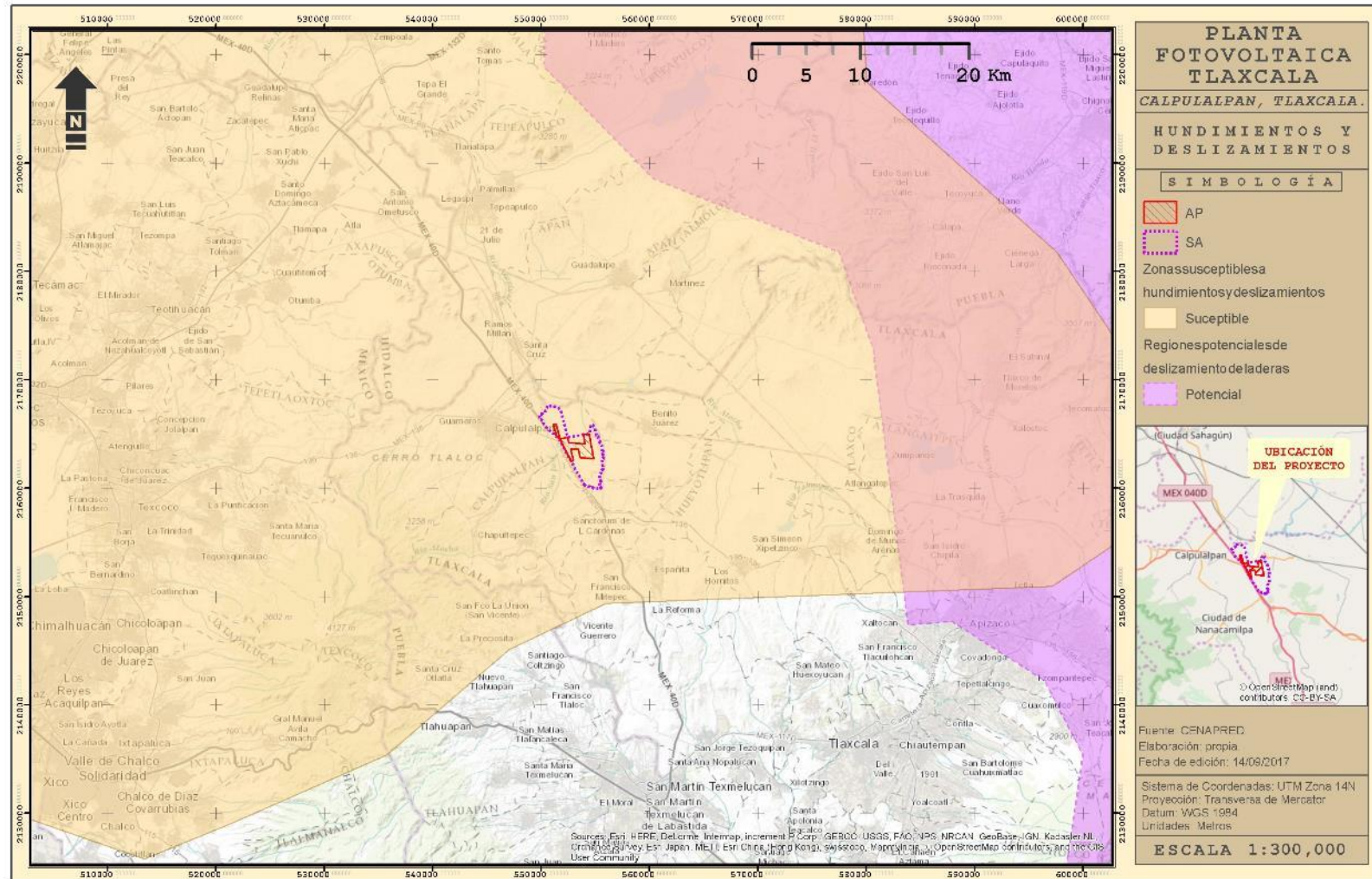
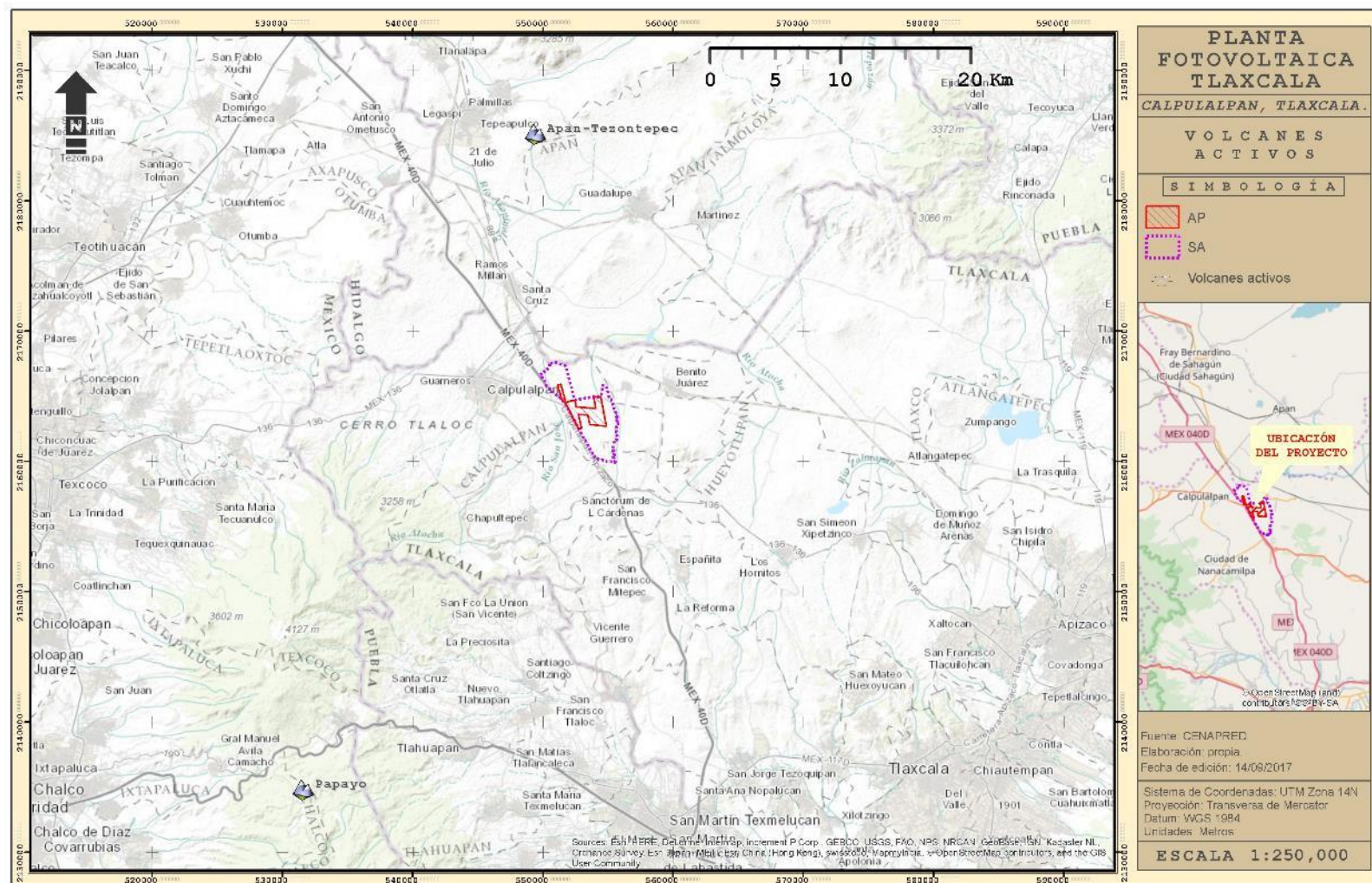


Figura 23: Volcán más cercano al área de estudio

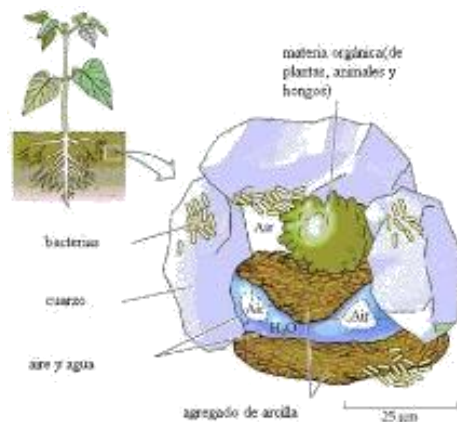


4.2.1.10 Suelos

El suelo como cuerpo natural

El suelo es la capa de transición que existe entre la Litósfera y la Biósfera. Aparece como producto de la transformación de la corteza sólida terrestre debido al influjo de condiciones ambientales específicas dentro de un hábitat biológico determinado, que dan como resultado un desarrollo específico, en función de su situación geográfica. Partiendo de este concepto, el suelo es el resultado de un conjunto de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie que es donde se asienta la mayor actividad biológica.

Los factores que condicionan la evolución de un suelo, son el clima, la topografía, los organismos vivos, material geológico, el tiempo transcurrido y el hombre (por las actividades que este desarrolle sobre él); el resultado es la formación de un perfil de suelo, sucesión típica de capas horizontales que denota el conjunto de factores que han intervenido en su formación.



Desde el punto de vista de su composición, el suelo es un material complejo compuesto por sólidos (material orgánico y mineral), líquidos (sobre todo el agua), gases (aire y vapor de agua, esencialmente) y una gran cantidad de microorganismos (bacterias, actinomicetos, hongos, algas, protozoarios).

Servicios ambientales

Dentro de este ciclo natural, el suelo tiene una serie de funciones vitales para el ecosistema en su conjunto. De acuerdo con Blum (1988), se reconocen cinco funciones propias del suelo en la naturaleza en general y en los ecosistemas en lo particular; dos de ellas están relacionadas con aspectos socioeconómicos del hombre y las otras tres, tienen una relación eminentemente ecológica:

Producción de biomasa. El suelo es el sostén para el desarrollo de las plantas que viven en él, los microorganismos edáficos contribuyen a crear un medio que resulta indispensable para la producción primaria de los ecosistemas terrestres. Aunque todas las

funciones del suelo son importantes, la producción de biomasa es probablemente la más reconocida, tanto en términos de actividades agrícolas y forestales, como en su proyección para proporcionar biodiversidad y diferenciación paisajística.

Los microorganismos edáficos son responsables de la descomposición, conversión y síntesis de sustancias orgánicas que influyen en las propiedades físicas, químicas de los materiales minerales, creando un medio biótico que proporciona el sustrato de enraizamiento para las plantas y sirve como fuente de suministro de nutrientes, agua y oxígeno.

Filtrado, bufferización (amortiguación) y transformación de sustancias. Como ya se comentó anteriormente los fenómenos más intensos tienen lugar en un espesor limitado, los dos primeros metros de la superficie donde se asienta la actividad biológica. Estas pueden visualizarse como parte de una función más general de regulación (Rubio, 1997). Tal función opera sobre los procesos de movimiento, transporte y transformación de flujos de nutrientes, sustancias y energía. Puede ser considerada como un conjunto de mecanismos internos del suelo que influyen para la génesis, evolución y diferenciación del perfil del suelo y también como la función para regular el intercambio de componentes con la atmósfera, cobertura vegetal, hidrósfera y ecosistemas circundantes (otras unidades de suelos o de materiales litológicos). Entre los muchos procesos implicados en esta función pueden incluirse: filtrado de sustancias procedentes de la lluvia, capacidad amortiguadora para sustancias químicas, infiltración y drenaje, capacidad de almacenamiento de sustancias y nutrientes, regulación del intercambio de energía, y el papel del suelo como fuente y sumidero de gases entre ellos los de efecto invernadero.

Hábitat biológico y reserva nutrimental. Las relaciones entre el suelo y los individuos biológicos están bien definidas y delimitadas. Por ejemplo, es fundamental el papel de los organismos edáficos en la sincronización de los ciclos biogeoquímicos de los elementos minerales, por lo tanto, en la estabilidad de los ecosistemas terrestres.

La degradación del suelo como elemento biológico produce importantes secuelas. Un suelo degradado física o químicamente moviliza componentes tóxicos alterando el ciclo de los nutrientes y afectando directamente todos los procesos microbiológicos como la mineralización, humificación y génesis de su estructura.

La reserva genética del suelo se constituye en una importante reserva potencial para procesos biotecnológicos en los campos de la industria farmacéutica y producción agroalimentaria.

Medio físico y fuente de materias primas. Esta función se refiere a la producción de bienes y servicios. Bajo esta perspectiva el suelo tiene una función económica, la cual es más o menos intensa dependiendo del uso del territorio: tierras productivas versus áreas marginales, producción agrícola, producción forestal, producción de pastos, carreteras, etc.

El suelo en el entorno o proximidades de las ciudades, bajo secano o regadío, alcanza un gran valor económico cuando se convierte en terreno urbanizable para actividades industriales, zonas residenciales o para infraestructuras turísticas. Estos cambios en el uso del suelo son generalmente llevados a cabo sin tomar en consideración la calidad y productividad del mismo. Como consecuencia muchas hectáreas de suelos de alta productividad situados alrededor de los núcleos urbanos están siendo irreversiblemente eliminadas por la expansión urbana e industrial que cubre la superficie del suelo con edificaciones, carreteras y otras infraestructuras.

Medio histórico. El territorio y los paisajes actuales constituyen la herencia de procesos climáticos, geomorfológicos y edafológicos pasados. Sobre esos escenarios el hombre ha desarrollado numerosas actividades (agricultura, ganadería, usos forestales, usos socio-económicos, usos culturales, usos de recreo), cuya reconstrucción es de gran interés para los estudiosos que tratan de conocer la historia y los acontecimientos paleo ambientales importantes.

4.2.1.11 Tipos de suelos y asociaciones presentes en el área de estudio de acuerdo con la clasificación de FAO-UNESCO e INEGI

Los tipos de suelo y asociaciones encontradas, sobre la base de la clasificación Edafológica de la FAO-UNESCO para el SA y AP son:

Hh + Re/2/D

**Feozem háplico asociado a Regozol eutrítico con una textura media y fase física
Durica**

Be+I+Re/1/D

**Cambisol eutrítico asociado a regosol eutrítico con una textura gruesa y fase física
Durica**

El primer nivel jerárquico de la clasificación de un suelo, generalmente definido por el horizonte de diagnóstico.

4.2.1.11.1 Unidades de Suelo

Feozem. 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 calcon 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)**.

Regosol. 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. Se incluyen en este grupo los suelos arenosos costeros y que son empleados para el cultivo de coco y sandía con buenos rendimientos. El símbolo cartográfico para su representación es **(R)**.

Cambisol. Estos suelos son jóvenes, poco desarrollados y se pueden encontrar en cualquier tipo de vegetación o clima excepto en los de zonas áridas. Se caracterizan por presentar en el subsuelo una capa con terrones que presentan vestigios del tipo de roca subyacente y que además puede tener pequeñas acumulaciones de arcilla, carbonato de calcio, fierro o manganeso. También pertenecen a esta unidad algunos suelos muy delgados que están colocados directamente encima de un tepetate. Son muy abundantes, se destinan a muchos usos y sus rendimientos son variables pues dependen del clima donde se encuentre el suelo. Son de moderada a alta susceptibilidad a la erosión. Su símbolo es **(B)**.

4.2.1.11.1.1 Subunidad de suelo

(e) Son suelos ligeramente ácidos a alcalinos y más fértiles que los suelos dísticos

(h) Son suelos que no presentan características de otras subunidades existentes en ciertos tipos de suelo

4.2.1.11.1.2 Textura

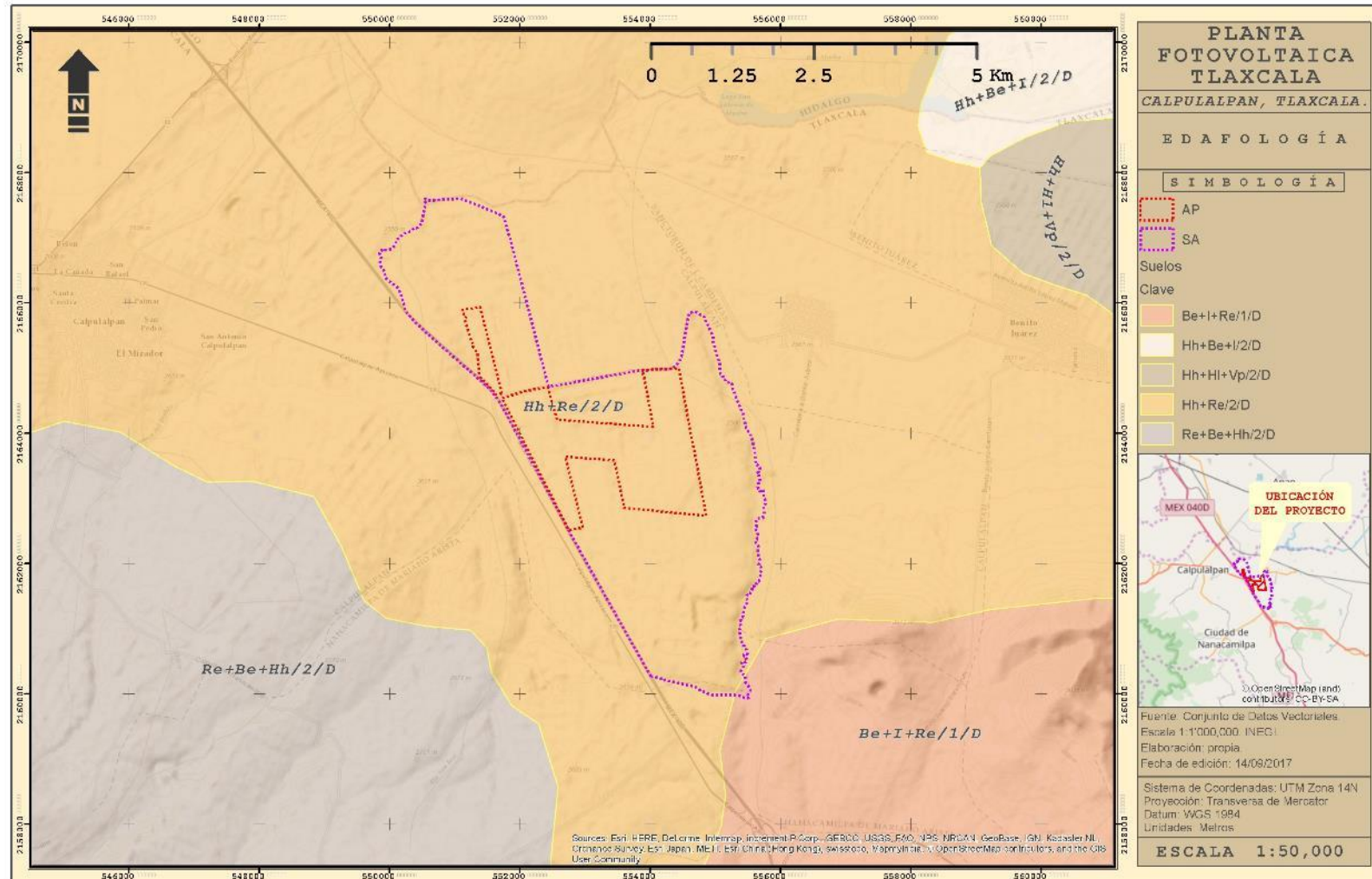
El número **2** se refiere a suelos de textura media, comúnmente llamados francos, equilibrados generalmente en el contenido de arena, arcilla y limo.

El número **1** representa los suelos arenosos de textura gruesa (con más de 65% de arena), con menor capacidad de retención de agua y nutrientes para las plantas.

4.2.1.11.1.3 Fase física del suelo

Fase dúrica y dúrica profunda. Capa cementada y endurecida con sílice. Se llama comúnmente tepetate y no se rompe con facilidad.

Figura 24: Tipos de suelo presentes en área de estudio



4.2.1.12 Erosión

Para estimar la erosión de los suelos se ha utilizado la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (EUPS), un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial de los suelos. Esta ecuación constituye un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos para que hagan que la erosión actual sea menor que la tasa máxima permisible de erosión.

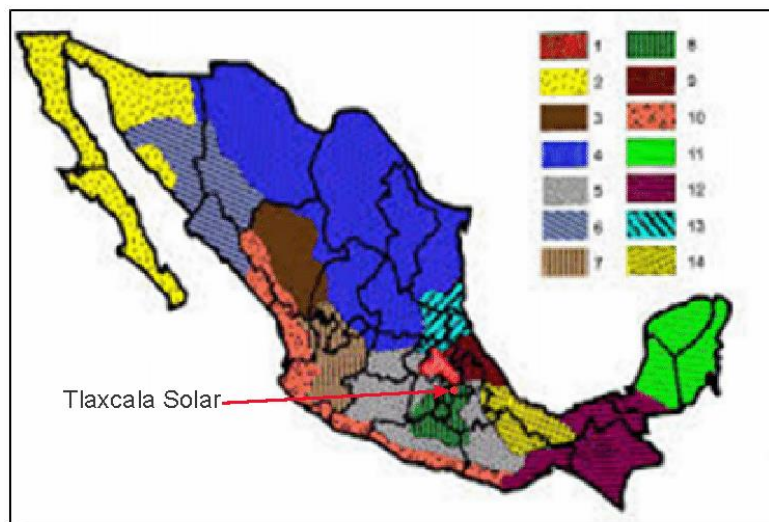
Uno de los factores climáticos que intervienen en la erosión y es de los principales para poder calcular la erosión de un sitio es la lluvia, que se estima a través de factores o índices de erosividad que son datos derivados de características energéticas de las lluvias, que cuantifican la capacidad potencial de las mismas para generar erosión por salpicadura, erosión laminar y por surcos. El índice más conocido y usado frecuentemente es el factor **R** según Wischmeier y Smith.

El factor **R** se calcula como producto de la energía cinética (E) en MJ mm/ha hr año basada en la siguiente relación:

Para la descripción de **R** en la zona se emplearon los datos de la estación climatológica "Zoquiapan" (29039), situada en la latitud 19°35'05"N y la longitud 098°28'41"W a una altura de 2,532.0 m.s.n.m; que cuenta con registros de 1951 al 2010.

Para estimar R en el ámbito regional, se puede utilizar la precipitación anual, con un modelo lineal muy simple. Existen en el país 14 diferentes regiones en las cuales se elaboraron modelos de regresión donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R de la EUPS. En este caso para el sitio del proyecto el valor de erosividad será calculado aplicando la ecuación correspondiente para la región **VIII**.

Figura 25: Mapa de regiones con igual Erosividad en la República Mexicana



$$R = 1.9967 p + 0.003270 p^2$$

Donde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr

p = Precipitación media anual de la región.

R= 2,256.37 Mj/ha mm/hr

Tabla 7: Precipitación media mensual

Precipitación normal anual (mm)													
Estación	Periodo	Meses											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Zoquiapan	1951-2010	6.8	9.5	14.1	31.6	64.8	105.1	108	99.2	85.4	42.2	9.3	3.7
Coordenadas de Localización: 19°35'05"N/098°28'41"W 2,532.0 m.s.n.m													
Fuente: CNA Registro Mensual de Precipitación Media en mm													

Tabla 8: Clasificación de la erosión (FAO 1980)

Grado	Pérdida de suelo T/ha año	Riesgo de Erosión
1	<0.5	Normal
2	0.5-5.0	Ligera
3	5.0-15	Moderada
4	15-50	Severa
5	50-200	Muy Severa
6	>200	Catastrófica

4.2.1.12.1 Erosión potencial (Ep)

La erosión potencial se estima con la siguiente ecuación:

$$Ep \text{ (Erosión potencial)} = R K LS$$

Donde:

Ep = Erosión potencial

R = Erosividad de la lluvia

K = Erosividad del suelo

LS = Longitud y grado de pendiente

Para el SA, sustituyendo los valores tenemos:

$$Ep = (2,256.37) (0.023) (3.04)$$

$$Ep = \mathbf{157.95}$$

Para el AP, sustituyendo los valores tenemos:

$$Ep = (2,256.37) (0.023) (2)$$

$$Ep = \mathbf{103.89 \text{ t/ha/año}}$$

La erosión potencial, es un ejercicio hipotético en el que quitamos el valor de la vegetación como barrera física, por lo que en este caso tanto para el SA y el AP, tendrían un grado de erosión superior a las 50 t/ha/año considerada como **muy severa**.

4.2.1.12.2 Erosión actual del suelo (Ea)

$$Ea \text{ (Erosión actual)} = R K LS C$$

La erosión actual se estima utilizando la ecuación anterior, que considera los factores inmodificables R K LS y se completa añadiendo el factor de vegetación:

Factor de protección C.- Se estima dividiendo las pérdidas de suelo de un lote con un cultivo de interés y las pérdidas de suelo de un lote desnudo. Indica que a medida que aumenta la cobertura del suelo, este valor se reduce. Los valores de (C) se reportan para diferentes partes del mundo y para México.

Para la zona de construcción de Tlaxcala Solar el tipo de agricultura de maíz que se encuentra, equivale a 0.62.

Considerando los valores obtenidos para el cálculo de la erosión potencial y el factor de protección del suelo, la erosión actual es:

Para el SA, sustituyendo los valores tenemos:

$$\begin{aligned} Ep &= (2,256.37) (0.023) (3.04) (0.62) \\ Ep &= \mathbf{97.92 \text{ t/ha/año}} \end{aligned}$$

Para el AP, sustituyendo los valores tenemos:

$$\begin{aligned} Ep &= (2,256.37) (0.023) (2) (0.62) \\ Ep &= \mathbf{64.41 \text{ t/ha/año}} \end{aligned}$$

En ambos sitios el resultado equivale a una erosión **muy severa**, esto es debido a las condiciones del terreno que aunque no tiene pendientes pronunciadas, una época del año queda descubierta de vegetación, por lo tanto queda expuesta a las acciones erosivas del agua de lluvia. La zona está clasificada como agrícola de temporal y permanente por lo que la cubierta vegetal es casi continua, sin embargo durante la época de preparación del terreno después de la cosecha queda descubierta.

4.2.1.13 Hidrología

Se entiende por Región Hidrológica al área territorial conformada en función de sus características morfológicas, orográficas e hidrológicas, en la cual se considera a la cuenca hidrológica como la unidad básica para la gestión de los recursos hídricos, cuya finalidad es el agrupamiento y sistematización de la información, análisis, diagnósticos, programas y acciones en relación con la ocurrencia del agua en cantidad y calidad, así como su explotación, uso o aprovechamiento. Normalmente una región hidrológica está integrada por una o varias cuencas hidrológicas. Por tanto, los límites de la región hidrológica son en general distintos en relación con la división política por estados, Distrito Federal y municipios (Ley de Aguas Nacionales 1992. Última reforma publicada DOF 18 de abril de 2008).

4.2.1.13.1 Hidrología superficial

La clasificación de la zona donde se encuentra el SA y el AP conforme CONAGUA es la siguiente:

Region Hidrologico-Administrativa: XIII Región Valle de México.- Esta región abarca parte de los estados de Hidalgo, México, Tlaxcala y la totalidad del Distrito Federal. Tiene su sede en la Ciudad de México, Distrito Federal. La Región Hidrológico-Administrativa Aguasdel Valle de México tiene 40 municipios en su demarcación y una superficie de 16,438 km².

Region Hidrologica No. 26 “Panuco”

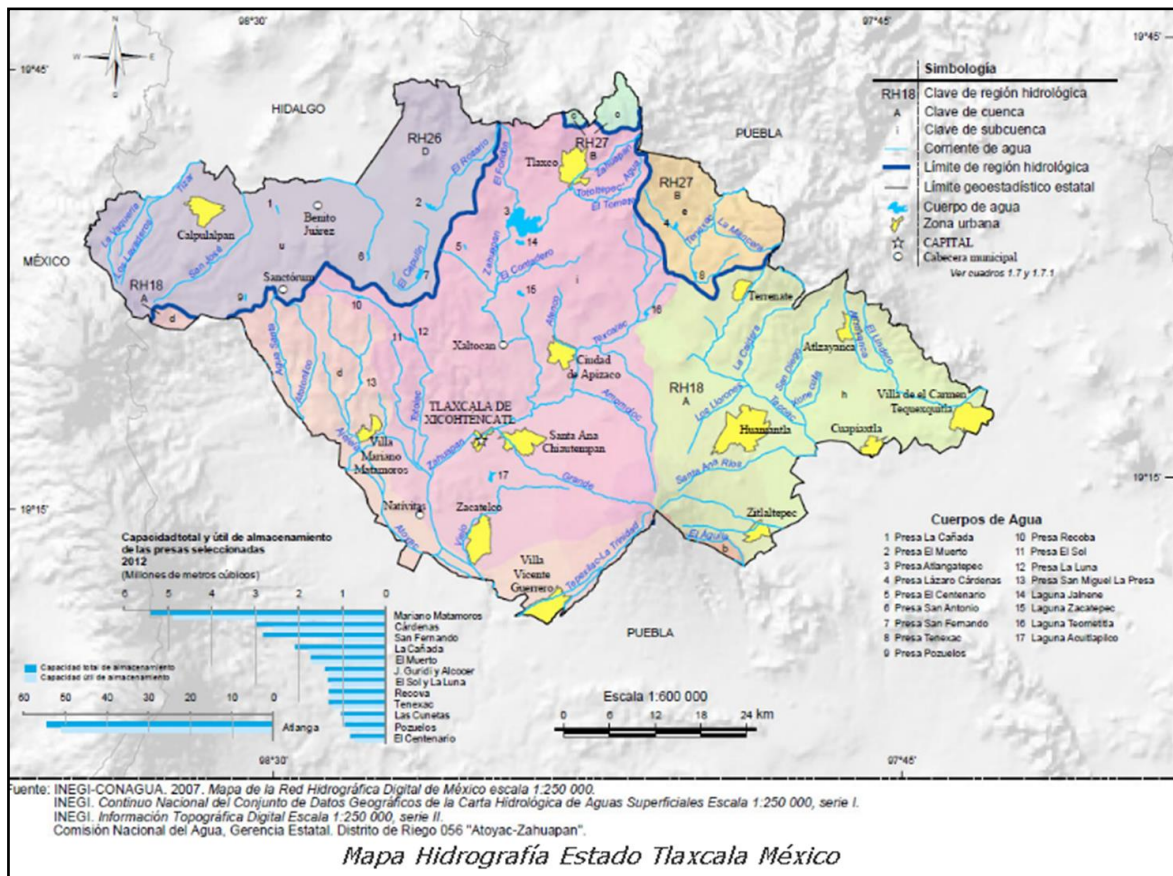
El SA y el AP se encuentran en la porción de la RH 26 conocida como: “**Alto Pánuco**”; esta subregión comprende la parte noroeste del estado. Sus acuíferos están constituidos por sedimentos y piroclásticos terciarios, sus niveles son profundos (abajo de 80 m) y la extracción en el valle de Soltepec es suficiente. Es parte de una de las regiones hidrológicas más importantes del país, tanto por el volumen de sus corrientes superficiales —que la sitúan dentro de las cinco más grandes del país—, como por la superficie que comprende. Dentro del estado de Tlaxcala abarca una mínima extensión de la parte noroeste, en sus límites con el estado de Hidalgo. Sólo parte de la cuenca corresponde a Tlaxcala.

Esta región ocupa la parte noroeste del estado, donde sólo quedan partes de la cuenca **D** (río Moctezuma), en la que se registran índices de escurrimiento del 10 al 20%, es decir, de 105 mm de lámina media. Esta porción incluye parte de la sierra de Tlaxco y los llanos de Apan. En general, esta zona de la región hidrológica del Moctezuma-Pánuco cuenta con una alta permeabilidad, pero las condiciones de precipitación y la falta de vegetación densa favorecen el escurrimiento. Bajo las condiciones geológicas de esta cuenca prevalecen las tobas intermedias del Terciario y zonas aluviales con alto grado de permeabilidad; así como basaltos y brechas volcánicas lávicas en el extremo oeste en las faldas del cerro Tlaloe, con un índice de permeabilidad baja. En la sierra de Tlaxco se distinguen basaltos, tobas y riolitas con grados altos de permeabilidad.

Cuenca Río Moctezuma (26 D)

Cubre una superficie dentro del estado de 750.092 km². La corriente más importante de esta cuenca es el principal afluente del río Pánuco. Tiene como origen a los ríos San Juan y Tula, en el Estado de México, y en su recorrido se le conoce con diversos nombres: el de río Moctezuma le corresponde a la zona comprendida entre las confluencias de los ríos San Juan del Río y Tampaón. La parte de esta cuenca que corresponde al estado de Tlaxcala aporta una cantidad mínima de agua al estado ya que la mayoría de los escurrimientos existentes drenan en dirección del Estado de México, hacia el río Moctezuma. Tiene en parte una **subcuenca** intermedia llamada **Lago Tochac y Tecocomulco**.

Figura 26: Regiones Hidrológicas en Tlaxcala



Fuente: <http://www.paratodomexico.com/estados-de-mexico/estado-tlaxcala/hidrologia-tlaxcala.html>

4.2.1.13.2 Red hidrográfica del Área del Proyecto

De manera general la configuración de una red de drenaje (red hidrográfica) se compone de la siguiente manera de acuerdo a las definiciones de Strahler, 1957.

- Las corrientes que carecen de afluentes son denominados de primer orden
- La unión de dos afluentes de primer orden origina una corriente de segundo orden, dos segundos ordenes forma un tercero y así consecutivamente.
- Los ríos principales que son aquellos que están alimentados por varias corrientes.

Dentro del AP de Tlaxcala Solar no existe ningún cause de agua, dentro del SA solo se encuentra una corriente temporal de segundo orden en el extremo oeste (figura 27).

Figura 27: Cuenca hidrológica

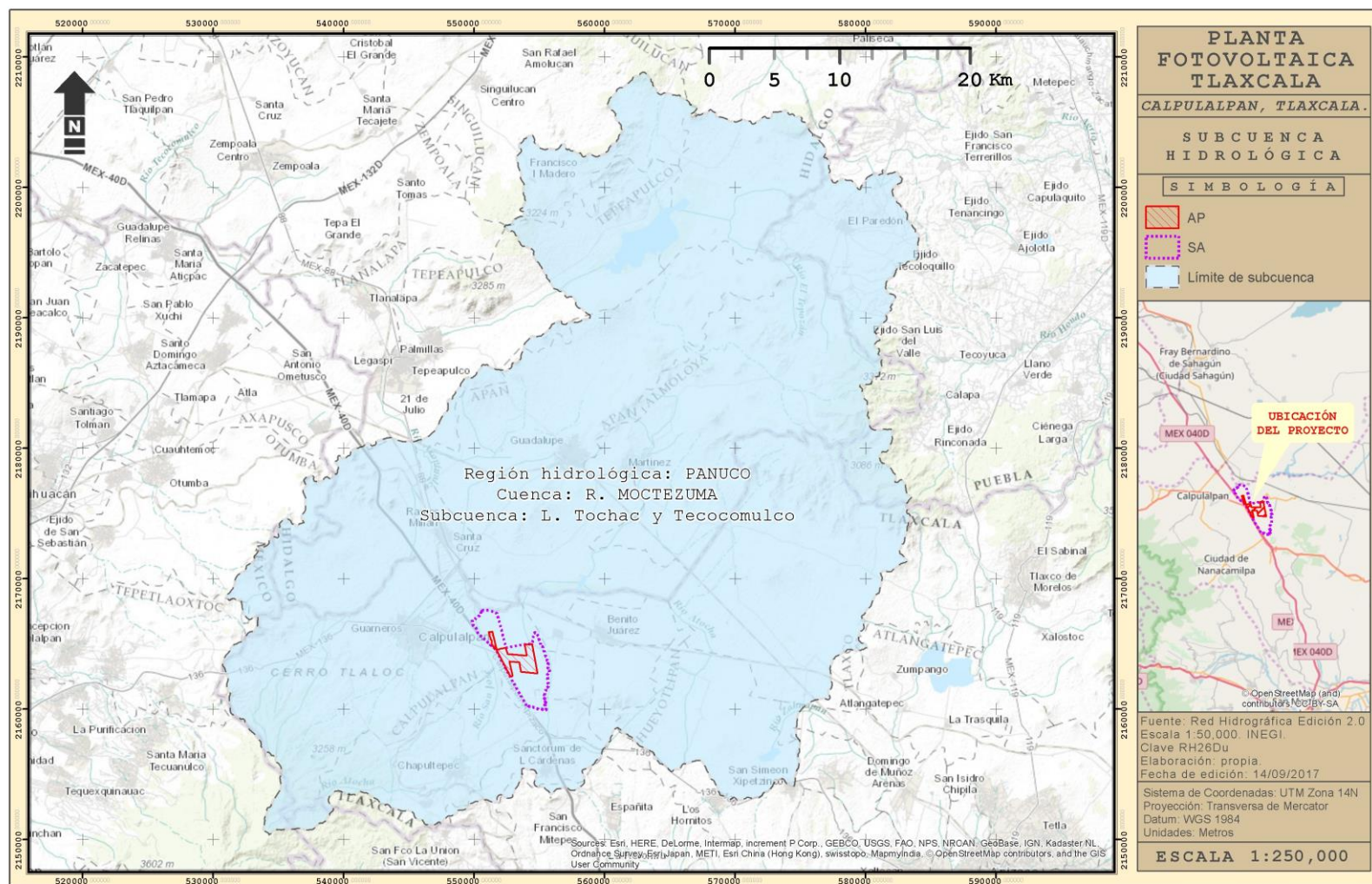
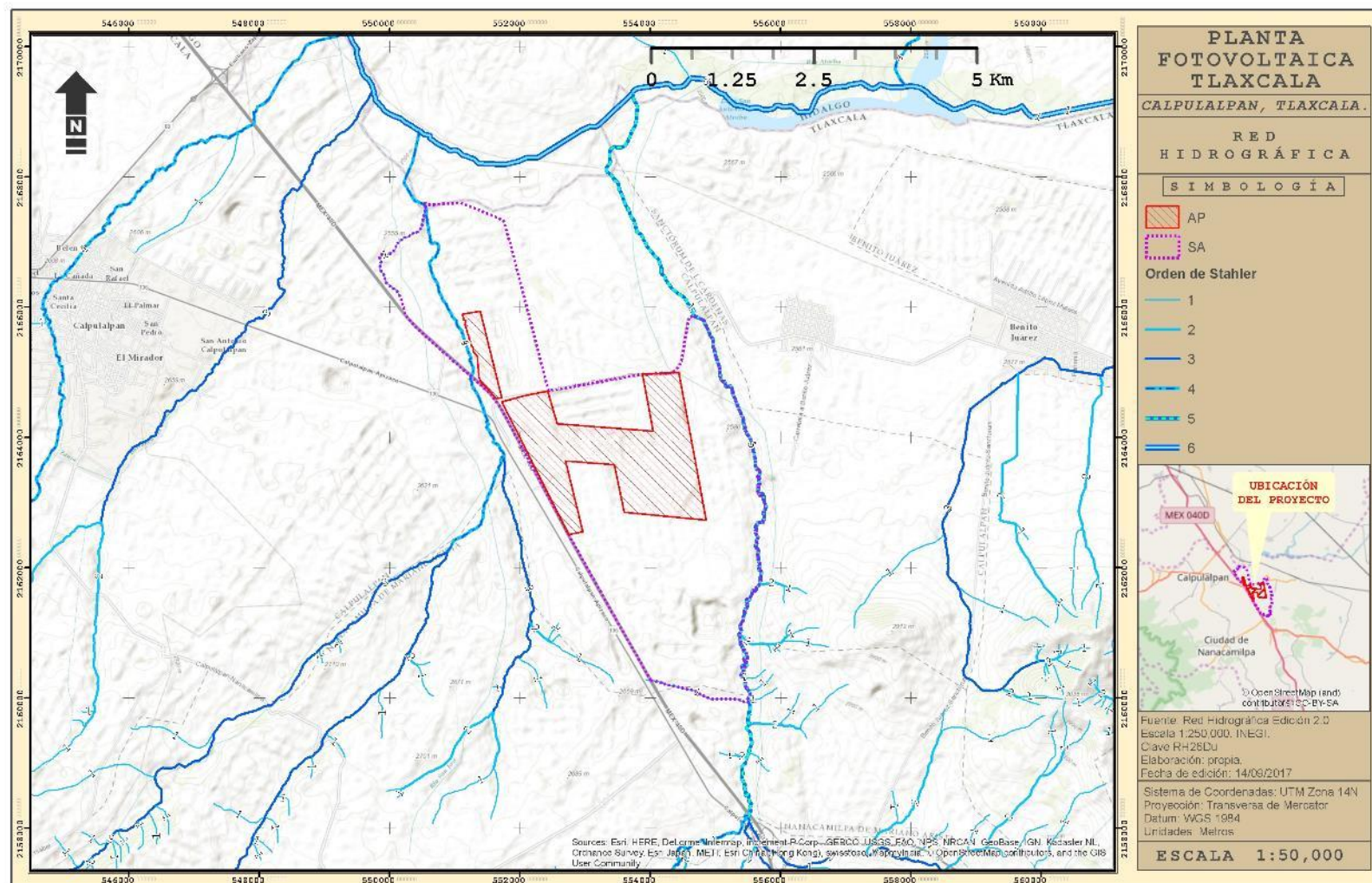


Figura 28: Red hidrográfica en el SA y el AP

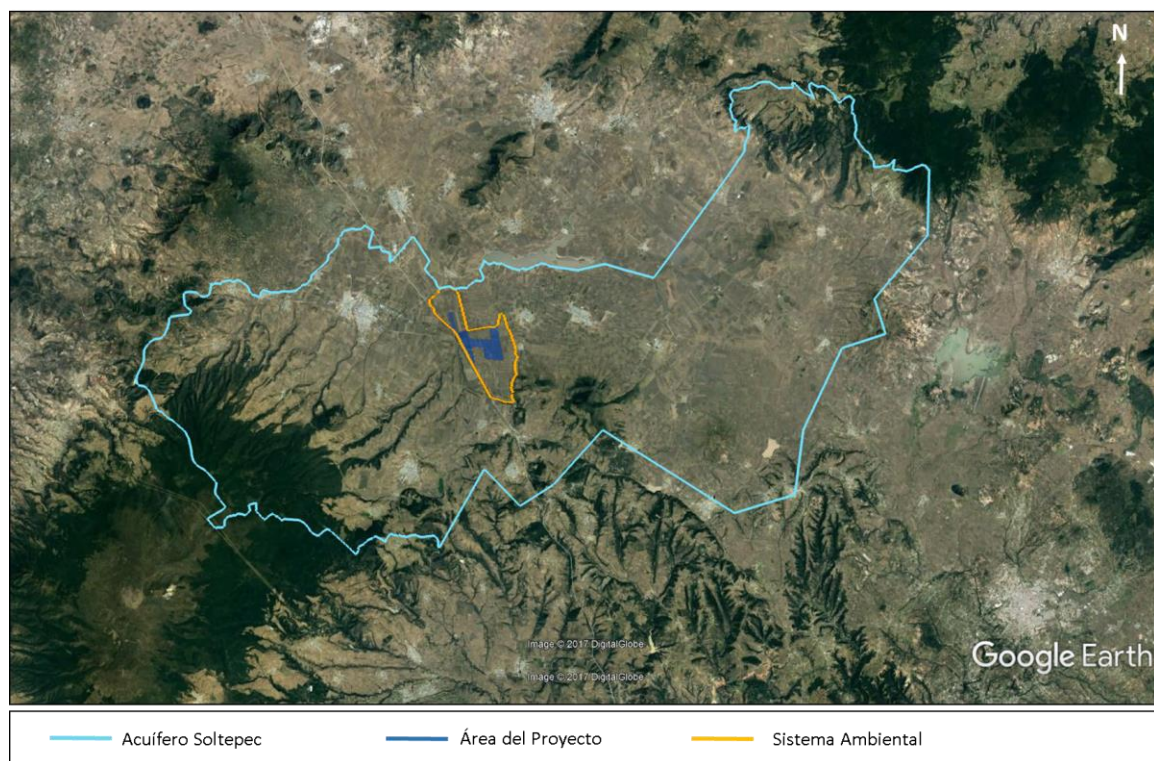


4.2.1.13.3 Hidrología subterránea

El área de proyecto y SA se localizan sobre el acuífero “Soltepec”, el cual se localiza en la parte norte del estado de Tlaxcala, cubriendo una superficie aproximada de 429 km². En estudios anteriores realizados por la CONAGUA en los cuales se determinaron de manera preliminar las condiciones geohidrológicas de la zona. Se comprobaron cuatro unidades hidrogeológicas, siendo explotado principalmente el acuífero del Terciario volcánico; la profundidad del nivel estático variaba entre 80 y 150 metros; la recarga proviene de las zonas altas y la descarga natural tiene lugar hacia la laguna Tochac. Actualmente la disponibilidad de aguas subterráneas, conforme a la metodología indicada en la “Norma que establece la metodología para calcular la disponibilidad de aguas nacionales” se obtiene de restar a la recarga total los volúmenes de la descarga natural comprometida y el volumen concesionado e inscrito en el REPDA, de esta forma la disponibilidad es de 1'245,528 m³/año.

La cifra indica que existe volumen disponible de 1'245,528 m³ anuales para nuevas concesiones en el acuífero de Soltepec, Tlaxcala.

Figura 29: Acuífero



4.2.1.13.4 Volúmenes y gasto hidráulico

Para calcular el volumen de escurrimiento y gasto máximo, se realizó mediante la siguiente ecuación (¹ PROY-NOM-011-CNA-2000):

Volumen de escurrimiento:

$$Vm = A C Pm$$

Donde:

A = Área de captación (km²).

C = Coeficiente de escurrimiento.

Pm = Precipitación Total Anual (mm).

Vm = Volumen medio anual (m³).

Sustituyendo valores en la ecuación para el SA, tenemos:

$$Vm = (18.124869 \text{ km}^2) (0.199087684) (579.7 \text{ mm}) (1,000)$$

$$Vm = \mathbf{2'091,811.622 \text{ m}^3}$$

Sustituyendo valores en la ecuación, para el AP:

$$Vm = (3.952991 \text{ km}^2) (0.199087684) (579.7 \text{ mm}) (1,000)$$

$$Vm = \mathbf{456,219.1604 \text{ m}^3}$$

Para calcular el gasto máximo, se recurrió al Método Racional Modificado, el cual utiliza la siguiente ecuación:

$$Q = 0.028 C L A$$

Donde:

0.028 = Constante numérica.

C = Coeficiente de escurrimiento.

L = Lluvia máxima en 24 hrs. (mm).

A = Área de captación (has).

Q = Escurrimiento máximo (m³/s).

Sustituyendo en la ecuación para el SA:

$$Q = 0.028 (0.199087684) (86.5 \text{ mm}) (1,812.4869 \text{ ha})$$

$$Q = \mathbf{873.9637311 \text{ m}^3/\text{seg.}}$$

Sustituyendo en la ecuación, para el AP:

$$Q = 0.028 (0.199087684) (86.5 \text{ mm}) (395.2991 \text{ ha})$$

$$Q = \mathbf{190.6094198 \text{ m}^3/\text{seg.}}$$

¹ PROYECTO de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-011-CNA-2000.

4.2.1.14 Infiltración

Para evaluar la infiltración de lluvia que penetra al suelo en el sitio, se determinan: la precipitación mensual de la zona, los diferentes valores de infiltración básica de los suelos, la cobertura vegetal del suelo y su pendiente. Determinados los valores anteriormente mencionados, se puede evaluar la infiltración mediante la ecuación presentada por Schosinsky & Losilla (2000).

El estudio del balance de suelos se basa en el principio de la conservación de la materia, es decir, el agua que entra a un suelo, es igual al agua que se almacena en el suelo, más el agua que sale de él. Las entradas son debidas a la infiltración del agua hacia el suelo y las salidas se deben a la evapotranspiración de las plantas, más la descarga de los acuíferos.

Uno de los factores que más influyen en la infiltración de la lluvia en el suelo, es el coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo (K_{fc}), que está dado tentativamente por la ecuación de Schosinsky & Losilla, 2000.

El valor de f_c corresponde a la permeabilidad del suelo saturado, en los primeros 30 centímetros de profundidad, por considerar que este es el espesor que está en contacto directo con el agua de lluvia. Dicho valor se obtiene en el campo, con la prueba de anillos aplicada en la superficie del terreno. También se puede obtener con el permeámetro de Guelph o con la prueba de Porchet, ambas aplicadas a una profundidad no mayor de 30cm, sin embargo, pueden existir diferencias entre los métodos utilizados.

El valor de K_{fc} , fue derivado para los valores de lluvia mensual. Por lo tanto, la fracción que infiltra debido a la textura del suelo, nos permite obtener la infiltración mensual. Además del coeficiente de infiltración debido a la textura del suelo, influye la pendiente del terreno y la vegetación. Estos coeficientes, vienen a conformar el coeficiente de infiltración del suelo (C_i).

Para la estimación del cálculo de la infiltración en el área de estudio se utilizó la ecuación de Schosinsky & Losilla, 2000:

$$P_i = (C_i) (P - RET)$$

Donde:

- P_i** = Precipitación de infiltración mensual al suelo.
- C_i** = Coeficiente de infiltración en el suelo.
- P** = Precipitación mensual.
- RET** = Retención de agua de lluvia mensual en el follaje.

La infiltración total anual en la zona que abarcan las estaciones meteorológicas muestra un valor de **391.85 mm/año**.

Tabla 9: Infiltración

Infiltración actual mensual al suelo (Pi)				
Fórmula	Ci	P	Ret	Actual
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	6.8	5	1.41620453
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	9.5	5	3.54051133
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	14.1	5	7.15970069
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	31.6	5	20.9283559
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	64.8	7.776	44.8653596
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	105.1	5	78.7567076
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	108	12.96	74.7755993
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	99.2	11.904	68.6827727
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	85.4	10.248	59.1281128
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	42.2	5.064	29.217873
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	9.3	5	3.38315527
$P_i = (C_i) (P - Ret)$	0.7867803	3.7	3.7	0
Total				391.854353

4.2.1.14.1 Escenario del cambio en la capacidad de infiltración del área.

Debido a que le área donde se ubicará el proyecto, no cuenta con vegetación natural ya que esta dedicado a la actividad agrícola, y que el proyecto no contempla el sellamiento del suelo en ninguna de sus etapas, se espera que la infiltración del agua pluvial al suelo no cambie.

4.2.2 Componentes bióticos

Los factores o aspectos bióticos se definen como todos los organismos vivos que interactúan con otros organismos vivos, refiriéndonos a la flora y fauna de un lugar o zona específica, así como sus interacciones.

4.2.2.1 Vegetación

La vegetación es el elemento biótico visible dentro del paisaje, concibiendo al paisaje como la interacción de factores bióticos y abióticos. Estas comunidades se definen a través de su fisionomía, que procede de la forma de vida (biotopo) de sus especies dominantes, sumado a los factores climáticos, edáficos y bióticos del medio. Así sus componentes proporcionan particularidad al mismo, dándole un comportamiento fenológico sucesional a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

Así mismo, México posee una de las floras más diversas en el continente americano, esta copiosa variedad de especies vegetales se manifiesta por su ubicación entre la zona templada norte y tropical, además de su considerable extensión subtropical, aunado a sus climas y suelos con topografías accidentadas y complejas estructuras geológicas. Los tipos de vegetación que cubren este territorio, van desde selvas altas preferentemente distribuidas en las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico, hasta los matorrales y desiertos áridos del norte y península de Baja California, bajo este contexto, México es uno de los países con mayor diversidad biológica (Gío-Argáez y López-Ochoterena, 1993; Ramamoorthy *et al.*, 1993; Flores y Gerez, 1994; Villaseñor, 2003, 2016), localizando su origen en un amplio rango de climas y relieves montañosos. De acuerdo al anterior argumento, diversos autores ubican a México como uno de los países con mayor riqueza florística y fisonómica, encontrando en su territorio más especies de pinos, agaves, cactus y encinos que en otros países, aunando a una amplia variedad de comunidades vegetales. (Akeroyd y Synge, 1992; Mittermeier y Goettsch, 1992; Heywood y Davis, 1997; Neyra y Durand, 1998; Villaseñor, 2003, 2004).

De acuerdo al análisis de las afinidades geográficas de la flora de diferentes regiones del país, coeficientes de similitud y tomando en cuenta los endemismos conocidos y la distribución general de las plantas vasculares, en México está reconocida la existencia de 17 provincias florísticas. Una de estas provincias corresponde a la denominada región fisiográfica Altiplanicie y en muchos casos trabajada bajo el nombre de Desierto Chihuahuense, extendida en México desde los estados de Chihuahua y Coahuila hasta Jalisco, Michoacán, Estado de México, Tlaxcala y Puebla.

La altiplanicie es la provincia florística más extensa en el país, encontrando en ella un número considerable de endemismos y una abundancia vegetal favorecida por una amplia gama de sustratos geológicos. Por otro lado, esta gran provincia se encuentra dividida en regiones localizadas y dominadas por diferentes asociaciones de matorrales xerófilos.

Los terrenos pertenecientes al Altiplano mexicano poseen una historia geológica y evolutiva compleja, destacando su inmersión durante la mayor parte del Cretácico y una

actividad volcánica intensa durante el Terciario, eventos que contribuyeron significativamente en la morfología del terreno, además la influencia por los cambios climáticos ocurridos durante el Terciario y Cuaternario incumben a la creación del paisaje morfológico conocido actualmente, lo anterior se traduce en una nutrida cubierta vegetal integrada por un número considerable de endemismos favorecidos por la amplia gama de sustratos y formas geológicas.

El AP y SA se encuentran incluso dentro del espacio político definido para el Estado de Tlaxcala, este territorio, además de poseer tierras adjuntas al Altiplano mexicano, incluye zonas concernientes a diversas unidades geomorfológicas propias del Eje Neovolcánico, incluido en la región florística de las Serranías Meridionales, de la cual el SA toma una su porción sur, esta entidad incluye las elevaciones más altas del país, así como muchas áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de muchos endemismos.

4.2.2.1.1 Métodos

Se realizaron muestreos, recorridos, toma de datos y de fotografías dentro del SA y del AP, en los cuales se colectó, procesó y determinó material vegetal a nivel específico y en casos, a nivel infraespecífico. Así mismo, se efectuó un análisis comparativo de la vegetación del sitio según INEGI (serie V), COTECOCA (1978), Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014). Todos los puntos de muestreo fueron ubicados geográficamente por medio de un GPS con Datum WGS84.

4.2.2.1.2 Trabajo de Gabinete

Con el objetivo de identificar los taxa observados y registrados durante el trabajo de campo, se analizó información obtenida de trabajos literarios especializados en la flora y vegetación local, así como bibliografía específica para grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico, dando importancia a aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. De igual forma, se compararon las muestras y fotografías tomadas con los ejemplares tipo digitalizados y disponibles en la base de datos de *Jstor Global Plants* (<http://plants.jstor.org>). Se estableció y verificó la nomenclatura utilizada conforme a los datos obtenidos en la base de datos *Tropicos* del *Missouri Botanical Garden* (<http://www.tropicos.org/>) y la literatura científica, dando preferencia a la nomenclatura de cambio reciente y respetando los nombres que la literatura especializada decide conservar.

4.2.2.2 Muestreo

Con el objetivo de definir las comunidades vegetales y flora existentes en el AP y del SA, se eligió el sistema de puntos de muestreos circulares de 500 m² con un total de 6 puntos para la superficie del AP; ubicados al azar, sobre una cuadrícula elaborada con ayuda del Sistema de Información Geográfica (SIG). Se tomó nota de la fecha de muestreo, localidad, coordenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada punto. Además, se registran los individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos observados, designando

identidad taxonómica y tomando medidas dimensionales para cada uno de ellos, sin embargo en este caso no fue posible llevar a cabo lo anterior debido a que el área no continen vegetación, debido a que el área tiene actualmente un uso agrícola. Este proceso se realizó también en el SA, donde se tomaron seis puntos y a la vez se pudo constatar también aquí la ausencia de vegetación, debido a que de manera similar al AP, los terrenos que conforman el SA son utilizados de igual forma para la producción agrícola.

4.2.2.2.1 Parcelas circulares

Con el fin de definir la vegetación existente en el SA y AP, se eligió realizar el método de parcelas circulares de 500 m² de superficie (adaptado de Olvera-Vargas *et al.*, 1996 y de CONAFOR, 2011). Este método minimiza el error en el recuento de árboles y efecto de borde, que se presenta en otros métodos como el de transectos lineales.

Dentro de cada punto de muestreo o parcela se registraron: la fecha de muestreo, localidad, coórdenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada sitio. Se registraron los individuos arbóreos, arbustivos y herbáceos observados, designando identidad taxonómica y tomando medidas de altura, cobertura y Diámetro Normal (DN a 1.30 de altura) para cada uno.

Para el análisis de los individuos se definieron tres categorías conforme a lo siguiente:

- .- **Arbóreos:** Todos aquellos individuos de 8 cm de DN o mayores. Se registró especie taxonómica, DN y altura total en 500 m².
- .- **Arbustivos:** Todos aquellos individuos mayores a 51 cm de altura y menores a 5 cm de DN. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 500 m².
- .- **Herbáceos:** Todos aquellos individuos de 0 a 50 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en porcentaje en una superficie de 500 m².
- .- **Cactáceas:** Todos aquellos individuos pertenecientes a la familia de las Cactáceas. Se registró especie taxonómica y altura total en 500 m².

Cálculo del radio para los puntos de muestreo circular:

Para calcular el radio de cada círculo se utilizó la siguiente formula:

$$r = \sqrt{A/\pi}$$

Radio para el muestreo de 500 m²:

$$r = \sqrt{500/\pi}$$

$$r = \sqrt{159.154943}$$

$$r = 12.61$$

Figura 30: Representación esquemática del método de muestreo de la vegetación (adaptado de Olvera-Vargas et al., 1996 y CONAFOR, 2011).

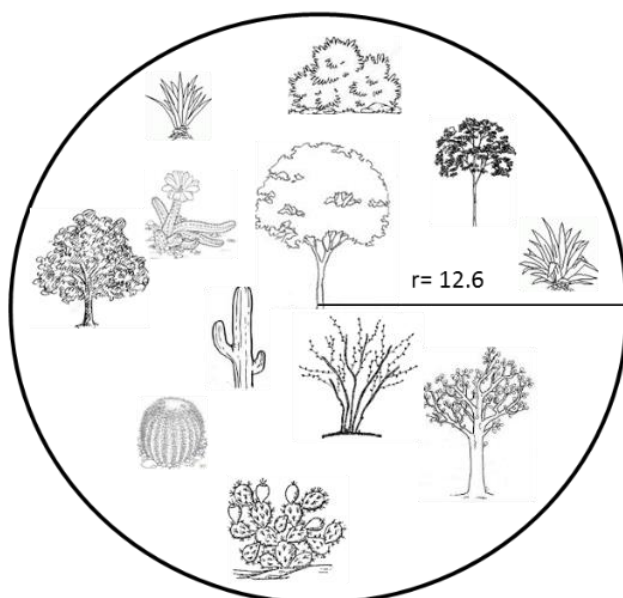


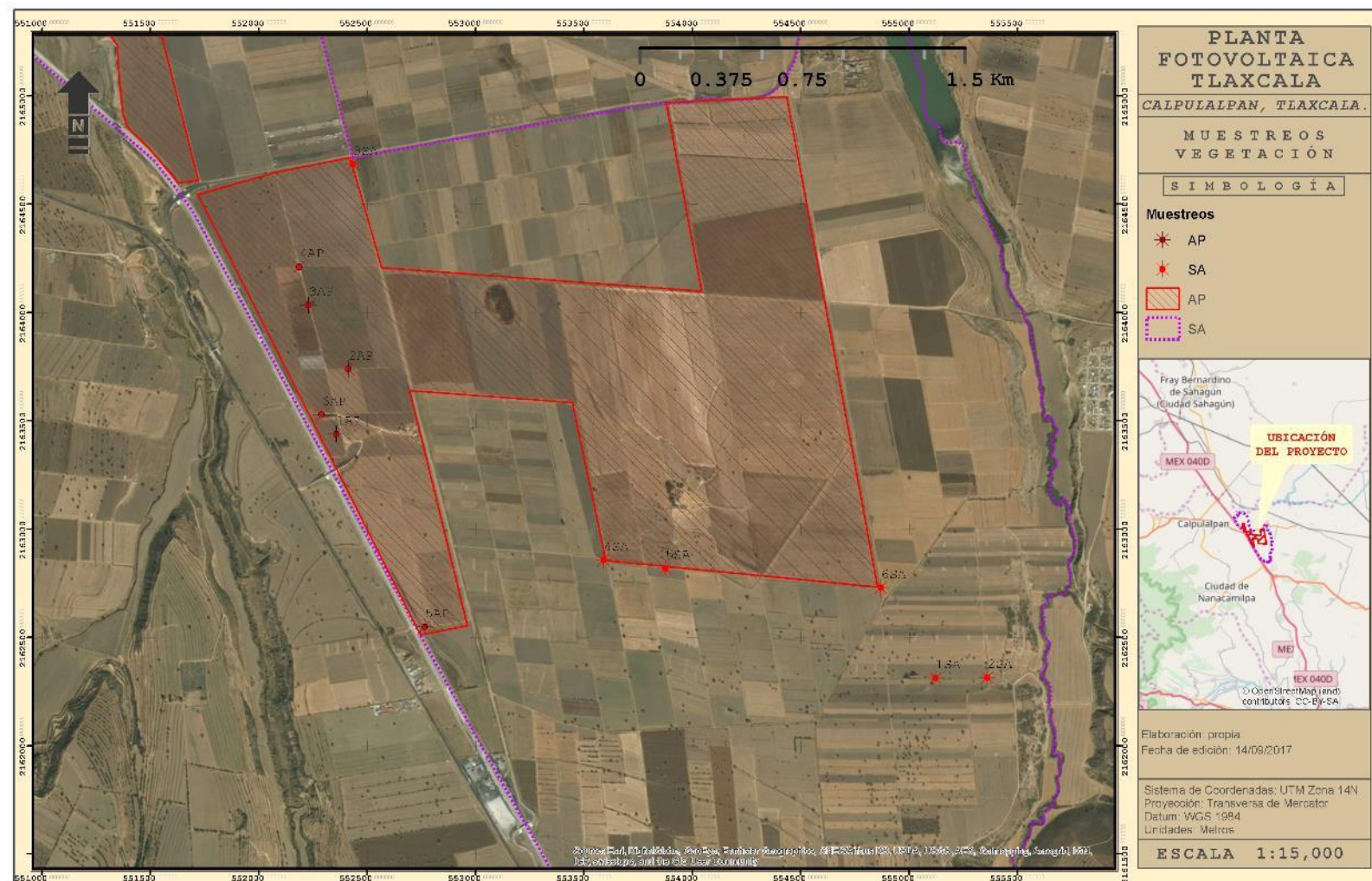
Tabla 10: Coordenadas de los sitios de muestreos en el Sistema Ambiental

Coordenadas UTM DATUM WGS 84 Z 14Q		
Muestreo	Este	Norte
1	555122	2162313
2	555361	2162315
3	552434	2164685
4	553590	2162857
5	553876	2162819
6	554872	2162730

Tabla 11: Coordenadas de los sitios de muestreo en el Área del Proyecto

Coordenadas UTM DATUM WGS 84 Z 14Q		
Muestreo	Este	Norte
1	552359	2163438
2	552414	2163740
3	552231	2164035
4	552187	2164211
5	552766	2162548
6	552289	216352

Figura 31: Ubicación de los muestreos del Sistema Ambiental y Área del Proyecto



4.2.2.3 Resultados

Tanto para el SA como el AP, los muestreos de vegetación no registraron entidades florísticas climax, se observó solamente en estos la presencia de áreas desdichadas a actividades agrícolas. A continuación se describen las asociaciones vegetales proyectadas por la clasificación cartográfica de INEGI, serie V, en contraste al panorama actual observado durante el trabajo de campo.

4.2.2.3.1.1 Vegetación dentro del SA y AP de acuerdo al Conjunto de Datos Vectoriales de Uso de Suelo y Vegetación. Serie V. Escala 1:250,000. (Capa Unión). INEGI.

Agricultura de riego semipermanente

Se les conoce así a los cultivos cuyo suministro de agua es obtenido mediante riegos y el ciclo de cosecha es semi permanente (alrededor de 10 años).

Agricultura de temporal anual

Se les conoce así a los cultivos cuyo único suministro de agua es obtenido mediante la época de lluvias y el ciclo de cosecha es anual.

Agricultura de temporal anual y permanente

Se les conoce así a los cultivos cuyo único suministro de agua es obtenido mediante la época de lluvias y el ciclo de cosecha es anual o permanente (más de 10 años).

Pastizal Inducido

Esta comunidad dominada por gramíneas o gramínoideas aparece como consecuencia del desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de la sucesión normal de comunidades vegetales, cuyo clímax es por lo común un bosque o un matorral. A consecuencia del pastoreo intenso o de los fuegos periódicos, o bien de ambos factores juntos, se detiene a menudo el proceso de la sucesión y el pastizal inducido permanece como tal mientras perdura la actividad humana que lo mantiene.

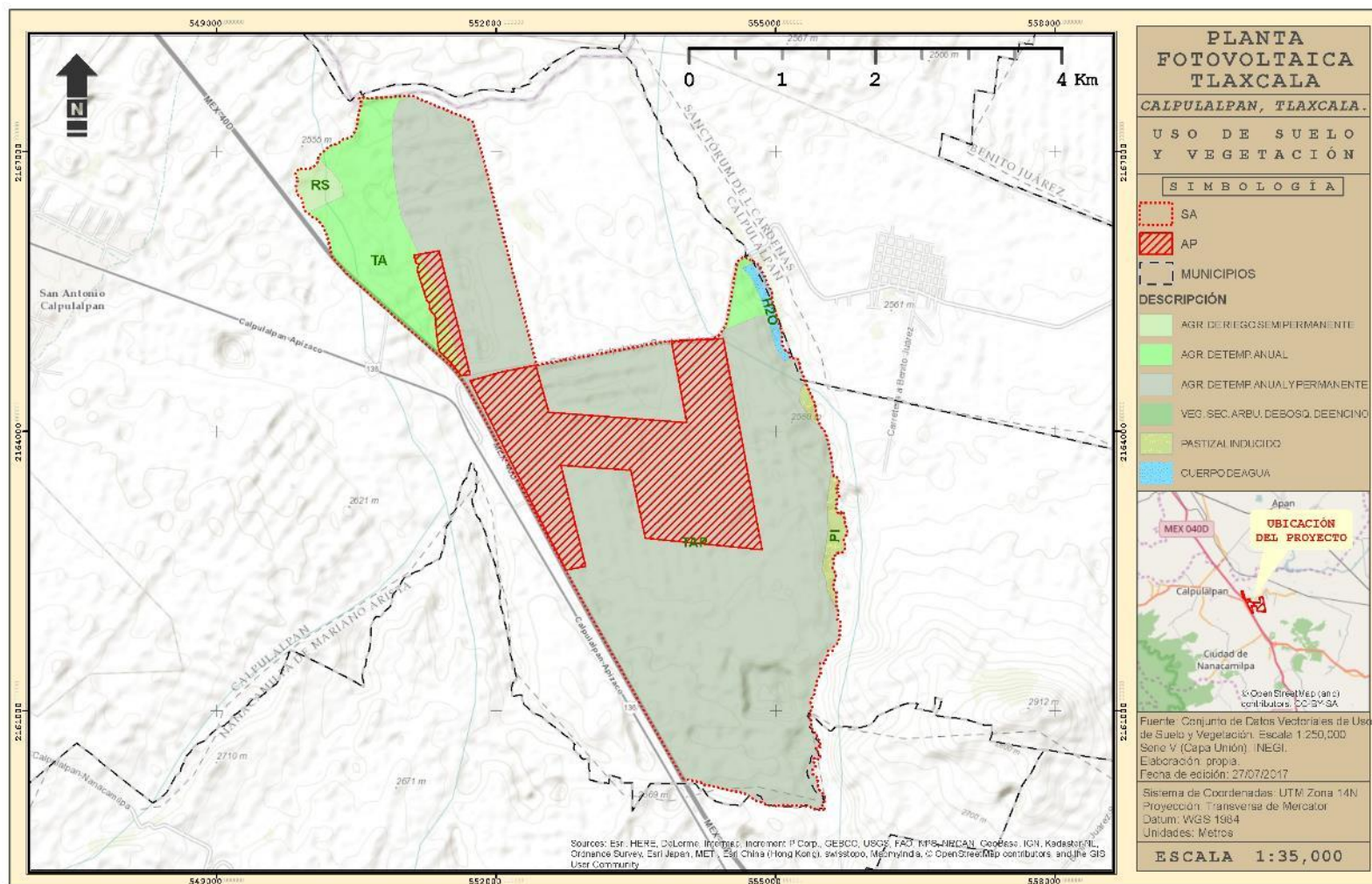
Otras veces el pastizal inducido no forma parte de ninguna serie normal de sucesión de comunidades, pero se establece y perdura por efecto de un intenso y prolongado disturbio, ejercido a través de tala, incendios, pastoreo y muchas con ayuda de algún factor del medio natural, como, por ejemplo, la tendencia a producirse cambios en el suelo que favorecen el mantenimiento del pastizal.

Por debajo de los 3,000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los bosques de encino y pino, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Muchas veces son análogos en su aspecto a los pastizales clímax de las regiones semiáridas, pudiendo variar de bajos a bastante altos, a menudo en función del clima. Entre los géneros a los que pertenecen las gramíneas dominantes

pueden citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Deschampsia*, *Hilaria*, *Muhlenbergia*, *Stipa*, *Trachypogon* y *Trisetum*.

Menos frecuentes o quizá menos fáciles de identificar son los pastizales originados a expensas de matorrales xerófilos y aun de otros pastizales. Del Valle de México se describen comunidades de este tipo, que en general son bajas y muchas veces abiertas, incluyen un gran número de gramíneas anuales. Los géneros *Buchloë*, *Erioneuron*, *Aristida*, *Lycurus* y *Bouteloua* contienen con frecuencia las especies dominantes.

Figura 32: Uso de suelo y vegetación, Serie V. Escala 1:250,000. (Capa Unión). INEGI



4.2.2.3.2 Vegetación actual dentro del Sistema Ambiental.

Agricultura de riego semipermanente

Se les conoce así a los cultivos cuyo suministro de agua es obtenido mediante riegos y el ciclo de cosecha es semi permanente (alrededor de 10 años).

Agricultura de temporal anual

Se les conoce así a los cultivos cuyo único suministro de agua es obtenido mediante la época de lluvias y el ciclo de cosecha es anual.

Agricultura de temporal anual y permanente

Se les conoce así a los cultivos cuyo único suministro de agua es obtenido mediante la época de lluvias y el ciclo de cosecha es anual o permanente (más de 10 años).

4.2.2.3.3 Vegetación actual dentro del Área del Proyecto

Agricultura de riego semipermanente

Se les conoce así a los cultivos cuyo suministro de agua es obtenido mediante riegos y el ciclo de cosecha es semi permanente (alrededor de 10 años).

Agricultura de temporal anual

Se les conoce así a los cultivos cuyo único suministro de agua es obtenido mediante la época de lluvias y el ciclo de cosecha es anual.

Agricultura de temporal anual y permanente

Se les conoce así a los cultivos cuyo único suministro de agua es obtenido mediante la época de lluvias y el ciclo de cosecha es anual o permanente (más de 10 años).

4.2.2.4 Flora

4.2.2.4.1 Flora dentro del Sistema Ambiental.

La flora registrada dentro del SA obedece a la presencia de 42 especies dentro de 39 géneros en 18 familias taxonómicas, destacan en diversidad específica y genérica las familias Poaceae con 17 especies y Asteraceae con ocho taxa.

Figura 33: Número de especies por familia en el Sistema Ambiental

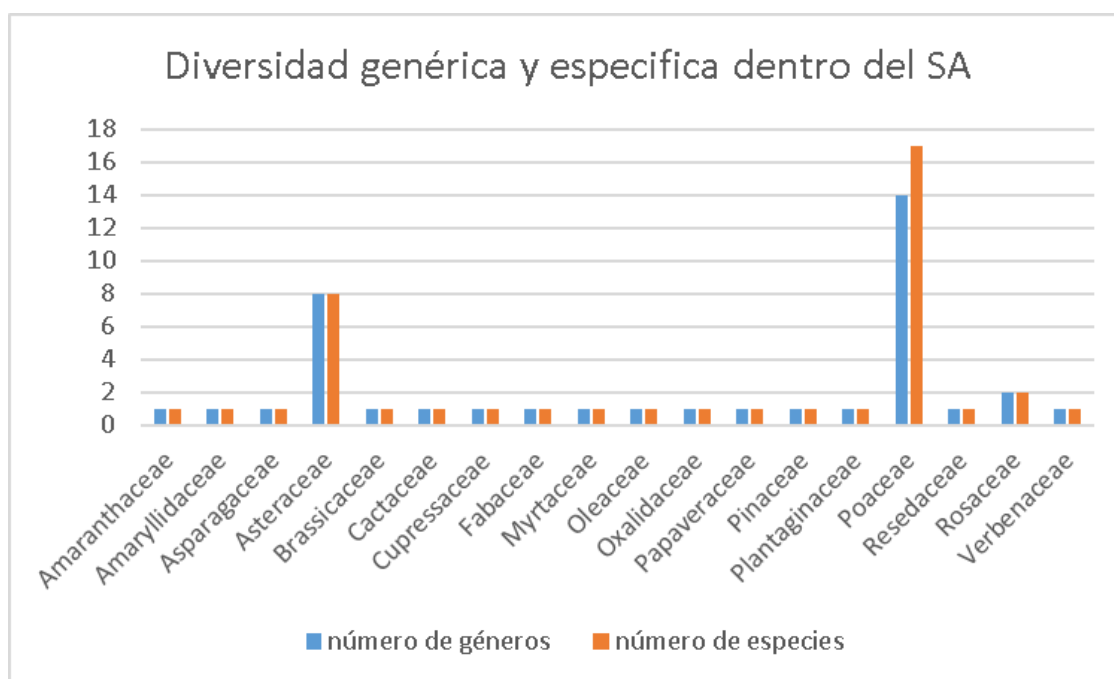


Tabla 12: Flora registrada dentro del SA

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMAR NAT
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés	Pr, no endemica
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Pino piñonero	Au
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	Au
Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero	Au
Poaceae	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Tres barbas abierto	Au
	<i>Avena fatua</i> L.	Avena	Au
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Pasto alfombra	Au
	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths	Navajita azul	Au
	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	Grama	Au
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Zacate bermuda	Au
	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.	Zacate barba negra	Au
	<i>Hilaria cenchroides</i> Kunth	Espiga negra	Au
	<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	Pasto enano	Au
	<i>Muhlenbergia emersleyi</i> Vasey	Cola de zorra	Au
	<i>Muhlenbergia rigens</i> (Benth.) Hitchc.	Liendrilla de venado	Au
	<i>Paspalum notatum</i> Flügge	Zacate bahia	Au

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMAR NAT
	<i>Setaria lutescens</i> (Weigel ex Stuntz) F.T. Hubb.	Cola de zorra amarilla	Au
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Almorejo	Au
	<i>Sorghastrum nutans</i> (L.) Nash	Avenilla	Au
	<i>Sporobolus poiretii</i> (Roem. & Schult.) Hitchc.	Pasto alambre	Au
	<i>Zea mays</i> L.	Maiz	Au
Amaranthaceae	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	Quelite cenizo	Au
Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Manzanilla cimarrona	Au
	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Azoyate	Au
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	Asomiate amarillo	Au
	<i>Cynara scolymus</i> L.	Alcachofa	Au
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Falsa altamisa	Au
	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	Acahualillo	Au
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechuguilla comun	Au
	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Palocote	Au
Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch	Mostaza negra	Au
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal cardón	Au
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Carretilla	Au
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalipto	Au
Oleaceae	<i>Menodora coulteri</i> A. Gray	Jazmincillo de monte	Au
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Trebol	Au
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i> Link & Otto	Chicalote	Au
Plantaginaceae	<i>Penstemon roseus</i> (Cerv. ex Sweet) G. Don	Campanita rosa	Au
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i> L.	Gualda	Au
Rosaceae	<i>Crataegus gracilior</i> J.B. Phipps	Tejocote	Au
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	Au
Verbenaceae	<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt.) Nutt.	Alfombrilla	Au

Au: Ausente

4.2.2.4.2 Estado de Protección de la flora registrada para el Sistema Ambiental.

Dentro del SA se reconoció la presencia de la especie *Crupressus lusitánica* (Ciprés), categorizada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como no endémica bajo protección especial, sin embargo, es cabal mencionar que tales organismos no se encuentran el medio de manera natural, sino que se trata de organismos plantados a orillas de campos de cultivo.

4.2.2.4.3 Flora dentro del Área del Proyecto.

De manera homologa al SA, la flora registrada dentro del AP obedece a la presencia de 42 especies dentro de 39 géneros en 18 familias taxonómicas, destacan en diversidad específica y genérica las familias Poaceae con 17 especies y Asteraceae con ocho taxa.

Figura 34: Número de especies por familia en el Área del Proyecto

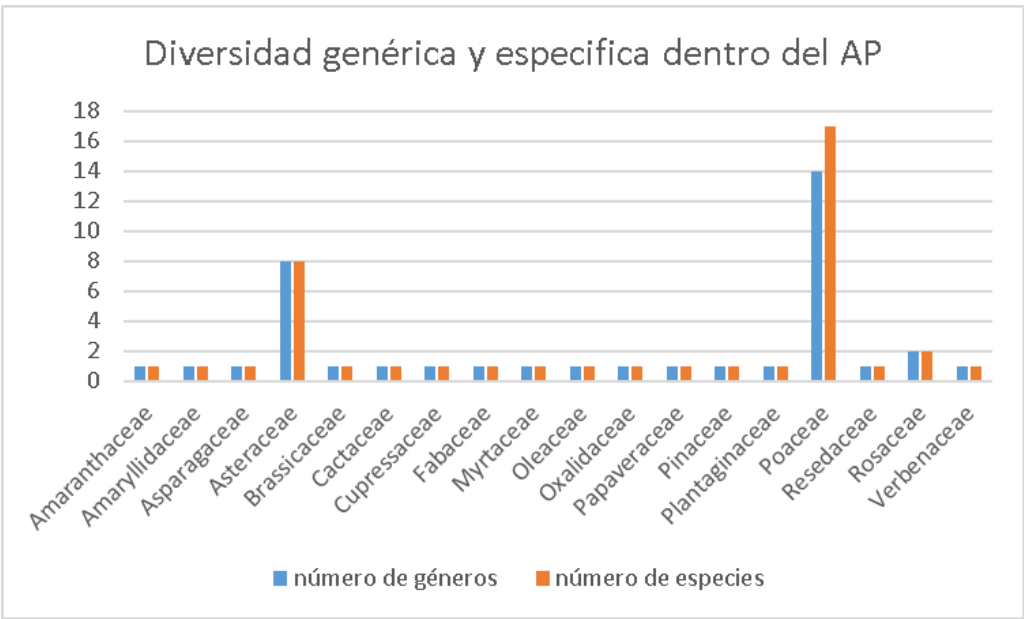


Tabla 13: Flora registrada dentro del AP

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT
Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Ciprés	Pr, no endemica
Pinaceae	<i>Pinus cembroides</i> Zucc.	Pino piñonero	Au
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	Au
Asparagaceae	<i>Agave salmiana</i> Otto ex Salm-Dyck	Maguey pulquero	Au
Poaceae	<i>Aristida schiedeana</i> Trin. & Rupr.	Tres barbas abierto	Au
	<i>Avena fatua</i> L.	Avena	Au
	<i>Axonopus compressus</i> (Sw.) P. Beauv.	Pasto alfombra	Au
	<i>Bouteloua gracilis</i> (Kunth) Lag. ex Griffiths	Navajita azul	Au
	<i>Bouteloua hirsuta</i> Lag.	Grama	Au
	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	Zacate bermuda	Au

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT
	<i>Heteropogon contortus</i> (L.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.	Zacate barba negra	Au
	<i>Hilaria cenchroides</i> Kunth	Espiga negra	Au
	<i>Microchloa kunthii</i> Desv.	Pasto enano	Au
	<i>Muhlenbergia emersleyi</i> Vasey	Cola de zorra	Au
	<i>Muhlenbergia rigens</i> (Benth.) Hitchc.	Liendrilla de venado	Au
	<i>Paspalum notatum</i> Flüggé	Zacate bahia	Au
	<i>Setaria lutescens</i> (Weigel ex Stuntz) F.T. Hubb.	Cola de zorra amarilla	Au
	<i>Setaria viridis</i> (L.) P. Beauv.	Almorejo	Au
	<i>Sorghastrum nutans</i> (L.) Nash	Avenilla	Au
	<i>Sporobolus poiretii</i> (Roem. & Schult.) Hitchc.	Pasto alambre	Au
	<i>Zea mays</i> L.	Maíz	Au
Amaranthaceae	<i>Chenopodium berlandieri</i> Moq.	Quelite cenizo	Au
Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i> DC.	Manzanilla cimarrona	Au
	<i>Baccharis conferta</i> Kunth	Azoyate	Au
	<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H. Rob. & Brettell	Asomiate amarillo	Au
	<i>Cynara scolymus</i> L.	Alcachofa	Au
	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	Falsa altamisa	Au
	<i>Simsia amplexicaulis</i> (Cav.) Pers.	Acahualillo	Au
	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	Lechuguilla comun	Au
	<i>Tithonia tubiformis</i> (Jacq.) Cass.	Palocote	Au
Brassicaceae	<i>Brassica nigra</i> (L.) W.D.J. Koch	Mostaza negra	Au
Cactaceae	<i>Opuntia streptacantha</i> Lem.	Nopal cardón	Au
Fabaceae	<i>Medicago polymorpha</i> L.	Carretilla	Au
Myrtaceae	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh.	Eucalipto	Au
Oleaceae	<i>Menodora coulteri</i> A. Gray	Jazmincillo de monte	Au
Oxalidaceae	<i>Oxalis corniculata</i> L.	Trebol	Au
Papaveraceae	<i>Argemone platyceras</i> Link & Otto	Chicalote	Au
Plantaginaceae	<i>Penstemon roseus</i> (Cerv. ex Sweet) G. Don	Campanita rosa	Au
Resedaceae	<i>Reseda luteola</i> L.	Gualda	Au
Rosaceae	<i>Crataegus gracilior</i> J.B. Phipps	Tejocote	Au
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	Capulin	Au
Verbenaceae	<i>Glandularia bipinnatifida</i> (Nutt.) Nutt.	Alfombrilla	Au

Au: Ausente.

4.2.2.4.4 Estado de Protección de la flora registrada para el Área del Proyecto.

Dentro del AP se reconoció la presencia de la especie *Crupressus lusitánica* (Cipres), categorizada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como no endémica bajo protección especial, sin embargo, es cabal mencionar que tales organismos no se encuentran el medio de manera natural, sino que se trata de organismos plantados a orillas de campos de cultivo.

4.2.2.5 Fauna

La distribución de la biodiversidad en el planeta no es homogénea, encontrando que el 70% de las especies conocidas se distribuyen en un área representativa al 10% del territorio continental. México es uno de los países dentro de esta área y considerado como megadiverso, ocupando el 1.4% de la superficie terrestre y concentrando entre el 10 y 12% de la biodiversidad total. El país alberga una diversidad biológica derivada del amplio rango de condiciones climáticas, biográficas y fisiológicas y traducida en un estimado de 4,390 especies de vertebrados y 25,000 a 30,000 especies de plantas vasculares (CONABIO, 2016).

Debido a esta riqueza de vertebrados silvestres, el territorio nacional ocupa el segundo lugar en riqueza y endemismos de reptiles con 864 especies (Flores Villela y García Vázquez, 2014), el tercer lugar en mamíferos con 554 especies (Sánchez Cordero *et al.*, 2014), el cuarto en anfibios (Parra-Olea *et al.*, 2014) y el onceavo en aves (Navarro-Sigüenza *et al.*, 2014).

La fauna silvestre es un componente de la biodiversidad que representa valores éticos, culturales, económicos, políticos, ecológicos, recreacionales, educativos y científicos, que han ido de la mano con el desarrollo de la humanidad y la historia de la tierra (Zamorano De Haro, 2009). Es considerado un recurso natural renovable básico, ya que forma parte de la riqueza y diversidad de los ecosistemas, así como del patrimonio natural de cada región. Desde el punto de vista económico, ofrece una gama de posibilidades, como alimentos, medicina y ornamento, además de ser uno de los atractivos principales del turismo de naturaleza, generando ingresos directos y empleos para las regiones en desarrollo.

Se decidió revisar bibliografía para el área de estudio y poder realizar un listado de fauna potencial a partir de trabajos científicos.

A continuación se presentan unos listados de fauna potencial para la zona de estudio.

Figura 35: Listado potencial de especies de aves para el estado de Tlaxcala. Obtenido de Ramirez-Albores (2013).

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo	Estacionalidad
Accipitriformes	Accipitridae	<i>Accipiter striatus</i>	Gavilán pecho rufo	Pr	—	—	M
	Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	—	—	—	R
	Accipitridae	<i>Buteo swainsoni</i>	Aguililla de Swainson	Pr	—	—	I
	Accipitridae	<i>Circus cyaneus</i>	Gavilán rastrero	—	—	—	I
	Cathartidae	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura	—	—	—	M
Anseriformes	Anatidae	<i>Anas clypeata</i>	Pato cucharon norteño	—	—	—	T
	Anatidae	<i>Aythya affinis</i>	Pato boludo menor	—	—	—	I
Apodiformes	Trochilidae	<i>Eugenes fulgens</i>	Colibrí magnifico	—	—	—	R
	Trochilidae	<i>Lampornis clemenciae</i>	Colibrí garganta azul	—	—	SE	R
	Trochilidae	<i>Selasphorus platycercus</i>	Zumbador cola ancha	—	—	SE	I
Charadriiformes	Scolopacidae	<i>Actitis macularius</i>	Playero alzacolita	—	—	—	I
	Scolopacidae	<i>Calidris minutilla</i>	Playero chichicuilete	—	—	—	I
	Scolopacidae	<i>Tringa solitaria</i>	Playero solitario	—	—	—	I
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina inca</i>	Tórtola cola larga	—	—	—	R
	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	—	—	—	R
Coraciiformes	Alcedinidae	<i>Megaceryle alcyon</i>	Martin pescador norteño	—	—	—	I
Falconiformes	Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernícalo americano	—	—	—	R
Galliformes	Odontophoridae	<i>Cyrtonyx montezumae</i>	Codorniz Moctezuma	Pr	—	—	R
Gruiformes	Rallidae	<i>Fulica americana</i>	Gallareta americana	—	—	—	R
Passeriformes	Certhiidae	<i>Certhia americana</i>	Trepador americano	—	—	—	I
	Emberizidae	<i>Melospiza melodia</i>	Gorrión cantor	—	—	—	I
	Emberizidae	<i>Peucaea botterii</i>	Zacatonero de Botteri	—	—	—	R
	Fringillidae	<i>Loxia curvirostra</i>	Picotuerto rojo	—	—	—	R
	Fringillidae	<i>Spinus notatus</i>	Jilguero encapuchado	—	—	—	R
	Fringillidae	<i>Spinus pinus</i>	Jilguero pinero	—	—	—	I

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo	Estacionalidad
	Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	Golondrina ala serrada	—	—	—	I
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	—	—	—	R
	Paridae	<i>Poecile sclateri</i>	Carbonero mexicano	—	—	CE	R
	Parulidae	<i>Myioborus miniatus</i>	Chipe de montaña	—	—	—	R
	Parulidae	<i>Setophaga fusca</i>	Chipe garganta naranja	—	—	—	T
	Parulidae	<i>Setophaga graciae</i>	Chipe ceja amarilla	—	—	—	I
	Regulidae	<i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo de rojo	—	—	—	I
	Regulidae	<i>Regulus satrapa</i>	Reyezuelo de oro	—	—	—	I
	Sittidae	<i>Sitta carolinensis</i>	Sita pecho blanco	—	—	—	R
	Sittidae	<i>Sitta pygmaea</i>	Sita enana	—	—	—	R
	Turdidae	<i>Catharus guttatus</i>	Zorzal cola rufa	—	—	—	I
	Tyrannidae	<i>Contopus cooperi</i>	Pibi boreal	—	CA	—	T
	Tyrannidae	<i>Empidonax fulvifrons</i>	Mosquero pecho leonado	—	—	—	T
	Vireonidae	<i>Vireo belli</i>	Víreo de Bell	—	CA	—	I
	Vireonidae	<i>Vireo huttoni</i>	Víreo reyezuelo	—	—	—	R
	Emberizidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre	—	—	CE	R
	Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	—	—	—	I
Pelecaniformes	Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	—	—	—	M
	Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	—	—	—	M
	Ardeidae	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza ganadera	—	—	—	R
	Ardeidae	<i>Egretta thula</i>	Garceta pie dorado	—	—	—	R
Piciformes	Picidae	<i>Picoides scalaris</i>	Carpintero mexicano	—	—	—	R
	Picidae	<i>Picoides villosus</i>	Carpintero velloso mayor	—	—	—	R
Podicipediiformes	Podicipedidae	<i>Podiceps nigricollis</i>	Zambullidor orejudo	—	—	—	I
	Podicipedidae	<i>Tachybaptus dominicus</i>	Zambullidor menor	Pr	—	—	R
Strigiformes	Tytonidae	<i>Tyto alba</i>	Lechuza de campanario	—	—	—	R

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo	Estacionalidad
Trogoniformes	Trogonidae	<i>Trogon mexicanus</i>	Trogon mexicano	—	—	—	R

Tabla 14: Listado potencial de especies de mamíferos para el estado de Tlaxcala. Obtenido de Fernandez et al, 2015

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo
Carnivora	Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	—	—	—
	Felidae	<i>Lynx rufus</i>	Lince americano	—	—	—
	Felidae	<i>Puma concolor</i>	Puma	—	—	—
	Mephitidae	<i>Conepatus leuconotus</i>	Zorrillo narigón occidental	—	—	—
	Mephitidae	<i>Mephitis macroura</i>	Zorrillo listado del sur	—	—	—
	Mustelidae	<i>Mustela frenata</i>	Comadreja cola larga	—	—	—
	Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	Tlalcoyote	A	—	—
	Procyonidae	<i>Procyon lotor</i>	Mapache común	—	—	—
	Canidae	<i>Canis latrans</i>	Coyote	—	—	—
Chiroptera	Molossidae	<i>Tadarida brasiliensis</i>	Murciélago cola suelta brasileño	—	—	—
	Mormoopidae	<i>Mormoops megalophylla</i>	Murciélago barba arrugada norteño	—	—	—
	Phyllostomyidae	<i>Dermanura azteca</i>	Murciélago frugívoro azteca	—	—	—
	Phyllostomyidae	<i>Glossophaga soricina</i>	Murciélago lengüetón	—	—	—
	Phyllostomyidae	<i>Leptonycteris yerbabuenae</i>	Murciélago magueyero menor	—	—	—
	Vespertilionidae	<i>Eptesicus fuscus</i>	Murciélago moreno norteamericano	—	—	—
	Vespertilionidae	<i>Myotis velifer</i>	Miotis mexicano	—	—	—
Cingulata	Dasypodidae	<i>Dasypus novemcinctus</i>	Armadillo de nueve bandas	—	—	—
Didelphimorphia	Didelphidae	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache norteño	—	—	—
Lagomorpha	Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	Liebre de cola negra	—	—	—
	Leporidae	<i>Lepus callotis</i>	Liebre torda	—	—	—

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo
	Leporidae	<i>Sylvilagus audubonii</i>	Conejo del desierto	—	—	—
	Leporidae	<i>Sylvilagus cunicularius</i>	Conejo	—	—	E
	Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	—	—	—
Rodentia	Cricetidae	<i>Neotoma mexicana</i>	Rata cambalachera mexicana	—	—	—
	Cricetidae	<i>Peromyscus maniculatus</i>	Ratón norteamericano	—	—	—
	Cricetidae	<i>Peromyscus melanotis</i>	Ratón orejas negras			E
	Heteromyidae	<i>Liomys irroratus</i>	Ratón espinoso	—	—	—
	Sciuridae	<i>Ictidomys mexicanus</i>	Ardillon mexicano	—	—	—
Soricomorpha	Soricidae	<i>Cryptotis mexicanus</i>	Musaraña orejillas mexicana	—	—	E

Tabla 15: Listado potencial de especies de reptiles para el estado de Tlaxcala. Obtenido de Fernandez et al. 2006.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo
Squamata	Scincidae	<i>Eumeces copei</i>	Eslizón de Cope	Pr	—	E
	Teiidae	<i>Cnemidophorus sacki</i>	Huico manchado	—	—	E
	Colubridae	<i>Storeria storerioides</i>	Culebra parda mexicana	—	—	E
	Colubridae	<i>Thamnophis pulchrilatus</i>	Culebra listonada de tierras altas mexicana	—	—	E
	Elapidae	<i>Micrurus tener</i>	Serpiente coralillo arlequín	Pr	—	—

Tabla 16: Listado potencial de especies de anfibios para el estado de Tlaxcala. Obtenido de Fernandez et al. 2006.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM	IUCN	Endemismo
Anura	Bufonidae	<i>Anaxyrus punctatus</i>	Sapo de puntos rojos	—	—	—
	Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	Rana de árbol color arena	—	—	—
	Hylidae	<i>Hyla euphorbiacea</i>	Rana de árbol de Los Altos del Sur	—	CA	E

NOM= A: Amenazada, Pr: Protección especial. IUCN: CA= Casi Amenazada. Estacionalidad: EX= Exótica, Tr= Transeúnte, M= Mixta, I invernala y R= Residente. Endemismo= CE: Cuasiendémica, SE: Semiendémica, E: Endémica.

4.2.2.6 Metodología

El criterio principal para la ubicación de los sitios de muestreo de fauna en el Área del Proyecto, consistió en ubicar los puntos de muestreo de manera aleatoria y con esto, cubrir la mayor parte del área de estudio. La salida al área del proyecto se realizó del 26 al 31 de julio de 2017, con 5 días de trabajo de campo.

Con el apoyo de binoculares Vortex 10X42 y un Range finder (Simmons), bastones herpetológicos y guías de campo especializadas sobre los distintos grupos de vertebrados, se realizaron muestreos cubriendo gran parte del área del proyecto. En tanto que para los mamíferos, se buscaran huellas y excretas frescas en el lodo o en la arena suelta de los caminos, así como otros rastros. Por su parte en lo que respecta a los reptiles, se buscaran bajo de troncos, piedras, muros de piedra o incluso en oquedades etc. con ayuda de ganchos herpetológicos, guantes anti mordidas y guías de campo para los diferentes grupos de vertebrados. Por otra parte, mediante el uso de un GPS, se georreferenciaron en coordenadas (UTM), todos los puntos de muestreo realizados para posteriormente, describirlos en una base de datos.

4.2.2.6.1 Búsqueda Intensiva.

Estos puntos fueron realizados mediante el método de búsqueda intensiva, el cual consiste en efectuar una serie de censos de 20 minutos cada uno, en áreas distintas que el observador recorre por completo en busca de fauna (Figura 36). En total se efectuaron 8 caminatas de búsqueda intensiva en el área el proyecto (Figura 37). Este método es muy efectivo, ya que de esta forma los cantos o llamados que no resulten familiares para el caso de aves, son menos problemáticas porque algunos individuos, pueden ser buscados e identificados visualmente. Además, este método aumenta la probabilidad de detección de aquellas especies particularmente silenciosas (Ralph, 1996). Los censos se realizaron por las mañanas a partir de las 8:00 am y hasta las 4:00 pm, se tomaron diferentes rutas y caminos dentro del área de estudio.

Figura 36: Esquema Censos de Búsqueda Intensiva.

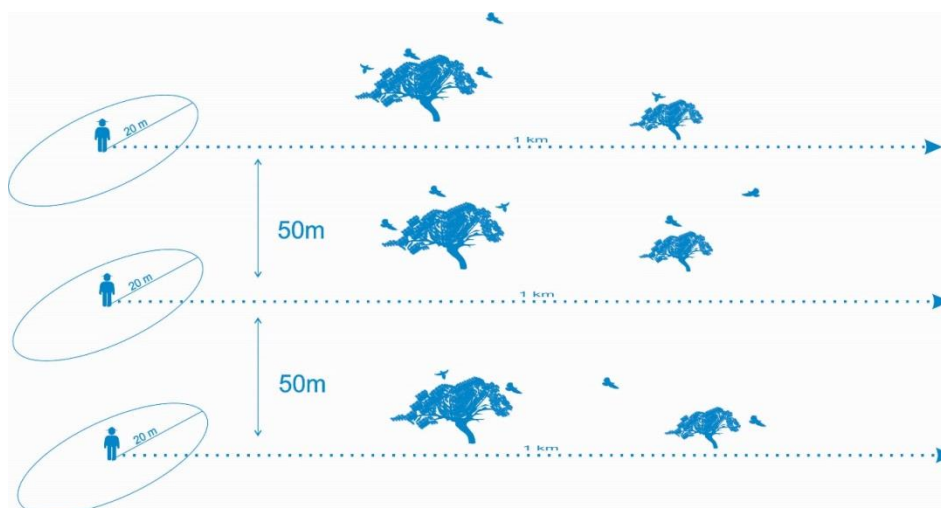


Figura 37: Esquema de los recorridos de la búsqueda intensiva.

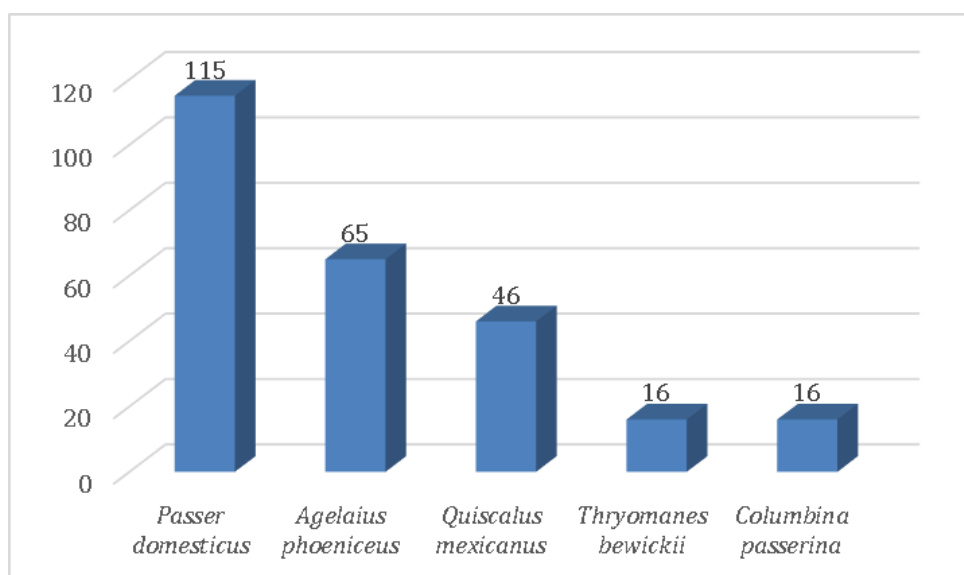


4.2.2.7 Resultados

De acuerdo con los recorridos realizados de la búsqueda intensiva, solo se registro la presencia de aves. Se contabilizaron un total de 340 individuos pertenecientes a 2 órdenes, 11 familias, 15 géneros y 17 especies.

Las 5 especies más abundantes dentro de los recorridos fueron el gorrión casero (*Passer domesticus*), seguido del tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el chivirin cola oscura (*Thryomanes bewickii*) y la tórtola coquita (*Columbina passerina*).

Figura 38: Las 5 especies más abundantes dela búsqueda intensiva.



De acuerdo con las especies registradas, no se reportan especies incluidas dentro de la NOM059-SEMARNAT-2010, o por parte de la IUCN. Por otro lado, solo se reporta la presencia de una especie con algún grado de endemismo para el país, el cuilacoche manchado (*Toxostoma ocellatum*) endémico de México pero no para la zona del proyecto.

4.2.2.7.1 Listado de especies de aves registrada en el área del proyecto

El criterio taxonómico utilizado para los nombres científicos y nombres comunes, fue basado en Integrated Taxonomic Information System (ITIS), (Escalante *et al*, 2014), así como la biología de las especies de aves que se fue tomada de Kauffman (2005) y del National Audubon Society (2017). Especies endémicas son aquellas que su distribución geográfica se encuentra restringida dentro de los límites políticos de México (Arizmendi y Berlanga, 2014). Los valores encuaneto a la estacionalidad, se describen acontinuacion: EX= Exótica, Tr= Transeúnte, M= Mixta, I invernla y R= Residente.

Orden	Familia	Nombre científico	Nombre común	Individuos	NOM 059	IUCN	Endemismo	Estacionalidad
Columbiformes	Columbidae	<i>Columbina passerina</i>	Tórtola coquita	16	—	—	—	R
	Columbidae	<i>Zenaida asiatica</i>	Paloma ala blanca	4	—	—	—	R
	Columbidae	<i>Zenaida macroura</i>	Paloma huilota	4	—	—	—	R
Passeriformes	Alaudidae	<i>Eremophila alpestris</i>	Alondra cornuda	8	—	—	—	R
	Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	14	—	—	—	M
	Cardinalidae	<i>Piranga rubra</i>	Tangara roja	8	—	—	—	I
	Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>	Toqui pardo	13	—	—	—	R
	Emberizidae	<i>Passerculus sandwichensis</i>	Gorrión sabanero	2	—	—	—	I
	Icteridae	<i>Agelaius phoeniceus</i>	Tordo sargento	65	—	—	—	R
	Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mexicano	46	—	—	—	R
	Laniidae	<i>Lanius ludovicianus</i>	Alcaudón verdugo	2	—	—	—	R
	Mimidae	<i>Toxostoma curvirostre</i>	Cuitlacoche pico curvo	9	—	—	—	R
	Mimidae	<i>Toxostoma ocellatum</i>	Cuitlacoche manchado	9	—	—	E	R
	Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrión casero	115	—	—	—	Exo
	Sturnidae	<i>Sturnus vulgaris</i>	Estornino pinto	1	—	—	—	Exo
	Troglodytidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	Chivirin cola oscura	16	—	—	—	R
	Tyrannidae	<i>Tyrannus verticalis</i>	Tirano pálido	8	—	—	—	M

NOM= A: Amenazada, Pr: Protección especial. IUCN: CA= Casi Amenazada. Estacionalidad: EX= Exótica, Tr= Transeúnte, M= Mixta, I invernada y R= Residente. Endemismo= CE: Cuasiendémica, SE: Semiendémica, E: Endémica.

4.2.2.7.2 Índices de diversidad.

Índice de Shannon.

Mediante los resultados obtenidos de la búsqueda intensiva de fauna para las aves, el índice de Shannon nos indica que la diversidad es alta, ya que alcanzó un valor de 2.136 considerándose como alta.

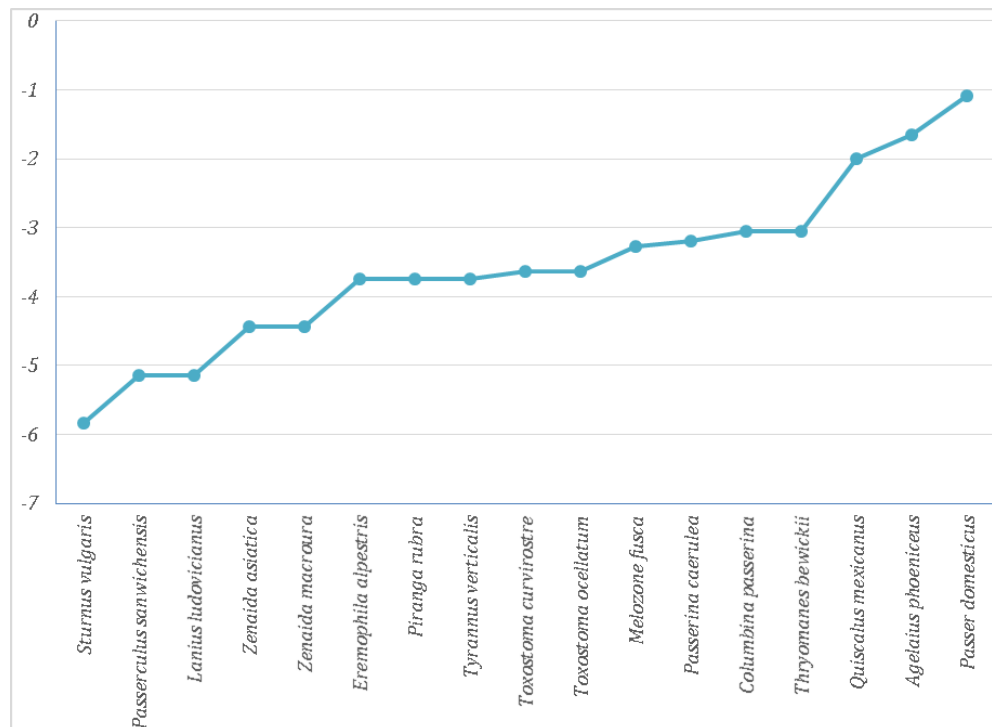
Tabla 17: Diversidad de Shannon para las aves.

Riqueza S= 17		
Equitatividad (J)	J= H/Hmax =	0.754
	H max = Ln S	2.833
Índice de diversidad de Shannon: H =		2.136

4.2.2.7.3 Abundancia relativa de aves.

En lo que respecta a la abundancia relativa para las aves, el gorrión casero (*Passer domesticus*) obtuvo el valor mas alto, seguido del tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), el zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), el chivirín cola oscura (*Thryomanes bewickii*) y la tórtola coquita (*Columbina passerina*) (Tabla 18).

Tabla 18: Abundancia relativa de aves.



Índice de Simpson.

La diversidad obtenida para el grupo de las aves es de 0.820, de acuerdo con lo que marca el índice de Simpson entre más se aleje del 1 significa que decrece su diversidad siendo este valor el que representa una distribución ideal para cualquier sistema natural.

Tabla 19: Índice de Simpson para aves

Índice de dominancia de Simpson		
$D = S \frac{n(n-1)}{N(N-1)}$	D=	1.178
$D = S \frac{(n/N)^2}{n}$	D=	0.180
Índice de diversidad de Simpson		
$D = S \frac{N(N-1)}{n(n-1)}$	D=	0.849
$D = S \frac{1}{(n/N)^2}$	D=	5.548
$D = 1 - (S \frac{n(n-1)}{N(N-1)})$	D=	0.820

La fauna encontrada (aves) se consideran asociadas a sitios perturbados o con disturbio, no existen poblaciones en riesgo afectación por la construcción del proyecto. La mayoría de los individuos de las especies registradas van a la zona a alimentarse de los cultivos.

La fauna feral (perros domésticos) representa un riesgo para las poblaciones de fauna silvestre y nativa, ya que son ahuyentadas y atacadas por grupos (jaurías) grandes de éstos, impidiendo su paso y alimentación por el área.

4.2.2.8 Paisaje

Nuestro país mantiene una constante interacción reflejada en numerosos fenómenos que expresan una gran diversidad de paisajes naturales; muchos de ellos a su vez, se han transformado en paisajes humanizados caracterizados por complejos procesos e interesantes relaciones estructurales y dinámicas (García-Romero y Muñoz-Jiménez, 2002).

De acuerdo con Canter (1998), el paisaje es la extensión del escenario natural observado a simple vista, o la suma total de las características que distinguen a una determinada área de la superficie de la tierra de otras. Por su parte, el MOPT (1992) define al paisaje con base a dos enfoques: el estético y el ecológico o geográfico. Independientemente del contexto que se adopte, el paisaje liga a un factor ambiental que es percibido de manera directa o indirecta por un observador a través de todos los sentidos (Gómez, 1999).

Existen diversas metodologías para el estudio y análisis del paisaje, aquellas que consideran la subjetividad como factor inherente a toda valoración personal del paisaje, donde además se escapa del empleo de técnicas automáticas o no, y se da especial interés a los mecanismos de consideración de los aspectos plásticos (color, línea, escala, etc.). Otras utilizan técnicas sistemáticas para los procesos de tipificación y valoración; y finalmente, las que combinan ambas metodologías (subjetivas y sistemáticas) y de esta manera tratan de lograr un acercamiento más efectivo a la realidad del paisaje (SEIA, 2005).

En primer lugar se realiza una inspección del paisaje, describiendo los elementos que lo conforman (elementos bióticos y abióticos), los cuales serán la base para la evaluación; también se describe la cuenca visual dependiendo de la percepción del espectador, lo cual sirve para localizar los elementos más frágiles, que se verán repercutidos por la construcción y operación de las obras.

Una vez colectados y analizados todos los elementos que pertenecen a la cuenca visual se hace la evaluación de la calidad del paisaje, en los diferentes planos; para determinar la calidad del paisaje de manera cuantitativa se utiliza el método de Polakowski, el cual clasifica la calidad en tres clases según lo típico o excepcional del paisaje.

Localización del Sistema Ambiental y área del proyecto

Tlaxcala Solar implica la construcción, instalación y operación de una Central Fotovoltaica en el municipio de Calpulalpan, en el estado de Tlaxcala; aproximadamente a 6.4 km al SE de la cabecera municipal de Calpulalpan.

4.2.2.8.1 Agentes modeladores del paisaje

Los principales agentes modeladores del paisaje en el proyecto son:

Antropogénico.- Actualmente el predio donde se pretende llevar a cabo el proyecto es utilizado para la agricultura, la vegetación original ha sido removida y la estructura y fisionomía original han desaparecido por completo.

Sustrato.- La asociación predominante de suelo en el área es el de Feozem háplico con Regozol eutríco con una textura media y fase física Durica; el suelo se encuentra preparado para la siembra por lo que existe materia orgánica en su superficie y se han hecho surcos en algunas superficies.

Clima.- Los tipos climáticos registrados en el SA y el AP son C(w₁) y C(w₀), que corresponde a un clima de tipo templado, subhúmedo.

Agua.- Dentro del SA solo existe una corriente intermitente de 2 orden. En el AP no se registran ningún cuerpo de agua temporal o permanente.

Fisiografía.- En el Sistema Ambiental y el AP, se encuentran dos sistemas de topoformas, la que ocupa la mayor superficie es la Meseta basáltica con cañadas y en el área norte la llanura con lomeríos de piso rocoso o cementado.

4.2.2.8.2 Componentes bióticos del paisaje

Vegetación

De acuerdo a la información de la vegetación actual en el área del proyecto se clasifica como áreas agrícolas (INEGI). La vegetación natural ha sido retirada completamente para dar lugar a amplias superficies dedicadas a la agricultura, la poca flora que se determinó y observó pertenece a hierbas asociadas a zonas cultivadas y ruderales; así mismo algunos de los árboles que se encontraron aislados como sombra entre parcelas pertenecen a especies cultivadas.

Fauna

Debido a la constante presencia del hombre en el terreno, donde las actividades agropecuarias han venido a modificar el terreno, la fauna presente en el SA y AP no es representativa; las especies encontradas son habituadas a zonas alteradas y a la presencia humana.

El hombre

Toda la zona de estudio tiene evidencia de actividades antrópicas, siendo una zona primordialmente de uso agrícola, donde existe infraestructura (carreteras, caminos asfaltados, terracerías, casas, líneas de transmisión y poblaciones rurales y semi rurales alrededor). El paisaje natural se encuentra totalmente modificado.

4.2.2.8.3 Elementos del paisaje

A continuación se enlistarán las características visuales del paisaje, tomando como base las imágenes tomadas del sitio.

4.2.2.8.4 Elementos visuales básicos

Para la determinación de los elementos visuales del paisaje, se toman en cuenta varios aspectos como la forma, líneas, textura, escala y espacio, con los cuales se podrá determinar con mayor facilidad la calidad actual de la cuenca visual.

Figura 39: Ejemplo de textura, color y forma

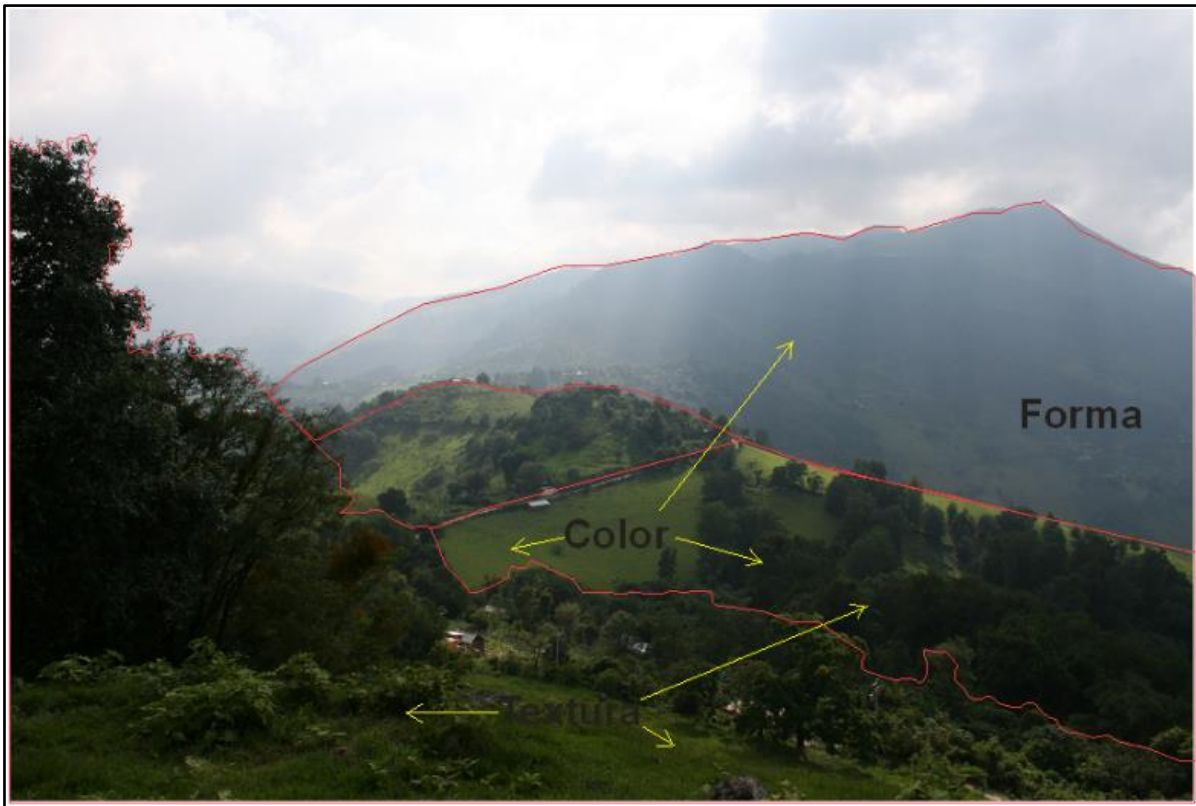
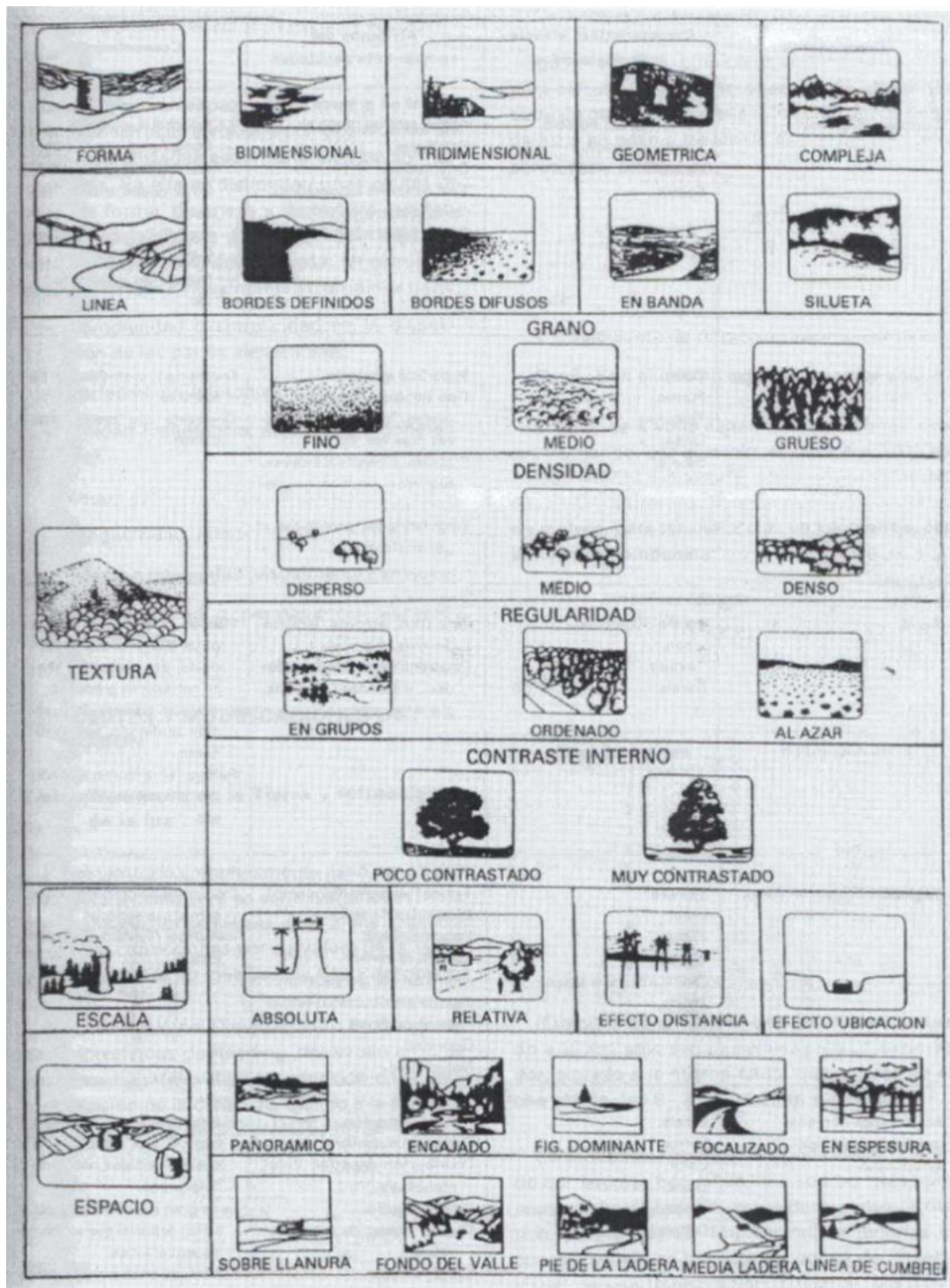


Figura 40: Descripción de las características visuales básicas



(Tomado de MOPT, 1992)

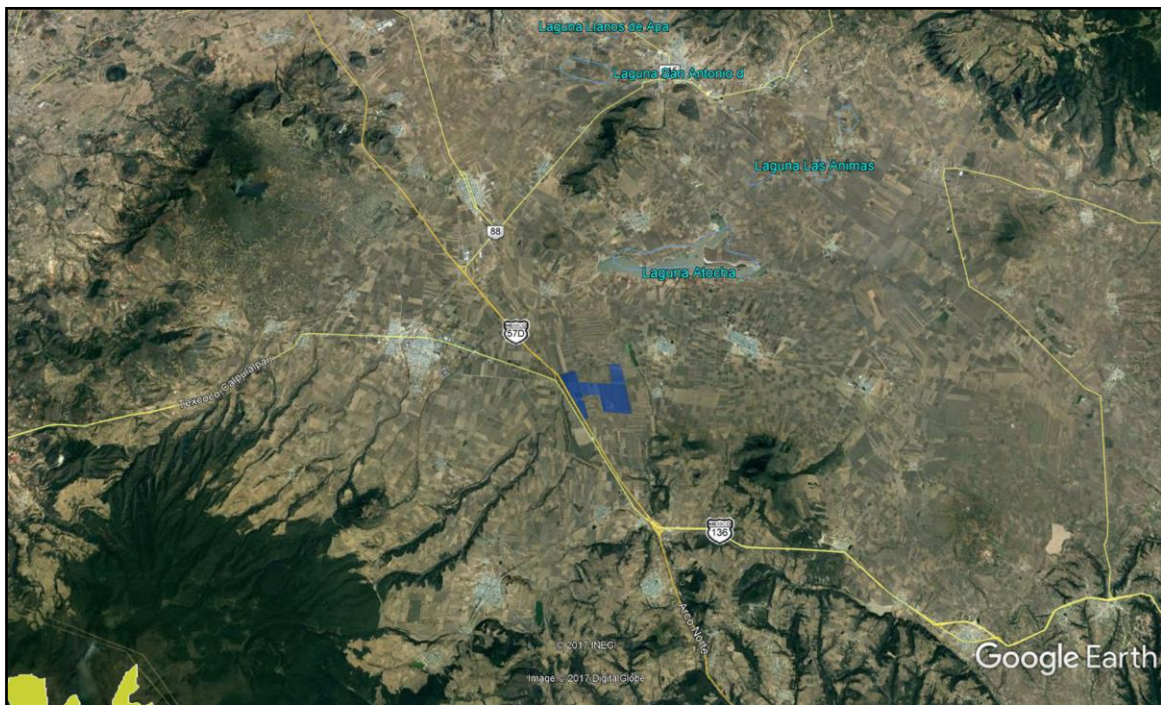
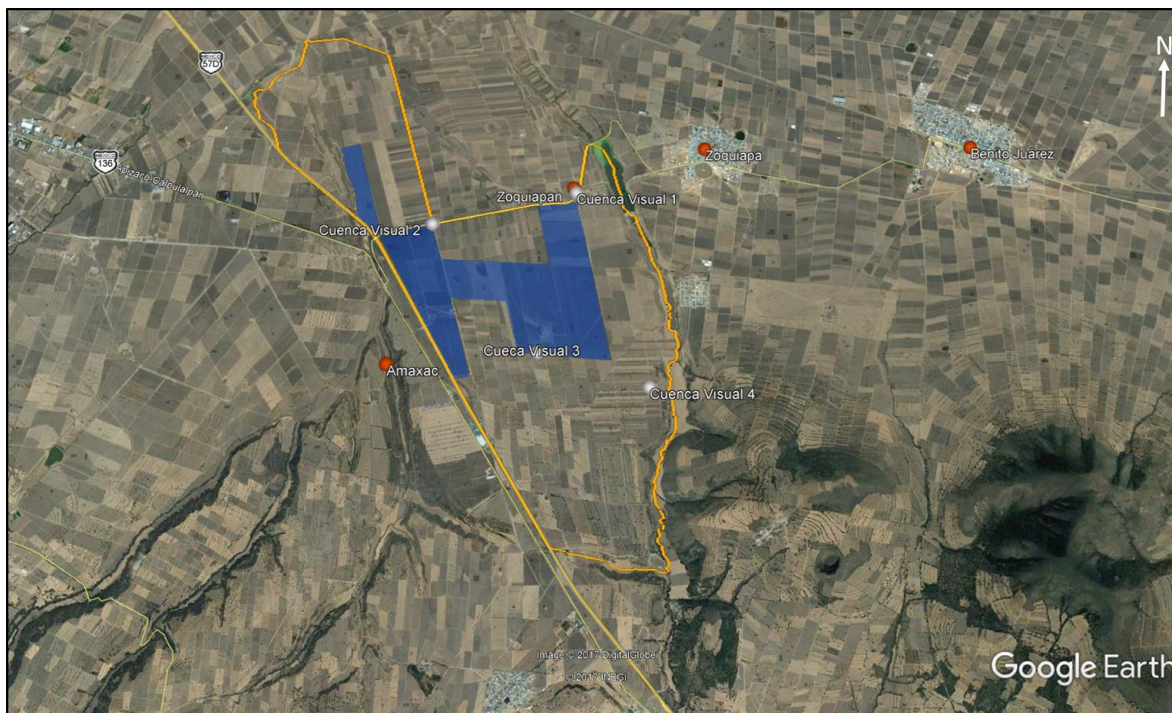


Imagen satelital del Area de estudio



Las cuencas visuales fueron tomadas en distintos puntos del SA y del AP, durante los recorridos en campo por toda el área de estudio se pudo comprobar que no existe comunidades vegetales naturales. El paisaje se encuentra modificado debido a las actividades agrícolas de la zona, a la presencia de caminos y carreteras e infraestructura.

Figura 41: Descripción de cuencas visuales del proyecto Tlaxcala solar



Cuenca visual numero 1: Coordenadas 554436 E, 2165097 N. Forma tridimensional con bordes definidos donde resaltan los colores verdes claro debido la cubierta vegetal agrícola, al fondo se observan las edificaciones de la localidad de Zoquiapa. La textura es de grano medio con una densidad media y con una regulada en grupos y de poco contraste. Los elementos característicos de esta cuenca son los caminos que segmentan a los campos de cultivo.



Cuenca visual 2: Coordenadas 552434 E, 2164685 N. La fotografía se tomó con dirección noreste-oeste, en ella se aprecia un cerco vivo que separa las parcelas de cultivo. La forma es tridimensional donde resaltan los colores verdes claro y oscuro dados por la cubierta vegetal que resalta con los azules y grises del fondo dado por la infraestructura y las elevaciones (cerros o montañas), sus bordes son difusos de grano medio con una densidad dispersa y regularidad en grupos muy contrastantes por la presencia de algunos árboles en grandes extensiones de cultivo. La escala es relativa con un espacio panorámico donde se puede observar al fondo las montañas.



Cuenca visual número 3: Coordenadas 553878 E, 2162819 N. Esta cuenca se encuentra dentro del área del proyecto, la fotografía se tomó con exposición hacia oeste. En ella se pueden observar ganado ovino de pastoreo libre. Resaltan los colores verdes debido a la presencia de una cubierta vegetal compuesta por pasto (este fragmento del AP se encuentra en periodo de descanso agrícola), la forma es tridimensional con grano disperso con una regularidad en grupos muy contrastante con una escala relativa y figuras dominantes dadas por los arboles aislados que se encuentran entremezclados con las superficies de cultivo.



Cuenca visual número 4. Coordenadas 555361 E, 2162315 N. Está se delimito dentro del SA en su extremo este. La forma es bidimensional con líneas y bordes definidos que comienzan en la ladera hacia el valle con grano medio y poco denso con figuras dispersas y en grupos. Los colores predominantes son verdes con regularidad al azar y muy contrastantes con una escala relativa con espacios encajados debido a la barrera que significa la elevación que se tiene de frente y no permite una vista amplia y lejana del paisaje.

4.2.2.8.5 Análisis de la calidad visual

El principal objetivo de estudiar el paisaje para los estudios territoriales, es sin duda saber determinar la calidad visual del paisaje, que viene asociado al valor natural del territorio y su interés por conservarlo. Esta cualidad del medio físico es la principal en el análisis del paisaje y sobre ella las otras consideraciones visuales del paisaje.

La calidad visual de un paisaje es el grado de excelencia de éste, de otra manera, su mérito para que su esencia, su estructura actual, se conserve (Ramos, 1987).

La calidad visual está ligada a la belleza de los escenarios, y esto lo convierte en una cualidad subjetiva, que se ve afectada directamente por el observador. Esto hace que su análisis sea complejo, porque su valoración no sólo depende de qué ve el observador (el contenido de la escena) sino también de cómo lo ve, siendo la apreciación de la belleza particular en cada uno.

El U.S. Forest Service, establece una tabla para determinar los objetivos de calidad visual que se corresponden con los posibles grados de alteración que son aceptables en un paisaje.

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

Para ello se evalúan tres clases de calidad escénica según los rasgos biofísicos de un territorio.

Variedad paisajística	Clase A	Clase B	Clase C
	Alta	Media	Baja
Morfología o Topografía	Pendientes de más del 60%, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes	Pendientes entre 30-60%, vertientes con modelados suave o ondulados	Pendiente entre 0-30%, sin modelado y sin rasgos dominantes
Forma de las rocas	Formas rocosas sobresalientes. Pedrizas, afloramientos y taludes	Rasgos obvios pero que no resaltan; similares a los de la clase alta, sin destacar especialmente	Apenas existen rasgos apreciables
Vegetación	Alto grado de variedad. Grandes masas boscosas. Gran diversidad de especies.	Cubierta Vegetal casi continua, con poca variedad en la distribución. Diversidad de especies media.	Cubierta vegetal continua, sin variación en su distribución
Formas de Agua: Lagos	Presencia de lagos grandes o con rasgos muy característicos, alto reflejo, mucha vegetación de ribera	Lagos medianos, pocos reflejos	Lagos pequeños y sin reflejos
Formas de Agua: Arroyos y ríos	Cursos de agua con numerosos e inusuales cambios en el cauce, meandros o gran caudal	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal	Torrentes y arroyos intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidos y meandros.

Fuente: Clase de calidad escénica (U.S.D.A Forest Service, 1974).

4.2.2.8.6 Calidad visual en el área de estudio

Las cuencas visuales estudiada tiene una pendiente menor al 10%, sin modelado ni rasgos dominantes, no existen rocas con rasgos apreciables ni destacables. La cubierta vegetal es casi continua, con poca variedad en la distribución y una diversidad de especies baja. Las actividades agrícolas predominan. No se observaron cuerpos de agua naturales intermitentes o permanentes. Existen algunos bordos de temporal pequeños.

Por todas estas características se puede concluir que el paisaje objeto de estudio tiene una calidad visual media-baja, **de clase predominantemente C**.

4.2.2.8.7 Análisis de la fragilidad visual

Al igual, que el estudio de calidad, el de fragilidad puede resultar básico de cara a establecer recomendaciones de protección, y sobre todo para la evaluación de impactos ambientales.

Se define la fragilidad visual del paisaje como la susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla una actividad sobre él y expresa el grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Aguiló 1981; MOPT, 1992).

Otros autores también definen este concepto por la cualidad denominada capacidad de absorción visual, que representaría el efecto contrario al de fragilidad visual. La unidad de paisaje analizada es menos frágil cuanto más pueda ocultar o mitigar las acciones (absorber cambios) que sobre ella han sido llevadas a cabo por las actividades. La fragilidad visual indica, pues, el grado de alteración o el impacto que se alcanzaría en el caso hipotético de la implantación de una actividad concreta en la unidad territorial.

Mientras que la calidad visual de un paisaje es una cualidad intrínseca del territorio (propia de sus elementos), dependiente de la valoración estética del observador de los elementos que componen ese paisaje, no ocurre así con la fragilidad visual. El grado de fragilidad territorial, además de los caracteres intrínsecos, también depende del tipo y magnitud de la actividad que se desarrolla.

La fragilidad visual, por lo tanto, se centra en identificar las posibles modificaciones del territorio, y se determina la posibilidad de ocultar o integrar en el paisaje los nuevos elementos de la actuación, de modo que la apreciación del observador sea la que no cambie.

Existen diversos modelos para su análisis, pero todos incluyen factores como la visibilidad, efecto pantalla de la vegetación, pendiente y morfología del terreno o accesibilidad al paisaje.

Para llevar a cabo este análisis se tendrán en cuenta ciertos componentes asociados a las características del espacio y su influencia en la capacidad de absorción:

Densidad de la vegetación: A mayor densidad de vegetación de especies leñosas, menor fragilidad.

Altura de vegetación: La vegetación tiene un alto poder enmascarante, pero depende de la complejidad de la estructura, la densidad de estratos. Por lo tanto, a mayor complejidad de la vegetación, menor es la fragilidad visual.

Contraste cromático suelo vegetación: A mayor contraste de color entre suelo y vegetación, mayor es la fragilidad.

Contraste cromático vegetación: A mayor contraste cromático de la vegetación, mayor camuflaje tiene el territorio. Si los colores, no se distribuyen de manera homogénea, tiene mayor efecto de camuflaje. Las manchas monocromáticas son muy frágiles.

Estacionalidad de la vegetación: Se reduce el efecto pantalla en zonas donde la mayoría de especies son caducifolias.

Pendiente: A menor pendiente, mayor capacidad de absorción del territorio.

Iluminación: A mayor iluminación para el observador, mayor fragilidad. Esto depende de la orientación del terreno. El Sur y Oeste, son más frágiles.

Los puntos y zonas singulares, hacen que el observador se sienta atraído a mirar, por lo tanto, si un territorio alberga puntos y zonas singulares, su fragilidad es mayor.

La mayor amplitud y tamaño de vistas supone un incremento de su fragilidad visual al ser visible desde más puntos. Lo más habitual es que se utilicen las características geomorfológicas del territorio para evaluarlo.

La distancia del terreno y de la actividad que se vaya implantar en el mismo, a carreteras o núcleos urbanos constituye un aumento de la presencia de observadores potenciales al mismo. Por lo tanto, a mayor cercanía, mayor es la fragilidad visual.

4.2.2.8.8 Fragilidad visual en el área de estudio

De acuerdo al análisis realizado a la calidad visual del paisaje se concluye que el área del proyecto tiene las siguientes características: la densidad en la vegetación es baja ya que el principal estrato es herbáceo y en algunas temporadas arbustivo debido a la naturaleza de los cultivos, con homogeneidad de colores y formas; así mismo la amplitud de vistas lo hacen considerarse como una zona potencialmente frágil visualmente.

Por tanto, la "capacidad de absorción visual" se refiere a las posibilidades del terreno para ocultar cualquier alteración, conservando su integridad visual o la aptitud del territorio para admitir cambios sin que se perciban a gran escala en cuanto a sus aspectos visuales.

La calidad visual de la zona es **Alta**, el principal elemento para determinar la calidad visual es la presencia de vegetación; en este caso la vegetación presente corresponde a cultivos de temporal por lo que parte del año éstos tienen una altura pequeña y no existen estratos.

4.2.2.8.9 Conclusion

El paisaje de la zona de estudio corresponde a áreas agrícolas, donde no existen valores estéticos relevantes y el paisaje es común a toda la región. Se trata de un sistema degradado donde se han perdido las características de estructura y composición florística y faunística original. La diversidad de colores es poca ya que en tiempo de secas o de cosecha los colores predominantes son amarillo y naranjas; durante la temporada de siembra y lluvias los colores predominantes son verdes que contrastan con el café de los suelos y el azul del cielo con vistas panorámicas.

4.2.3 Medio socioeconómico

El municipio de Calpulalpan se encuentra ubicado en el Altiplano central mexicano a 2,580 metros sobre el nivel del mar, se sitúa en un eje de coordenadas geográficas entre los 19° 35' latitud norte y 98° 34' longitud oeste. Colinda al norte con el estado de Hidalgo, al sur con el municipio de Nanacamilpa de Mariano Arista, al oriente se establecen linderos con los municipios de Nanacamilpa de Mariano Arista y Lázaro Cárdenas, y al poniente colinda con el estado de México.

En Calpulalpan los recursos hidrográficos son escasos, el Arroyo Amaxac, ubicado al oriente del municipio es el mayor, con una longitud aproximada de 7 km, y una trayectoria de norte a sur. Existen además otros arroyos de caudal sólo durante la época de lluvias, por lo que su importancia es mínima.

En este municipio, el clima se considera semifrío húmedo, con régimen de lluvias en los meses de abril a septiembre. El periodo más caluroso es entre marzo y mayo. La temperatura promedio máxima anual registrada es de 22.2° y la mínima de 5.9°. La precipitación promedio máxima registrada en el municipio es de 126.2 milímetros y la mínima de 9.7 milímetros.

Por su ubicación geográfica y clima, corresponde a este municipio una vegetación compuesta principalmente por bosques de pino y oyamel, en el primer caso las especies representativas son pino real (*P. montezumae*), pino blanco (*P. pseudostrobus*) y teocote (*P. teocote*), a menudo asociado con encinos (*Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. rugosa*).

En el segundo caso la especie dominante es el oyamel (*Abies religiosa*), contando en su masa forestal con individuos de ailites (*Alnus jorullensis*), huejote (*Salix paradoxa*) y madroño (*Arbutus xalapensis*). En las áreas perturbadas del bosque, es frecuente encontrar una población abundante de chaquira (*Ceanothus coeruleus*), la cual es indicadora del fuerte desequilibrio ecológico, instalándose dicha especie como la inicial de la sucesión biológica. En el municipio se encuentran vestigios de matorral xerófito con individuos aislados de sabino (*Juniperus deppeana*). En los límites de las parcelas agrícolas, y en general en las áreas urbanas y suburbanas, se encuentran ejemplares de cedro blanco, tejocote, zapote blanco, capulín, trueno, álamo blanco, casuarina y eucalipto.

Fauna

No obstante el crecimiento y expansión acelerada de la mancha urbana, en el territorio del municipio todavía es común encontrar algún tipo de fauna silvestre, a saber: liebre (*Lepus californicus*), tuza, conejo (*Silvilagus floridanus*), ratón de campo, codorniz (*Cyrtonix montezumae*), coyote (*Canis latrans*), víbora de cascabel (*Crotalus* sp.) y tlacuache (*Didelphis marsupialis*).

Uso actual del suelo

El total de la superficie que ocupan las unidades de producción rural en el municipio de Calpulalpan es de 14,572 hectáreas, mismas que representan el 6.0% de la superficie total del estado. De tal extensión 14,086 hectáreas, es decir el 96.7%, constituyen la superficie de labor, son las tierras dedicadas a cultivos anuales o de ciclo corto, frutales y plantaciones. El resto del uso actual del suelo, se distribuye de la siguiente forma: pasto natural, con 235 hectáreas; bosque o selva 210 hectáreas, finalmente, 41 hectáreas son tierras sin vegetación.

4.2.4 Tamaño, estructura y crecimiento de la población

Según los datos del Censo General de Población y Vivienda 2015, el municipio de Calpulalpan tiene una población total de 44,807 habitantes, de los cuales 21,730 son hombres y 23,077 mujeres, lo que representa una relación de 94,2 hombres por cada 100 mujeres. La edad mediana en el municipio es de 24 años y la razón de dependencia de edad es de 94,2 personas.

Tabla 20: Población 1990 – 2010

Sexo	1990	1995	2000	2005	2010
Hombres	14,361	17,147	18,133	19,691	21,730
Mujeres	14,789	17,632	19,036	21,099	23,077
Total	29,150	34,779	37,169	40,790	44,807

4.2.5 Marginación y desarrollo social

La marginación se asocia a la carencia de oportunidades sociales y a la ausencia de capacidades para adquirirlas o generarlas, pero también a privaciones e inaccesibilidad a bienes y servicios fundamentales para el bienestar. Por lo tanto hay una exclusión de diversos grupos sociales del proceso productivo, así como de los beneficios del desarrollo (CONAPO, 2011).

Las desventajas ocasionadas por la marginación son acumulables, configurando escenarios cada vez más desfavorables. El objetivo de los proyectos productivos es fomentar las actividades económicas, para elevar el bienestar de la población y de las localidades, así como incorporar al desarrollo a los sectores de población o regiones que por sus condiciones y carencias no participan de los beneficios de la dinámica económica ni de su bienestar.

Para identificar los sectores que carecen de oportunidades de desarrollo y posteriormente priorizar acciones, la CONAPO (1990) diseñó el Índice de Marginación, con el fin de analizar las desventajas sociales o las carencias de la población e identificar los espacios de marginación, diferenciándolos según nivel o intensidad.

Para este índice se emplean nueve formas de exclusión expresadas en un indicador que mide su intensidad en porcentaje, donde el mayor porcentaje indica menos oportunidades para acceder a los beneficios del desarrollo. Están divididas en cuatro rubros: educación, vivienda, distribución de la población e ingresos.

Los indicadores de las formas de exclusión son: los porcentajes de la población analfabeta, sin primaria completada, sin agua entubada, sin drenaje, sin energía eléctrica, con piso de tierra, nivel de hacinamiento, porcentaje de la población que vive en localidades con menos de 5,000 habitantes y el porcentaje de la población ocupada con ingreso de hasta dos salarios mínimos (CONAPO 2011).

El municipio de Calpulalpan, tiene un grado de marginación **Bajo**

Tabla 21: Indicadores de marginación 2010

Población total	44,807
Población de 15 años o más analfabeta	4.70%
Población de 15 años o más sin primaria completa	14.84%
Ocupantes en viviendas sin drenaje no excusado	1.01%
Ocupantes en viviendas sin energía eléctrica	0.97%
Ocupantes en viviendas sin agua entubada	1.13%
Viviendas particulares habitadas con algún nivel de hacinamiento	44.03%
Ocupantes en viviendas con piso de tierra	3.68%
Población en localidades con menos de 5,000 habitantes	25.76%
Población ocupada con ingresos de hasta 2 salarios mínimos	54.50%
Índice de marginación	-1.0806
Grado de marginación	Bajo

Fuente: Estimaciones de CONAPO, Índices de marginación 2011

Según estimaciones del CONEVAL (2010) se contabilizó un total del 4.67% de la población analfabeta, un 38.01% de la población de 15 años o más sin primaria terminada, y un total del 54.50% de la población económicamente activa ocupada con ingresos de hasta dos (2) salarios mínimos.

El 1.01% de las viviendas del municipio no cuentan con drenaje ni servicio sanitario exclusivo, y el 0.97% no cuenta con energía eléctrica; el 5.08% no tiene agua entubada y el 3.68% tiene piso de tierra. Además, el 44.03% tiene algún tipo de hacinamiento.

Hacia 2005, el municipio contaba con un Grado de Desarrollo Humano **Alto** (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Humano, 2005), según los indicadores que se presentan en la siguiente tabla:

indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	16.91
Tasa de alfabetismo	93.51
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años	65.51

indicador	Valor
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	7,533
Índice de salud	0.8804
Índice de educación	0.8418
Índice de ingreso	0.7213

4.2.6 Migración

La migración es uno de los tres fenómenos demográficos determinantes del volumen, composición y evolución de la población. Sus efectos se expresan en el crecimiento de la población para el total del país, para cada entidad, municipio y localidad; por lo que incide directamente en la forma en que la población se distribuye en el territorio nacional. La conducta migratoria de hombres y mujeres es sustancialmente distinta, reflejo de ello es el predominio masculino en la migración reciente, tanto a nivel nacional como en la entidad.

Tabla 22: Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010

Lugar de nacimiento	Total	Hombres	Mujeres
En otra entidad federativa	35,352	17,393	17,959
En otra entidad federativa	8,974	4,103	4,871
En los Estados Unidos de América	62	28	34
En otro país	13	7	6
No especificado	406	199	207
Total	44,807	21,730	23,077

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Tabla 23: Población de 5 años y más por lugar de residencia en junio 2005

Lugar de nacimiento	Total	Hombres	Mujeres
En otra entidad federativa	37,988	18,155	19,833
En otra entidad federativa	1,509	745	764
En los Estados Unidos de América	259	198	61
En otro país	11	7	4
No especificado	208	106	102
Total	39,975	19,211	20,764

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Según datos del Banco de México (BANXICO, 2017) las remesas desde EUA al municipio en el trimestre de octubre a marzo de 2017 fueron de 2.158242 millones de dólares.

4.2.7 Religión

El tipo de religión predominante en el municipio es la católica que cuenta con 40,046 adeptos, 2,617 pertenecen a pentecostales, evangélicas y cristianas y 516 no profesan ninguna religión.

4.2.8 Educación

Uno de los factores que constituyen el desarrollo de un estado o región es la educación de calidad en todos sus niveles educativos. Calpulalpan cuenta con los diferentes niveles de educación necesarios para atender a la población.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 8.4. En 2010, el municipio contaba con 32 escuelas preescolares, 23 primarias y 12 secundarias. Además, el municipio contaba con tres bachilleratos. El municipio no contaba con ninguna primaria indígena.

La asistencia escolar predominante es para las edades de 6 a 14 años, es decir los alumnos de primaria y secundaria. De tal modo que se puede observar que la media indica grado escolar de primaria y secundaria para la mayoría de la población.

Tabla 24: Condición de asistencia escolar por edad y sexo, 2010

	Población Total			Asiste			No Asiste		
	Total	H	M	Total	H	M	Total	H	M
3 a 5 años	2,770	1,435	1,335	1,375	709	666	1,306	683	623
6 a 14 años	8,565	4,275	4,290	8,217	4,092	4,125	326	173	153
15 a 17 años	3,022	1,582	1,440	1,911	954	957	1,104	624	480
18 a 24 años	5,621	2,767	2,854	1,342	669	673	4,240	2,083	2,157
25 a 29 años	3,437	1,536	1,901	120	65	55	3,281	1,461	1,820
30 años y más	18,412	8,606	9,806	200	69	131	18,023	8,466	9,557

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

El grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 8.42.

Tabla 25: Población de 8 a 14 años que no sabe leer ni escribir, 2010

	Total	No sabe leer, ni escribir	Porcentaje
Hombres	3,304	84	2.54
Mujeres	3,337	69	2.07
Total	6,641	153	2.30

Fuente: Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

4.2.9 Salud

Las unidades médicas en el municipio eran nueve (3.2% del total de unidades médicas del estado). El personal médico era de 105 personas (3.7% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 11.7, frente a la razón de 10 en todo el estado.

El porcentaje de personas sin acceso a servicios de salud fue de 25.3%, equivalente a 11,001 personas. La carencia por acceso a la seguridad social afectó a 77.5% de la población, es decir 33,730 personas se encontraban bajo esta condición.

La demanda de servicios médicos de la población del municipio, es atendida por organismos oficiales y privados tanto en el medio rural como urbano. En materia de salud, 27.15% de la población no tiene derecho a ningún servicio, el resto es derechohabiente en alguna institución de salud pública o privada como el IMSS, ISSSTE, PEMEX, SEDENA, SEMAR y el Seguro Popular.

Tabla 26: Población total según derechohabiencia a servicios de salud, 2010

INSTITUCIÓN	HOMBRES	MUJERES	TOTAL
IMSS	3,353	3,411	6,764
ISSSTE	603	741	1,344
ISSSTE ESTATAL	38	37	75
PEMEX, Defensa Nacional o Marina	11,018	12,666	23,684
Seguro popular o para una nueva generación	48	47	95
Institución privada	137	155	292
Otra institución sin especificar	107	110	217
NO derechohabiencia	6,340	5,828	12,168

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010

Un total de 1,869 personas en el municipio cuentan con alguna limitación física, de las cuales 893 personas tienen discapacidad para caminar o moverse, 645 para ver, 168 para comunicarse, 221 cuentan con problemas auditivos y 136 cuentan con alguna limitación mental.

4.2.10 Abasto e infraestructura

El municipio cuenta con siete tiendas DICONSA, distribuidas en distintas localidades.

4.2.11 Vivienda y servicios públicos

El análisis de la vivienda está relacionado con la identificación de las viviendas particulares, aquellas viviendas que actualmente se encuentran habitadas, deshabitadas y de uso temporal, características de los servicios básicos y de disponibilidad de bienes. De acuerdo al Censo de Población y Vivienda efectuado por el INEGI en 2010, la situación de vivienda es como sigue:

En el municipio, existen un total de 10,836 viviendas particulares todas habitadas; el promedio de habitantes por vivienda es de 4.1 personas.

El 98.52% de las viviendas particulares disponen de energía eléctrica, 98.28% cuentan con agua entubada y 97.39% cuentan con drenaje. Lo que resulta en un 95.20% de las viviendas con todos los servicios básicos.

En relación a las características de las viviendas, 76.21% tiene piso de mosaico, piso de cemento o algún tipo de piso diferente a tierra. Del total de viviendas habitadas, un 6.95%

son viviendas que cuentan con un cuarto, el 19.67% consta de dos cuartos, y el resto cuenta con tres o más cuartos.

En relación a la disponibilidad de bienes en las viviendas se observan los datos siguientes.

Radio	Televisión	Computadora	Internet	Refrigerador	Lavadora	Automóvil
8,952	10,173	1,678	922	7,371	5,832	3,565
82,63%	93,90%	15,49%	8,51%	68,04%	53,83%	32,91%

4.2.12 Hogares y familias

En las últimas dos décadas los hogares de México han experimentado un fuerte cambio relacionado con una disminución en el número de integrantes, la proliferación de nuevos tipos de hogares y un cambio en la jefatura de los hogares familiares.

El promedio de hijos nacidos vivos de las una mujeres de entre 15 y 19 años es de 0.2, dato que se aprecia en una reducción en los nacimientos de los grupos de menor edad y un aumento en los grupos mayores en donde el promedio de hijos vivos nacidos de mujeres de entre 45 y 49 años es de 4.3; aspecto que expresa la tendencia nacional de la reducción de la natalidad y del proceso de envejecimiento de la población, como consecuencia de una mayor sobrevivencia en edades mayores.

De acuerdo al Censo de Población 2010 del INEGI, la edad mediana en el municipio es de 24 años. Este grupo presenta una enorme diversidad, los jóvenes adolescentes registran necesidades e intereses totalmente diferentes a los jóvenes adultos, mientras los primeros requieren de oportunidades de educación, recreación, y orientación, los segundos se encuentran en el proceso de formación de familia e integración plena al mercado laboral.

La diferencia entre hogares con jefatura masculina y femenina aún es muy notoria, arrojando que del total de hogares censados en 2010, 2,396 tienen jefatura femenina y 8,335 masculina.

La situación conyugal de la población reporta que el 33.6% de las personas son solteras, 34.2% casadas y 22.3% viven en unión libre.

4.2.13 Medios de comunicación

Calpulalpan cuenta con una radiodifusora de frecuencia modulada Radio Calpulalpan, y una estación de televisión; hay cuatro radiodifusoras estatales y dos diarios. En televisión, llega la señal de los canales nacionales. El municipio cuenta con agencias de correos, telefonía local, celular y satelital.

4.2.14 Vías de comunicación

El municipio cuenta con carreteras federales y estatales, así como caminos rurales que permiten la adecuada comunicación entre poblados; con un total de 103.60 km de caminos. De esta manera los municipios del estado cuentan con una importante infraestructura de transporte que facilita el crecimiento de las economías locales y de los mercados regionales.

Calpulalpan cuenta con una central de autobuses foráneos.

4.2.15 Trabajo y condiciones laborales

La Población Económicamente Activa de Calpulalpan asciende a 18,134 personas, de las cuales 799 en 2010 se encontraban desempleas.

La PNEA está clasificada por los estudiantes, quehaceres domésticos, pensionados y/o jubilados, edad avanzada, incapacitados para trabajar por el resto de su vida y otros inactivos y se trata de 15,144 personas.

Tabla 27: Distribución de la población por condición de actividad económica, según sexo, 2010

Indicadores	Total	Hombres	Mujeres	%Hombres	%Mujeres
Población económicamente activa (PEA) ⁽¹⁾	18,134	12,066	6,068	66.54	33.46
Ocupada	17,335	11,403	5,932	65.78	34.22
Desocupada	799	663	136	82.98	17.02
Población No económicamente activa ⁽²⁾	15,144	3,796	11,348	25.07	74.93

Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010.

Notas:(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia. (2) Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar

Los últimos datos estadísticos que reporta el INEGI con referencia a la situación en el trabajo de la población del municipio, datan del año 2000 y son los siguientes.

Situación en el trabajo	Total	Hombres	Mujeres
Empleado u obrero	8,000	5,173	2,827
Jornalero o peón	807	777	30
Patrón	202	158	44
Trabajador por su cuenta	3,214	2,464	750
Trabajador familiar sin pago	474	239	235
No especificado	402	256	146

4.2.16 Nivel y distribución de ingresos

Los últimos datos reportados por el INEGI en referencia a la percepción salarial, datan del año 2000 y son como siguen y donde destaca que el 43.64% de la población recibe ingresos de entre uno y dos salarios mínimos.

Ingresos mensuales	Total	Hombres	Mujeres	Representa de la población ocupada		
				Total	Hombres	Mujeres
No recibe ingresos	779	482	297	5.95%	3.68%	2.27%
Hasta 1 salario mínimo	2,472	1,451	1,021	18.87%	11.08%	7.79%
Más de 1 hasta 2 salarios mínimos	5,717	3,941	1,776	43.64%	30.09%	13.56%
Más de 2 hasta 3 salarios mínimos	1,942	1,511	431	14.83%	11.54%	3.29%
Más de 3 hasta 5 salarios mínimos	1,140	909	231	8.70%	6.94%	1.76%
Más de 5 hasta 10 salarios mínimos	440	348	92	3.36%	2.66%	0.70%
Más de 10 salarios mínimos	181	154	27	1.38%	1.18%	0.21%
No especificado	428	271	157	3.27%	2.07%	1.20%

4.2.17 Patrimonio histórico y cultural

Monumentos históricos

Convento de San Simón y San Judas y Parroquia de San Antonio de Padua.- La Iglesia y el convento de Calpulalpan se encuentran bajo la advocación de San Antonio de Padua, San Simón y San Judas. En la archivolta se descubre chalchihuites y guías con elementos propios de la cultura mexicana. Las dos torres también son de tres cuerpos, la del norte es la original, la otra fue construida en 1940-42. La nave tenía bóveda de medio cañón, pero el incendio provocado por los carrancistas en 1915 lo destruyó, por ello, años más tarde se construyó una bóveda plana de ladrillos. Todo lo que se encontraba en el interior se incineró durante la revolución.

Parroquia de San Antonio de Padua. El retablo destruido no era el original, más bien se colocó a fines del siglo XVIII y principios del siglo XIX. Era de estilo neoclásico, semejante al que se conserva en la actualidad en la capilla de la Tercera Orden. El primer retablo era barroco, estaba decorado en oro, incluía pinturas al óleo y esculturas de madera en bulto, un fragmento de él se conserva en buen estado, el que tiene actualmente es del segundo cuarto de este siglo.

La Capilla de la Tercera Orden.- Conserva el retablo y los altares laterales neoclásicos, así como esculturas antiguas de santos. A un costado se encuentra una pequeña capilla destinada al culto de la Virgen María, en cuyo interior se aprecian los muros y el cielo raso con decoraciones de principios del siglo. Las capillas del Rosario y de San Antonio de Padua se decoraron a mediados del presente siglo. El baptisterio es austero. Todas las naves, excluyendo la mayor, tienen cúpulas ricamente elaboradas con ladrillos y argamasa de cal y arena.

El claustro de dos plantas se conserva casi intacto con excepción de los pretilos que se modificaron. El brocal primitivo del pozo fue destruido en la década de los sesenta.

Resulta necesario destacar el colorido y la belleza de las pinturas murales protegidas en los nichos de los rincones, según parecen haberse elaborado en 1764 por Sebastián de Ávila. Interior de la parroquia de San Antonio de Padua. En los mismos muros de ambas plantas hay frisos típicos en blanco y negro que corren por los cuatro muros. Las columnas son dignas de mencionar. Es el único caso en Tlaxcala donde troncos gruesos de árboles se encuentran sosteniendo el piso de los corredores de la segunda planta y la techumbre del mismo nivel.

En la sacristía existe un lienzo pintado al temple en blanco y negro sobre tres muros, dividido en siete escenas que representan a seis santos, identificándose a Santa Clara, San Francisco y San Buena Ventura, la séptima es El Calvario representado en una forma exquisita, aparecen en él tres personajes con Jesús crucificado. En un pequeño portal construido en el siglo XVI, situado en el extremo sur del convento que parece haber servido de recibidor, está un mapa pintado en blanco y negro donde se aprecia el convento en una de sus etapas iniciales de construcción, al igual que las iglesias, los nombres de los pueblos en jeroglíficos náhuatl y los caminos que cubrían la parroquia en el siglo del arribo franciscano.

En la segunda planta la biblioteca presenta en sus muros pintura mural policroma del siglo XVI, las escenas son arcos de medio punto y otros pintados en negro y gris, decorados en la parte superior con elementos vegetales policromos. Enmarcan símbolos propios del cristianismo en negro. En la misma planta, en el corredor de las celdas, se encuentran expuestos tres tipos de elementos decorativos: el lienzo blanco y negro del remate, Jesucristo en la cruz pintado al óleo policromo sobre el muro, y finalmente una rica colección de pinturas de caballete que abarca varios siglos concluyendo en el siglo XIX. El atrio es amplio, la entrada al norte no deja de recordar los templos prehispánicos de los indios, ya que la escalinata está construida con las mismas piedras de los recintos ceremoniales, propiciando la forma de una pirámide semicircular. Fue en el año de 1608 cuando la iglesia se concluyó, como lo indica una inscripción en la parte exterior del coro.

Zonas arqueológicas

Zona arqueológica Yehualica (Cerro redondo).- Se ubica en el extremo norte de la sierra nevada, dentro de los límites del municipio, el sitio arqueológico Yehualica está asentado sobre la cima del cerro homónimo del que es uno de los palacios de Netzahuacóyotl.

El cerro es una meseta boscosa de apariencia plana con pequeños valles cultivados y montículos naturales de escasa altura, la pendiente del terreno es de 14° rumbo norte. Desde cualquier punto geográfico que se le observe presenta una forma redonda, motivo causal del nombre náhuatl "Cerro redondo". El sitio total es de 180 x 150 m, fue delimitado hasta donde abarcan los elementos cerámicos y arquitectónicos. Es clara la presencia de ocho estructuras. El edificio mayor conserva su orientación norte-sur, el cual se construyó sobre elevada formación de origen natural de escasa altura a la que se agregaron piedras

pegadas con lodo de tal forma que pudiera completarse el núcleo. Está formado por un cuerpo de paredes talúdicas de base octagonal.

El revestimiento es de piedras angulares, algunas talladas y pegadas con lodo, en otras partes todavía pueden observarse la presencia de estuco aplicado encima. El material de construcción fue extraído del mismo macizo rocoso ubicado 100 m, al SW. En la parte superior existen restos de unos diez cuartos pequeños comunicados por accesos cortos y angostos, como parte del conjunto hay una estructura que por su altura parece haber sido la sala más importante del edificio con relación al resto del mismo, al frente de ésta se encuentra un orificio circular de lo que parece ser un pozo con el contorno de piedra.

Casi todo el contorno del edificio está rodeado en su extremo superior por una ancha muralla de 2 m, de espesor y una altura de 50 m. Es seguro que llegó a tener almenas como la muralla de Tenochtitlán o Huexotla, de igual forma en Texcoco los palacios estaban "limitados por anchas murallas". Sobre la esquina noreste aparecieron restos de un muro de menor espesor y material diferente, está construido con tezontle rojo, donde se utilizó cal y tierra, se revistió por ambos lados con estuco de cascajo fino del mismo color que el tezontle, materiales que pudieron haberse importado del nicho ecológico del Mal País, lugar muy cercano. Las construcciones se atribuyen a "los obreros mayores o arquitectos Xilomatzin, señor de Culhuacan y Moquihuitzin, de Tlatelolco".

Zona arqueológica La Herradura.- Heredera de la cultura Teotihuacana - Acolhua.- Antes de ser habitada la región noroeste del estado de Tlaxcala, ésta representó, para la gente que habitaba la cuenca del Valle de México y otros grupos prehispánicos, una zona importante de paso o corredor, que permitía transitar hacia el Golfo y sur de mesoamérica con fines de intercambio comercial. Calpulalpan integró un punto de dicho corredor. Esta región fue ocupada en un periodo muy tardío. La recién explorada zona arqueológica de La Herradura, parece confirmar lo anterior, pues en este lugar se han encontrado restos de la cultura teotihuacana, correspondiente al llamado periodo clásico, así como también elementos de la cultura acolhua en un periodo postclásico. Los hallazgos en esta zona comprenden desde plataformas piramidales, diversas áreas habitacionales y otros elementos de uso común. Esta área se encuentra aún en investigación por parte del Instituto Nacional de Antropología e Historia.

Zona arqueológica Tecoaque.- En este sitio arqueológico, cuyo nombre se deriva de las voces náhuatl tetli-piedra y coac-serpiente y que-plural. Por lo cual significa "en donde están las serpientes de piedra". Tecoaque es un sitio arqueológico culturalmente ligado al dominio y expansión de Teotihuacán, el cual atravesó una considerable porción del norte del actual estado de Tlaxcala y fue por donde transitaban sus comerciantes rumbo al sureste de Mesoamérica. Por tal motivo, la vida cultural del sitio empezó probablemente con Tetotihuacán, alrededor del año 100 a.C. El sitio se localiza en los llanos de Calpulalpan, sobre una planicie fértil, propia para el cultivo, actividad indispensable para el desarrollo de las altas culturas mesoamericanas.

La localización especial del sitio corresponde al modelo teotihuacano de ciudad o poblado, en espacios abiertos como son los valles. Hasta ahora se han explorado aproximadamente 800 metros cuadrados y un total de once montículos de pequeño tamaño. Sin duda Tecoaque fue un sitio de carácter habitacional, en cuya construcción se empleó considerablemente el tezontle y como adhesivo mortero de cal y arena. Sus recintos habitacionales tienen una disposición rectangular y son flanco de un patio de similar forma, creando de esta manera una unidad cerrada comunicada al exterior mediante un pequeño pasillo. Al centro de la zona arqueológica se localiza un conjunto de montículos y pequeñas plataformas que, indudablemente estuvieron ligadas a actividades y funciones religiosas.

Zona arqueológica Los Cerritos.- Situada 2 km al oeste de la población de Calpulalpan, ésta zona pertenece, en sus primeras etapas constructivas, a la cultura teotihuacana y, posteriormente, a la mexicana. Es evidente el paso de grupos españoles por este lugar durante la etapa de la conquista.

Haciendas

Amantla.- En la actualidad la hacienda en su mayor parte está en ruinas, pues ya no cuenta con cubiertas, además de que se encuentran muy deteriorados los interiores. El ancho de los muros es de 70 cm, la construcción es de un nivel. Los espacios arquitectónicos con que contaba esta hacienda son: troje, tinacal, machero y calpanerías o (casas de los peones), su producción principal era agrícola y pulquera. La construcción se calcula fue en el siglo XVIII. Los materiales que integran la construcción de la hacienda son principalmente piedra y adobe. Amantla está construida en un valle y en una zona topográfica de llano.

Coecillos.- A la fecha sólo cuenta con unos paredones, ya que en años anteriores se nota que la demolieron; se encontraba funcionando un vivero de la SAGAR, se puede observar que la construcción estaba constituida por un sólo nivel, cuyos muros tenían un ancho de 0.7 m. Hoy en día está abandonada.

Los espacios arquitectónicos propios de la hacienda fueron: troje, capilla, calpanerías, o (casas de los peones), la casa del hacendado y de corrales. La actividad de esta hacienda era pulquera. La época de construcción de esta hacienda data del siglo XVIII. Los principales materiales de construcción son de piedra y adobe. La hacienda se construyó en un valle y una área topográfica de llano.

Mazapa.- Esta hacienda en su época fue muy grande. Actualmente, sólo en lo que fue la calpanería de la hacienda, se encuentra el 80% de la población de Mazapa. Aún cuenta con la entrada principal que es la misma entrada a la población. En la actualidad el régimen de propiedad es privado. Los espacios arquitectónicos de la hacienda fueron: troje, tinacal, machero, capilla, calpanería o casa de los peones, casa del hacendado y corrales. La principal producción de esta hacienda era agrícola y pulquera. Por su gran tamaño la hacienda se construyó en dos épocas, en el siglo XVIII y XIX. La infraestructura

de dicho inmueble se encuentra en malas condiciones, pero aún puede ser restaurable. Los principales materiales que se utilizaron para esta construcción fueron el ladrillo, la piedra y adobe. Detrás del sistema constructivo tuvo apoyos como muros de cantera y mampostería, así como columnas de cantera, contrafuertes en mampostería y con cerramientos de platabanda y en arco; sus cubiertas son planas, en viga de madera y terrado. Su principal peculiaridad es que se construyó en una zona montañosa y topográficamente en ladera.

San Bartolomé del Monte.- En proceso de restauración. Como consecuencia, a sufrido bastantes alteraciones tanto exteriores como interiores, debido al cambio de cubierta original por concreto, así como al cambio y aumento de columnas. Los espacios arquitectónicos correspondientes a la hacienda son: troje, tinacal, machero, capilla, calpanerías o casacas de los peones y la casa del hacendado. La hacienda, en su época de apogeo, se caracterizó por una producción agrícola y pulquera. Se construyó durante el porfiriato. Los materiales que se utilizaron para la construcción de dicha hacienda fueron piedra, ladrillo y mixto; sus cubiertas son planas en madera y ladrillo, y abovedadas cupulares en ladrillo. En los sistemas constructivos cuenta con apoyos en muros, en mampostería, aparejos, tapia y mixtos y en adosados en cantería, mampostería y aparejos. También cuenta con cerramientos de platabanda y arco, tiene cubiertas en viga de madera y ladrillo terrado, viga acero y terrado y, por último, cubierta de losa de concreto, en lo que se refiere a bóvedas éstas son de cañón. La hacienda se construyó en una zona de lomeríos, y topográficamente en una ladera.

San Cristóbal.- Actualmente, su régimen de propiedad es privado. Cuenta con tres columnas de madera en el patio interior. Los espacios arquitectónicos que la distinguían, fueron: troje, tinacal, machero, establo, capilla y casa del hacendado. En esa época su principal producción era agrícola y pulquera. Su construcción data del siglo XIX; los materiales originales de construcción fueron muros corridos en piedra, ladrillo y mixtos, así como columnas y pilastras aisladas en ladrillo y madera, tenían cubiertas, planas en madera y ladrillo así como también cubiertas abovedadas cupulares en ladrillo. Los sistemas constructivos empleados fueron muros de mampostería, aparejo y mixtos; en los cerramientos se utilizó platabanda y arcos; las cubiertas fueron planas con viga de madera y ladrillo terrado, así como cubiertas abovedadas en cañón con lunetos, la hacienda se construyó en una zona montañosa, topográficamente en una ladera.

San Miguel Calpulalpan.- En la actualidad la infraestructura de la hacienda se ha remodelado, aún así se conserva muy poco de su estructura original. Constituye una propiedad privada. Los espacios arquitectónicos con que contaba la hacienda son: troje, tinacal, machero, establo, calpanerías o casas de los peones, casa del hacendado y de corrales; el principal tipo de producción era pulquera. La época de construcción fue en dos etapas durante los siglos XVIII y XIX. Los principales materiales que se utilizaron para la construcción de esta hacienda fueron, muros de ladrillo y adobe, en columnas y pilastras fueron de ladrillo, en arcos y platabanda se utilizó también el ladrillo, en cubiertas planas

fueron hechas en madera y ladrillo; los sistemas empleados en muros fueron de mampostería y aparejos, en columnas, mampostería; en cerramientos se utilizó el sistema de plantabanda y arcos; en las cubiertas planas se utilizó la viga de madera y ladrillo terrado, esta hacienda se construyó en una zona geográfica de llanos entre montañas.

Zoaquipan.- En la actualidad la infraestructura de esta hacienda se encuentra dividida entre varios propietarios, además de que gran parte de ella está en ruinas, el régimen de propiedad es privado.

Las principales áreas de construcción con que cuenta la hacienda son: troje, tinacal, macheros, capilla, calpanerías, casa del hacendado y corrales. El principal tipo de producción era agrícola, ganadera y pulquera, la época de construcción corresponde al siglo XIX. Los materiales que se emplearon en muros fueron ladrillo y adobe; en columnas pilastras ladrillo en arcos y plantabanda se utilizó la madera y ladrillo; en cubiertas se utilizaron madera y teja, así como ladrillo y madera. Los sistemas de construcción empleados utilizados en muros fueron la mampostería y aparejos; en columnas y pilares, aparejos en cerramientos; dintel, plantabanda y arcos. En las cubiertas el sistema constructivo que se empleó en planas fue de vigas de madera y teja, viga de madera y ladrillo terrado y en bóveda de cañón con lunetos. Se construyó en una zona geográfica de llanos entre montañas.

Fiestas, danzas y tradiciones

En el estado de Tlaxcala las danzas y la música típica tradicional, se relaciona primordialmente con las festividades religiosas paganas y con las festividades del carnaval. Ambas son parte de la identidad comunitaria e histórica del pueblo tlaxcalteca.

La música y las danzas se heredan de una generación a otra ya sea como danzante o como interprete, aunque los que participan directamente son realmente grupos reducidos de personas, una gran parte de la población de cada comunidad participa tradicionalmente como espectador o colateralmente en la organización y preparación de los festejos

Festejos de carnaval.- En Calpulalpan, las danzas de los negros "los negritos" bailando cuadrillas son parte esencial de los festejos del carnaval. La música se crea con la sola utilización de un violín, los sones que tradicionalmente se ejecutan llevan el nombre del corte de la danza que se está ejecutando, así se hallan nombres como "el saludo", "la presentación", "la promesa", "son cruzado", "la cadena", "punteando", "la cruz", "respaldeado", "pespunteado", "media vuelta", "vuelta entera", entre otros. El traje típico en el municipio de Calpulalpan es carnavalesco, el cual consta de levita (prenda masculina, traje obscuro largo), el cual está complementado por un sombrero de copa, un paraguas negro y sin faltar la tradicional máscara de madera tallada, las cuales pueden ser con ojos fijos o móviles.

Festejos del patrono del lugar.- La celebración es en honor al Santo Patrono San Antonio de Padua, inicia con el novenario, en el trayecto de los 9 días se realizan dos sesiones

diariamente a las 6 horas, el recorrido diario comienza saliendo del templo y se dirige a alguna casa o comercio, que con las autoridades solicita que el Santo Patrono visite su casa o establecimiento. Es importante mencionar que en el lugar de visita el Santo Patrono permanece todo el día para después regresarlo al templo por la tarde en una procesión.

Los días 13, 14 y 15 de junio, a partir de las 19 horas, se realizan en el auditorio ejidal peleas de gallos. Una hora más tarde queman fuegos pirotécnicos en el atrio del templo donde pueden apreciarse castillos, cascadas y toritos. Al final se organiza el tradicional baile popular en el auditorio municipal, el cual es amenizado por grupos de música moderna. Alrededor de la plaza principal, como es tradicional, se instalan juegos mecánicos, puestos de artesanías, pequeñas fondas y los tradicionales puestos de pan de fiesta.

Artesanías

La especialidad artesanal en el municipio, es la elaboración de los instrumentos musicales de cuerda como guitarras, vihuelas, requintos y violines. Para la elaboración de este tipo de instrumentos se utiliza como materia prima la madera ojo de paja, de ébano, de nogal, de palo escrito, de cirlole, de jicarilla, de cedro, madroño, de oyamel, etc. Además de cuerdas, concha de mar, resistol y barniz; como herramientas se utilizan: el cepillo, el martillo, desarmador, pinzas y lijas, etc. Además, se han establecido talleres para la elaboración de artículos de mimbre y carrizo.

Gastronomía

En el municipio su gastronomía es variada y exquisita. Entre los alimentos que se pueden disfrutar son la auténtica barbacoa de carnero, de pollo, de hoyo o en mixiote; de las sopas la de flor de calabaza, nopal, hongos, y de los exquisitos quiotes con huevo; no podían faltar los deliciosos gusanos maguey, blancos y rojos. También se disfruta la auténtica bebida de pulque natural y la bebida el verde de Tlaxcala. Además de los exquisitos platillos no pueden faltar los deliciosos postres, como los muéganos con panela y las conservas de frutas de la región como el capulín, tejocote, ciruela, durazno y pera.

Centros turísticos

El municipio de Calpulalpan se encuentra integrado en la ruta turística "Calpulalpan y el Poniente". Esta ruta muestra la riqueza comercial del área, algunas zonas arqueológicas e importantes cascos de hacienda. El municipio se localiza a 65 km de la ciudad de Tlaxcala y a 66 km de la ciudad de México por la carretera federal México-Veracruz.

- Zona Arqueológica La Herradura.- Localizada entre las calles Ocampo y periférico Emilio Sánchez Piedras, es la más importante de las recién exploradas zonas arqueológicas en Tlaxcala.
- Zona Arqueológica Los Cerritos.- Situada a 2 km al oeste de la población de Calpulalpan.

- Zona Arqueológica Tecoaque.- Localizada a 4 km. al este de la zona arqueológica Los Cerritos.
- Templo y Ex-convento de San Antonio.- Las dos construcciones se encuentran localizadas en el centro de la población, entre las calles de 5 de mayo y General Galeana.
- Templo y Ex-convento de San Simeón y Judas.- Ubicados en la calle Cristóbal Colón s/n.
- Templo de la Virgen del Carmen.- Situado en la calle Cristóbal Colón s/n.
- Portal Cementerio.- Se encuentra en la calle independencia No.14.
- Templo Calvario.- El templo esta ubicado en la calle Porfirio Díaz y Mariano Matamoros.
- Fuente Manuel Roldán.- Ubicada en las calles Plaza de la Constitución e Independencia.
- Capilla de San Antonio.- Localizada sobre las calles Av. Allende y Progreso.
- Capilla de San Bartolomé.- Ubicada en la localidad del mismo nombre.
- Capilla de San Cristóbal. Situada en la localidad de San Cristóbal.
- Troje San Miguel Calpulalpan.- Se localiza en el centro del municipio, es propiedad privada.
- Templo de Zoaquipan.- Ubicado en la localidad del mismo nombre.
- Ex-convento Habitación.- Ubicado en la calle Francisco Javier Mina No.7.
- Fuente Carlos García Yáñez.- Se ubica en la calle Ignacio Zaragoza s/n, esquina Ignacio Matamoros.
- Capilla de la Tercera Orden.- Localizada en la calle Cristóbal Colón s/n.
- Portal Cinco de Mayo.- Ubicado en la calle 5 de mayo s/n.
- Tinacales 1 y 2 de Mazapa.- Se ubican en la localidad de San Antonio Mazapa.
- El Mesón.- Data del siglo XX se ubica en el área de la cabecera municipal.
- Cine Mendoza.- Data del siglo XX y se ubica sobre la calle Ignacio Zaragoza No.11.

4.2.18 Diagnóstico ambiental

4.2.18.1 Integración e interpretación del inventario ambiental

Todos los mapas realizados para la caracterización de la zona de estudio se encuentran anexos al presente documento (ver anexos Capítulo 4).

4.2.18.2 Síntesis del inventario

Se realizó un análisis de las características bióticas, abióticas, visuales y sociales del área que se verá afectada por la construcción del proyecto, con el objetivo de determinar el alcance de estas, para posteriormente poder proponer medidas de mitigación y/o compensación, que mitiguen los efectos negativos inherentes al desarrollo de las actividades propias del proyecto. Se realizaron dos áreas de análisis, que van de lo general a lo particular, en este orden se delimitó un Sistema Ambiental (SA) y un Área de Proyecto (AP), el cual corresponde a un área 395.29 ha, el primero se definió tomando como parámetros su ubicación, los parteaguas naturales, la topografía y las carreteras, cuya superficie es de 1812.48 ha (SA).

El SA determinado para el presente proyecto se encuentra en el municipio de Calpulalpan en el estado de Tlaxcala y tiene una superficie de 1,812.48 ha. Limita al Oeste con la carretera federal mexicana 40 D Arco Norte y al Norte la carretera asfaltada Apizaco – Benito Juárez. El clima predominante es templado subhúmedo, se encuentra en la provincia fisiográfica del Eje Neovolcánico y en la subprovincia de Lagos y Volcanes de Anahuac.

Actualmente el SA está totalmente modificado debido a las actividades antropogénicas (principalmente agricultura), la mayor parte de la superficie está ocupada por campos de cultivo de distintos productos entre los que sobresalen el maíz, la cebada, la alcachofa, cebolla, alpeste y trigo, lo que ha traído consigo la pérdida de una gran extensión de cubierta vegetal original. Aún se pueden observar remanentes de esta vegetación fuera de los límites del SA en los cerros contiguos en la parte superior (páramos y robles). También existen algunas áreas dedicadas al pastoreo libre de ganado ovino principalmente, en el cual las ovejas pastan en distintas parcelas y son utilizadas para la alimentación familiar (autoconsumo).

La infraestructura carretera y eléctrica (torres y cableado) es común en toda el área, las poblaciones cercanas al SA y al AP son rurales y semi urbanas, el paisaje se encuentra fragmentado y corresponde al paisaje típico de zonas agrícolas, no existen elementos naturales de flora y fauna que pudiesen sostener una comunidad climax. La fauna y flora observada está asociada a cultivos y caminos siendo común a la mayoría de las zonas agrícolas del país.

El estado de Tlaxcala cuenta con valores de radiación solar importantes de acuerdo al Instituto de Investigaciones Eléctricas, el cual ha registrado un potencial de radiación promedio anual de 6 kWh/m².

La construcción del proyecto, no derivará en una 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); además de que el proyecto implica la ejecución de obras de conservación, mitigación y compensación, que mejorarán la calidad ambiental actual, incluso una vez terminadas las obras. Otro beneficio será la generación de empleos y nuevos ingresos para los pobladores de la zona.

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	214
5.1 MÉTODOS PARA IDENTIFICAR Y EVALUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES	214
5.1.1 INDICADORES DE IMPACTO	214
5.1.1.1 Lista indicativa de indicadores de impactos	215
5.1.2 IDENTIFICACIÓN DE LOS GENERADORES DE CAMBIO.....	216
5.1.2.1 Factores de cambio generados por el hombre	218
5.2 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS	220
5.2.1 EFECTO DEL IMPACTO	221
5.2.2 INTENSIDAD DEL IMPACTO	222
5.2.3 ALCANCE GEOGRÁFICO DEL IMPACTO.....	222
5.2.4 MITIGABILIDAD O COMPENSACIÓN	222
5.3 CARACTERIZACIÓN DE IMPACTOS	223
5.3.1 ELABORACIÓN DE UN CHECKLIST ESPECÍFICO	223
5.3.2 MATRIZ DE EVALUACIÓN CUANTITATIVA DE IMPACTOS.....	224
5.3.2.1.1 Impactos negativos	229
5.3.2.1.2 Impactos positivos	231

5 IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

5.1 Métodos para identificar y evaluar los impactos ambientales

La identificación y evaluación de los impactos¹ ambientales asociados a Tlaxcala Solar se basa en una combinación de diferentes métodos:

- Identificación de los indicadores de impacto
- Identificación de los generadores de cambio
- Elaboración de un Checklist específico²
- Matriz de evaluación cuantitativa de impactos
- Priorización de impactos

Los criterios para cada método se detallan a lo largo del presente capítulo.

5.1.1 Indicadores de impacto

Una definición genéricamente utilizada del concepto indicador establece que éste es “un elemento del medio ambiente afectado, o potencialmente afectado, por un agente de cambio” (Ramos, 1987)³.

La selección adecuada de los indicadores de impacto busca, mediante la primera fase de identificación de impactos, establecer los elementos del ambiente afectados por un agente o generador de cambio; esto permite, en una segunda fase, evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia del proyecto Tlaxcala Solar.

Con base a la delimitación del SA, las características del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los indicadores de cambio.

La lista de los indicadores de impacto se clasificó de la siguiente manera:

CALIDAD DEL AIRE

- Emisiones a la atmósfera
- Ruido
- Dispersión de polvos fugitivos

¹ La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009).

² Gestión y Fundamentos de Evaluación de Impacto Ambiental. Guillermo Espinoza. Banco Interamericano de Desarrollo – BID Centro de estudios para el Desarrollo – CED. 2002

³ RAMOS, A. (ed.), 1987. Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Espasa-Calpe. Madrid.

CALIDAD ESCÉNICA

- Modificación a la calidad escénica

MEDIO BIÓTICO

- Flora
- Fauna

Tlaxcala Solar se pretende desarrollar en una zona agrícola, por lo que no representa una afectación para especies de flora o fauna.

SUELOS

- Contaminación (derrames de aceites y combustibles)
- Compactación del suelo

MEDIO SOCIOECONÓMICO

- Salud
- Empleo
- Costo de vida
- Inversión
- Sistema urbano
- Sistema vial
- Conflictos sociales
- Conflictos ambientales

5.1.1.1 Lista indicativa de indicadores de impactos

Para la el proceso de identificación de los indicadores de impacto se consideraron los procesos de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto Tlaxcala Solar, los diferentes componentes del SA y los resultados de la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA).

El resultado de este proceso es una lista en la que se detallan los indicadores identificados, el factor ambiental afectado por cada uno de ellos, y el índice que servirá para evaluar cuantitativa o cualitativamente el posible efecto que el parque pueda tener sobre éstos (Ver tabla 1).

Tabla 1: Indicadores de impacto

Factor		Indicador	Índice
Aire		Ruido	Preparación y construcción
		Contaminación atmosférica	
		Capacidad de dispersión	
Medio biótico	Fauna	Presencia de especies oportunistas e interacción con trabajadores	Preparación y construcción

Factor	Indicador	Índice
Suelo	Contaminación	Volumen de residuos
	Compactación	Superficie del proyecto
Calidad escénica	Contaminación visual	Superficie del proyecto
Social	Salud e higiene	Demanda de servicios
	Calidad de vida	Derrama económica
	Producción de empleo	Número de empleados

5.1.2 Identificación de los generadores de cambio

La International Association of Impact Assessment define impacto como el efecto o la consecuencia de una acción (IAIA, 2009). Se describen las acciones como generadores de cambio que tienen como consecuencia “un efecto o un impacto sobre los servicios ambientales y afectan el bienestar humano” (Evaluación de los Ecosistemas del Milenio, 2005).

En este caso la acción es provocada por el generador de cambio ligado al proyecto y el efecto o consecuencia es el impacto experimentado por un receptor específico; entre ellos, los servicios ambientales, componentes del bienestar humano y biodiversidad.

A la vez, existen interrelaciones entre distintos receptores, por lo que cambios que experimentan los servicios ambientales pueden afectar el bienestar humano a través de cambios en la seguridad, las necesidades materiales básicas para el buen vivir, la salud y las relaciones sociales y culturales (Evaluación de Ecosistemas del Milenio 2005). Dada la complejidad de los servicios ambientales, la biodiversidad y los componentes del bienestar humano, los generadores de cambio no necesariamente producen efectos directos y específicos sobre dichos servicios. Se pueden presentar relaciones entre diversos generadores de cambio y sus impactos, e incluso entre generadores de cambio que son independientes del proyecto, en el contexto del Sistema Ambiental.

Cuando más de un impacto tiene efecto sobre un servicio ambiental, se dice que se trata de efectos acumulativos si el impacto final se comporta como la suma simple de estos impactos, o sinérgicos, cuando se potencian entre sí, es decir, cuando el impacto final acumulado es mayor que la suma de los impactos individuales. En todo caso, se trata de los efectos producidos por las acciones humanas, ya sea a través de continuas adiciones o pérdidas de los mismos materiales o recursos, o debido al efecto compuesto ocasionado por la combinación de dos o más efectos (IAIA, 2003).

En el caso en particular de Tlaxcala Solar, durante el proceso de identificación de impactos se valoró, entre otros aspectos, la posible acumulación incremental de cada impacto, así como la posibilidad de ser mitigados y/o compensados.

La fase de identificación de impactos está orientada a reconocer aquellos impactos potenciales significativos del proyecto, con tal de determinar las interacciones que requerirán una evaluación más detallada, así como del alcance de la misma.

Desde un enfoque basado a partir de la preparación, construcción, operación y mantenimiento de Tlaxcala Solar, los principales generadores de cambio directos (GCD) previstos son los siguientes:

- Preparación del terreno
- Construcción del parque
- Operación del parque
- Mantenimiento del parque

Tabla 2: Generadores de cambio y efectos/impactos significativos

Generador de cambio	Factor		Efecto/impacto
Preparación del Terreno	Aire		• Aumento de las emisiones de ruido. • Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular. • Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.
	Medio biótico	Fauna	• Problemática por el contacto de especies silvestres con el personal encargado de la preparación del terreno
	Salud y seguridad		• Riesgo de presencia de fauna nociva por los desechos de los trabajadores.
	Suelo		• Posible afectación del suelo por derrames de aceites y combustibles en caso de alguna contingencia (Residuo peligroso). • Compactación del terreno. • Generación de residuos urbanos y de manejo especial. • Generación de residuos peligrosos
	Seguridad laboral		• Posibilidad de accidentes.
Construcción	Aire		• Aumento de las emisiones de ruido. • Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular. • Dispersión de polvos fugitivos por movimiento de vehículos y maquinaria.

Generador de cambio	Factor	Efecto/impacto
	Suelo	• Compactación del terreno. • Generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. • Generación de residuos peligrosos
	Agua	• Generación de aguas residuales sanitarias
	Calidad escénica	• Contaminación visual por presencia de equipos y maquinaria.
	Seguridad laboral	• Riesgo de accidentes laborales.
	Social	• Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores. • Aumento en la demanda de servicios.
Operación	Higiene y seguridad	• Generación de residuos sólidos urbanos
Mantenimiento	Seguridad Industrial	• Generación de residuos peligrosos y de manejo especial

5.1.2.1 Factores de cambio generados por el hombre

Las actividades humanas transforman su entorno. Los cambios inducidos pueden ser directos o indirectos. Estos cambios podrían generar alguna perturbación o impacto en el ambiente.

Como perturbación se entiende un evento relativamente discreto en tiempo y espacio que altera la estructura de las poblaciones y comunidades además causa cambios en la disponibilidad de recursos o en el ambiente físico.

Algunas otras definiciones que pueden ayudar a la influencia de los agentes directos de cambio son:

Aprovechamiento Sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.

Contingencia Ambiental: Situación de riesgo, derivada de actividades humanas o fenómenos naturales, que puede poner en peligro la integridad de uno o varios ecosistemas.

Biodiversidad: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otros, los ecosistemas terrestres, marinos y otros ecosistemas acuáticos y los

complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

Daño ambiental: Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales que desencadenan un desequilibrio.

Daño ambiental grave: Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales y que afecta su estructura o función.

Desequilibrio ambiental grave: Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de su entorno.

Impacto ambiental: Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

Impacto ambiental acumulativo: El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

Impacto ambiental residual: El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto ambiental sinérgico: Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Importancia: Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

Irreversible: Aquel cuyo efecto supone la **imposibilidad** o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

5.2 Identificación de impactos

Para la identificación de los impactos de Tlaxcala Solar, esta fase está orientada a identificar aquellos impactos significativos, potenciales, sinérgicos y acumulativos del proyecto.

Con base a la delimitación del SA, las características del proyecto y trabajo de campo, se realizó un planteamiento de los principales aspectos ambientales que se consideraron relevantes a ser analizados para identificar los posibles cambios acumulativos y los impactos generados por el proyecto.

Los aspectos ambientales que se consideraron relevantes son:

- Calidad del aire
- Suelo
- Hidrología superficial

Las características de Tlaxcala Solar que se consideraron relevantes son:

- Construcción de Infraestructura
- Movimiento de personal
- Operación de maquinaria pesada

Cada uno de los criterios que se siguieron para evaluar la importancia, relevancia y magnitud de los impactos en el SA se detallan a continuación.

- Impacto potencialmente relevante específico.** Aquellos impactos que por su naturaleza son específicos de las condiciones del Sistema Ambiental y que requieren de medidas de mitigación o de compensación, innovadoras, complejas y no convencionales.
- Impactos mitigables con medidas rutinarias de protección ambiental.** Estos son los impactos asociados de manera rutinaria a proyectos fotovoltaicos y que pueden ser mitigados o compensados por buenas prácticas implementadas de manera rutinaria, con desempeño probado nacional o internacionalmente.
- Directos.** Impactos primarios o de primer orden que serían causados por el proyecto y ocurren en el mismo sitio de componentes del proyecto.
- Impacto indirectos.** Impactos secundarios accionados por el proyecto que afectan al medio ambiente a través de las repercusiones provocadas a otros componentes del medio (Morris, 1995).
- Impacto acumulativo.**⁴ Impactos provocados por la suma de impactos sobre los componentes del ambiente, generados por los proyectos ya pasados, existentes y futuros (Morris, 1995).

⁴ Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado, presente y/o previsible en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assessment and Management (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact>.

Impacto o efecto acumulativo: según la CEQ (Council on Environmental Quality de EUA), es aquel impacto en el medio ambiente que resulta del incremento de los impactos provenientes de la interacción con otras acciones del pasado,

- f. **Impacto acumulativo incremental o sinérgico.**⁵ Los que, dados los procesos de cambio existentes dentro del Sistema Ambiental, pueden potenciar o influir sobre efectos o impactos en curso, resultando un impacto mayor a la suma individual de los impactos.
- g. **Intensidad de la sinergia**
1. **Impacto con sinergia negativa baja:** El impacto resultante no excede aproximadamente un 20% de la suma de los impactos individuales.
 2. **Impacto con sinergia negativa media:** El impacto resultante no excede aproximadamente el doble de la suma de los impactos individuales.
 3. **Impacto con sinergia negativa alta:** El impacto resultante es más del doble de la suma de los impactos individuales.
- h. **Impacto antagonista o limitante (neutralizador).** Aquél impacto que puede atenuar, mitigar o contrarrestar otros impactos generados por el proyecto mismo o por otros procesos o agentes de cambio dentro del sistema.

Otra actividad relevante en la evaluación de impacto fue realizar estudio de casos en México, Centroamérica y la sistematización de información técnica y gráfica de proyectos fotovoltaicos, tanto en construcción como en operación para considerar ambos panoramas y facilitar más la proyección de los escenarios futuros.

Aunque no fueron considerados indicadores de impacto ni indicadores de significancia para su evaluación, se describieron los impactos según atributos consensuados de manera de mejorar su análisis y priorizar las acciones de mitigación según la relevancia de los efectos y, en parte, según la complejidad de:

5.2.1 Efecto del impacto

- i. Efecto poco ocasional: El efecto puede ocurrir incidentalmente en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente, y existen medidas para evitar que la interacción suceda; ocurre una sola vez.
- j. Efecto ocasional: El efecto se produce de vez en cuando (incidentalmente) en los ciclos de tiempo que dura una acción intermitente.
- k. Efecto temporal: El efecto se produce de forma intermitente y frecuente.
- l. Efecto permanente: El efecto se produce de forma continua.
- m. Efecto altamente reversible: La tensión puede ser revertida dadas las condiciones del sistema y de forma inmediata.
- n. Efecto reversible a corto plazo: Pero permanente durante 1 o 2 generaciones.
- o. Efecto reversible a largo plazo: Con poca o sin intervención humana.
- p. Efecto irreversible o reversible: Con importante efecto residual.

presente y/o previsible en un futuro Bridget-IAIA (2009, 22 septiembre del 2009). "Cumulative Effects Assessment and Management (CEAM)." Retrieved 20 julio, 2010, from <http://www.iaia.org/IAIAWiki/cea.ashx?HL=cumulative,impact.>)

⁵ Impacto sinérgico: aquel impacto que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente

- q. Impacto con intensidad muy baja: Cuando los valores de la afectación son menores a 29% respecto al límite permisible, o si las existencias del recurso en la zona de estudio son menores a 24% del total.

5.2.2 Intensidad del impacto

- r. Impacto con intensidad moderada: Los valores de la afectación están entre 30-50% del límite permisible, o si son afectadas entre 25-49% de las existencias del recurso en la zona de estudio.
- s. Impacto con intensidad alta: Cuando la afectación alcanza valores equivalentes a más de 60% respecto al límite permisible, o si son afectadas entre 50-74% de las existencias del recurso en la zona de estudio.
- t. Impacto con intensidad muy alta: Cuando la afectación rebasa los valores permisibles, o si afecta a más del 75% de las existencias del recurso en la zona de estudio.

5.2.3 Alcance geográfico del impacto

- u. Impacto con ámbito en entorno inmediato: Afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, hasta la zona de estudio directa.
- v. Impacto con ámbito en entorno local: El efecto ocurre hasta 5 km más allá de los límites del predio o derecho de vía.
- w. Impacto con ámbito en entorno regional: El efecto se manifiesta más allá de la microcuenca en la que se propone el proyecto.
- x. Impacto con ámbito a gran escala: Efecto con alcance que podría sobrepasar los límites del SA (Regional o Local).

5.2.4 Mitigabilidad o compensación

- y. Impacto mitigable con acciones rutinarias de protección socioambiental. Para que un impacto se considere mitigable con medidas rutinarias de desempeño y eficacia probada, la medida de mitigación debe asegurar que no se generen impactos residuales de relevancia sobre los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano potencialmente afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.⁶
- z. Impacto compensable con acciones conocidas y efectivas. Para que un impacto residual se considere eficazmente compensable, la medida de compensación debe asegurar la mejora y ampliación de los mismos componentes valiosos del ambiente, servicios del ecosistema, componentes de la biodiversidad o del bienestar humano afectados. Además, la complejidad de implementación, transversalidad institucional, costos generales y efectividad de la medida deben ser conocidos y documentables.

⁶ El proceso de diseño, implementación y supra evaluación de las medidas de mitigación, además del sistema de seguimiento y monitoreo, se desarrollan en detalle en pasos posteriores de esta Evaluación de Impacto

- aa.** Impacto potencialmente mitigable con acciones innovadoras, complejas y eficaces. Para que un impacto se considere potencialmente mitigable el grupo de trabajo debe haber identificado medidas que podrían ser viables técnicamente y socialmente aceptables. En el proceso interactivo multidisciplinar, se pretendió asegurar que dichas medidas eviten que se mantengan impactos residuales o nuevos impactos indirectos “de las medidas de mitigación” que resultaran de relevancia para los receptores del cambio. Por su complejidad e innovación inherente, incertidumbres de implementación, transversalidad institucional, costos generales y eficacia de esas medidas, estos impactos socioambientales, si relevantes, fueron luego priorizados en el desarrollo de las medidas de mitigación, planes de monitoreo e indicadores de evaluación de desempeño.

Es importante señalar que en el proceso de identificación y formulación de hipótesis de impactos, **los atributos de los impactos no son mutuamente excluyentes**, un mismo impacto puede describirse con atributos diversos.

Por ejemplo, un impacto indirecto puede haber sido clasificado también como acumulativo, sinérgico, antagonista, entre otros.

5.3 Caracterización de impactos

5.3.1 Elaboración de un Checklist Específico

Las ventajas del checklist está dada por su utilidad para: a) estructurar las etapas iniciales de una evaluación de impacto ambiental, b) ser un instrumento que apoye la definición de los impactos significativos de un proyecto, c) asegurar que ningún factor esencial sea omitido del análisis, y d) comparar fácilmente diversas alternativas de proyecto.

El checklist permite la sistematización de opiniones sobre el proyecto de forma sencilla y completa, ya que la información contenida en ellos y las preguntas clave que plantean otorgan una idea integral y sintética de los efectos del proyecto (*Anexo Capítulo 5 Checklist de impactos*).

Para la elaboración del Checklist de Tlaxcala Solar, se consideraron los siguientes aspectos:

- Fuentes de los impactos
- Localización en unidades críticas de los impactos
- Receptores de los impactos
- Medidas de mitigación
- Impactos ambientales acumulativos, indirectos y residuales

Figura 1: Conclusiones Generales del Checklist

	Conclusión General
☒	No tiene impactos significativos
☐	Tiene impactos significativos en el ambiente que se compensan de forma completa con las medidas de mitigación adecuadas
☐	Puede tener impactos significativos en el medio ambiente difíciles de mitigar
☐	Puede tener impactos significativos en el medio ambiente y al menos uno debe ser analizado adecuadamente, para plantear las medidas de mitigación adecuadas

5.3.2 Matriz de evaluación cuantitativa de impactos

Se preparó una matriz de evaluación cuantitativa de impactos que refleja los impactos identificados y actividades, así como los elementos ambientales y sus procesos que serán afectados por el proyecto. La matriz se seccionó para tres fases principales del proyecto preparación, construcción, operación (incluido aquí el mantenimiento), para identificar los impactos.

Las matrices son un método que nos permite identificar las interacciones entre los componentes del proyecto y los elementos del ambiente donde se prevén impactos. Asimismo permite vislumbrar dónde pueden darse impactos acumulativos y su representación permite visualizar fácilmente dichos puntos de impacto.

Se evaluaron aquellas interacciones indicando con un número del 1 al 3 donde se preveían impactos significativos, según su grado de significancia aparente el valor de 1 representa un impacto poco significativo, 2 un impacto medianamente significativo y 3 un impacto altamente significativo.

Impacto	Descripción del Impacto	Tendencia	Intensidad	Tiempo	Acumulación	Sinergia	Efecto	Reversibilidad	Ámbito	Mitigabilidad	Significancia	Etapas de Preparación	Etapas de Construcción	Etapas de Operación	Total
Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.	La circulación de vehículos y maquinaria levantará polvos y partículas del suelo que pudieran representar una afectación a la salud de los trabajadores y las personas que desarrollen sus actividades en las cercanías del área de proyecto.	↘ 0	2	2	1	0	1	2	2	-2	1	X	X		9
Generación de residuos peligrosos	Derivado de las actividades correspondientes a la preparación y construcción del proyecto se generarán este tipo de residuos que van desde bolsas y recipientes vacíos que contuvieron aceites, solventes y demás hidrocarburos, hasta suelo contaminado con algún hidrocarburo.	↘ 0	2	2	0	0	2	2	1	-3	2	X	X		8
Generación de aguas residuales sanitarias	Debido a la presencia de trabajadores se generarán aguas residuales sanitarias	→ 1	1	3	0	0	3	0	1	-3	1	X	X	X	7
Generación de residuos sólidos urbanos	Derivado de la presencia de trabajadores en el área, se generarán residuos de este tipo	→ 1	1	3	0	0	3	0	1	-3	1	X	X	X	7

Generación de residuos de manejo especial	Derivado de las actividades correspondientes a la preparación y construcción del proyecto se generarán este tipo de residuos que van desde costales que contuvieron cemento, así como empaques de herramientas y refacciones	0	2	2	0	0	2	1	1	-3	2	X	X	7
Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria.	Derivado al incremento de vehículos y maquinaria en la zona por motivo de la preparación del terreno y construcción del proyecto, habrá un incremento en el ruido	0	1	2	1	0	2	1	2	-3	1	X	X	7
Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y presencia de maquinaria.	Debido a la presencia de vehículos y maquinaria en el área del proyecto, se emitirán gases contaminantes producto de la combustión interna de estos vehículos	0	2	1	1	0	2	1	2	-3	1	X	X	7
Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores.	La migración de personal encargado de la preparación y construcción de la central, derivará en el aumento en la demanda de espacios para habitar temporalmente	1	1	1	0	0	2	1	2	-3	1	X	X	6

Aumento en la demanda de servicios.	La migración de personal encargado de la preparación y construcción de la central, derivará en el aumento en la demanda de servicios públicos	↗ 2	1	1	0	0	2	0	2	-3	1	X	X		6
Atracción de fauna nociva u oportunista	Debido a la presencia de trabajadores se generarán residuos urbanos y sanitarios, mismos que pueden atraer fauna nociva	↗ 0	2	1	1	0	2	0	2	-3	1	X	X		6
Generación de empleos	El desarrollo del proyecto conlleva la generación de varios empleos, muchos de los cuales serán aprovechados por los habitantes de las localidades cercanas	↗ 0	2	2	0	0	2	NA	2	NA	3	X	X	X	11
Incremento en la derrama económica para el municipio	La migración de empleados ocasionará un incremento en la derrama económica para el municipio, por el incremento en la demanda y compra de servicios	→ 1	2	1	0	0	2	NA	2	NA	3	X	X		11
Generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos	La generación de energía eléctrica por medio de módulos fotovoltaicos se considera como impacto positivo para el ambiente, debido a que no se utilizan combustibles fósiles para su obtención	→ 1	2	3	0	0	3	NA	2	NA	3			X	14

Una vez identificada la intensidad y tendencia de cada impacto, se realizó un análisis cualitativo de éstos, de manera que se pudieran priorizar con base en los siguientes puntos:

- Potencial repercusión sobre servicios del ecosistema.
- Interacción con procesos de cambio previos.
- Interacción con otros generadores de cambio e impactos.
- Mitigabilidad o compensabilidad.
- Intensidad y tendencia del impacto.

El resultado de dicho análisis arrojó la siguiente priorización de los impactos:

1. Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria.
2. Generación de residuos peligrosos
3. Generación de aguas residuales sanitarias
4. Generación de residuos sólidos urbanos
5. Generación de residuos de manejo especial
6. Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria.
7. Incremento en las emisiones a la atmósfera a causa del aumento vehicular y presencia de maquinaria.
8. Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores.
9. Aumento en la demanda de servicios.
10. Atracción de fauna nociva u oportunista.

5.3.2.1.1 Impactos negativos

Dispersión de polvos fugitivos, por movimiento de vehículos y maquinaria

Debido al tráfico de vehículos ligeros y maquinaria se provocará el movimiento de las partículas del suelo al aire.

Generación de residuos Peligrosos

Este tipo de residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción, es importante señalar que este tipo de residuo se generará siempre y cuando ocurra alguna contingencia derivada del mal funcionamiento de algún vehículo o maquinaria, del cual se derrame combustible o líquido de motor, el mal manejo de estos podría ocasionar contaminación al suelo o incluso riesgo de accidentes.

Generación de aguas residuales Sanitarias

Estas aguas sanitarias, se entienden como las que se generarán por uso de los trabajadores en las áreas de proyecto para la satisfacción de sus necesidades biológicas, los cuales pueden derivar en afectaciones a la salud para los trabajadores.

Generación de residuos sólidos Urbanos

Se denomina residuo municipal o residuo sólido urbano (RSU) a aquel originado en los núcleos urbanos como resultado de las actividades domésticas, comerciales, o al que por su composición es similar a éste. Por ejemplo, son residuos sólidos urbanos los restos orgánicos de alimentos, los envases y envoltorios, las botellas o recipientes de vidrio. De manera general, los residuos municipales no se consideran peligrosos ni tóxicos. Debido a la presencia de trabajadores es factible que se generen este tipo de residuos.

Generación de residuos de manejo especial

Este tipo de residuos se generarán durante las etapas de preparación y construcción, como se mencionó anteriormente estos residuos incluyen; costales que contuvieron cemento, cal y demás insumos de construcción, escombros, o latas de pintura vacías (que no sean a base de plomo o cromo), entre otros. El mal manejo de estos podría ocasionar contaminación de suelo.

Aumento de las emisiones de ruido por incremento del tráfico vehicular y maquinaria.

Se utilizarán distintos tipos de vehículos y maquinaria durante las distintas etapas del proyecto, el arribo de estas al área de proyecto representará el incremento de las emisiones de ruido a la atmósfera que actualmente existen en el área.

Incremento en las emisiones a la Atmósfera durante la preparación y construcción del proyecto

Se utilizarán distintos tipos de vehículos y maquinaria durante las distintas etapas del proyecto, el arribo de estas al área de proyecto representará el incremento de las emisiones a la atmósfera que actualmente existen en el área.

Incremento temporal de la población al municipio por migración de trabajadores

Este impacto se presentará durante la etapa de preparación del proyecto, debido a la migración de personal encargado de la preparación y construcción de la central, derivará en el aumento en la demanda de espacios para habitar temporalmente.

Aumento en la demanda de servicios

A raíz del impacto anterior. El incremento temporal de la población del municipio, traerá consigo el aumento en la demanda de servicios básicos, como son: Agua potable, energía eléctrica, drenaje y alcantarillado.

Atracción de Fauna Nociva u oportunista

La atracción de fauna nociva u oportunista, será el resultado de un mal manejo de los residuos sólidos urbanos (municipales), que generen los trabajadores durante las etapas de preparación y construcción, esto será por el efecto atrayente que pueden tener los desechos especialmente los orgánicos como son los restos de comida o envolturas de los

mismos alimentos hacia la fauna silvestre (oportunistas), o a la fauna nociva que habita en las áreas urbanas, como pueden ser perros, gatos domésticos o roedores.

5.3.2.1.2 Impactos positivos

- Generación y Transmisión de energía eléctrica. El proyecto generará y distribuirá la energía eléctrica generada a través de medios renovables (energía solar) para satisfacer la demanda de los diversos sectores económicos, reforzando el sistema eléctrico nacional.
- Generación de empleos directos e indirectos. Entre otros el proyecto contribuirá a la creación de empleos directos e indirectos. Se procurará emplear la mayor cantidad posible del personal sea de poblaciones y municipios aledaños al área del proyecto a quienes se transportará diariamente al sitio del proyecto.

Personal necesario en las etapas de Preparación y construcción

Se calcula una media de 300 trabajadores, durante los meses previstos.

Personal necesario en la etapa Operación y Mantenimiento

Debido a que estos proyectos son operados de manera automática casi en su totalidad, sólo será necesaria la contratación permanente de 19 personas aproximadamente durante la operación incluyendo personal de control y de vigilancia.

Para las labores de Mantenimiento, se realizarán con cuadrillas de 4 operarios y un responsable de 1 o 2 jornadas al año.

Como se puede apreciar en la matriz de evaluación cuantitativa de impactos, se observan los efectos positivos y negativos que se presentarán durante el tiempo que dure la preparación, construcción y operación, de los cuales, los impactos bajos y moderados, serán mitigados durante todas las fases que contempla el desarrollo del proyecto, incluyendo las actividades de mantenimiento.

Tabla 3: Intensidad de los impactos identificados

	Preparación del Sitio		Construcción		Operación	
Significancia	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo	Positivo	Negativo
Baja		10		10		2
Media	3		3		2	
Alta						

Los resultados de la aplicación de la metodología de evaluación de impactos, indican que todos los impactos de **significancia Baja** durante la preparación y construcción del proyecto, los cuales están relacionados con las emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, ruido por maquinaria y generación de residuos, estos impactos serán temporales ya que se presentarán durante las etapas de preparación y construcción del proyecto.

Todos estos impactos serán objeto de la aplicación de medidas de mitigación, compensación, control, desarrollo y ejecución de programas que permitan minimizar los efectos negativos que pudieran presentarse sobre el medio y en todo momento mantener la operación funcional de la SA.

6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....233

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL	233
6.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN ASÍ COMO DE VIABILIDAD Y EFICACIA DE SU APLICACIÓN	233
6.2.1 MEDIDAS PREVENTIVAS, DE CONTROL Y DE MITIGACIÓN	234
6.2.2 DURACIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES CORRECTIVAS O DE MITIGACIÓN.....	242
6.2.2.1 Medidas de compensación.....	242
6.2.3 FASE DE ABANDONO.....	242
6.2.4 IMPACTOS RESIDUALES	242

6 MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

En los siguientes apartados, se identifican medidas de prevención y mitigación específicas así como los programas para todos los impactos identificados durante las etapas de preparación, construcción, operación y mantenimiento de Tlaxcala Solar.

6.1 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental

Como parte del proceso de formulación de hipótesis de impactos (previos al desarrollo de medidas de prevención, alternativas y mitigación) se desarrollaron trabajos en campo y se realizó una sistematización, así como, la revisión integral de antecedentes de medidas estructurales, no estructurales y de operación, aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos de esta índole, en el mundo y en México, entre las instituciones que han desarrollado investigación específica sobre desempeño social y ambiental.

6.2 Identificación de las medidas de prevención y mitigación así como de viabilidad y eficacia de su aplicación

En un proceso similar al desarrollado para la identificación de efectos e impactos (ver Capítulo 5) el grupo de especialistas implementó consultas para identificar medidas de prevención y mitigación de los impactos directos asociados al proyecto.

Se espera que con una implementación adecuada bajo un esquema de mejora continua y gestión adaptativa basada en resultados de monitoreo, estas medidas podrían solucionar eficazmente más de una preocupación sobre potenciales cambios o impactos identificados en la etapa de evaluación.

La primera etapa de la identificación consistió en un cribado preliminar de las limitaciones identificadas por el grupo de trabajo respecto a la viabilidad, adaptabilidad y eficacia de cada una de las medidas.

Se encontró que las medidas de mitigación, compensación y la aplicación de las buenas prácticas internacionales, propuestas para el proyecto, tienen el potencial para cumplir satisfactoriamente con los requerimientos para los impactos directos, indirectos y/o acumulativos identificados con los generadores de cambio al proyecto (Canter & Ross, 2010).

Lo anterior quiere decir, que el proyecto tiene la capacidad de alcanzar el cumplimiento de los objetivos de mitigación, siendo el objetivo primordial de las Evaluaciones de Impacto (IAIA, 2009).

La segunda etapa de la identificación, consistió en la propuesta de medidas de prevención, mitigación y/o compensación que permitan el cumplimiento de los objetivos

de mitigación acumulativa. Finalmente, éstas fueron incorporadas de manera transversal a cada sección de la propuesta.

El grupo de trabajo consideró que cada una de las medidas debe poder ser monitoreada y alimentar indicadores integrales para asegurar el buen desempeño socioambiental del proyecto con el objetivo de contribuir a la mejora del desempeño ambiental y al desarrollo regional sustentable (IFC, 2011).

En los siguientes apartados se presentan los resultados y propuestas de las medidas de prevención y mitigación así como de viabilidad y eficacia de su aplicación.

Como parte del proceso de formulación de hipótesis de impactos, (previos al desarrollo de medidas de prevención, alternativas y mitigación), se desarrollaron trabajos en campo, se realizó una sistematización, revisión integral de antecedentes de medidas estructurales y no estructurales aplicadas con éxito para cumplir el objetivo de mejorar el desempeño ambiental de proyectos en el mundo y en México.

En los siguientes apartados, se identifican medidas de prevención y mitigación específicas para todos los impactos atendibles con medidas rutinarias de mitigación o buenas prácticas ambientales e incorporadas en el Programa de Vigilancia del proyecto.

6.2.1 Medidas preventivas, de control y de mitigación

Estas medidas fueron formuladas con la finalidad de prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales potenciales, identificados en el capítulo 5 de la MIA, las cuales se muestran organizadas por factor ambiental.

Factor ambiental: aire

Etapa de preparación y construcción	
Medida de mitigación	
Programa de Mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria	
Impacto que atenuará: • Aumento en las emisiones a la atmósfera • Aumento en las emisiones de ruido • Contaminación de suelo por derrame de aceites por la presencia de vehículos y maquinaria (residuos peligrosos)	
Descripción de la medida	• Se realizará el mantenimiento preventivo de los vehículos cada que cumplan 5,000.00 km o seis meses, y la maquinaria cada 1,500 horas de trabajo efectivo. • Con esta medida se espera disminuir al máximo la cantidad de emisiones por vehículos de combustión interna y evitar que sobrepase lo establecido en la NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-080-SEMARNAT-1994 y la NOM-045-SEMARNAT-2006.
Indicador de la realización	Para obtener este indicador se realizará la comparación entre la cantidad de mantenimientos esperados, contra los mantenimientos realizados el cual formará parte de los reportes que se integrarán en el PVA.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación la cantidad de mantenimientos preventivos realizados y los correctivos que se hayan llevado a cabo.
Umbral de alerta	Esta medida iniciará coincidiendo con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile observar la contaminación del suelo por derrame de hidrocarburos causados por un mal funcionamiento en el equipo.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente con la recopilación de las bitácoras de avance de obra, las cuales se presentarán anexas en el PVA de manera anual.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de mantenimientos de cada maquinaria.
Medidas de urgente aplicación	De observarse algún mal funcionamiento en vehículos o maquinaria, estas serán retiradas las áreas de trabajo y ser ingresadas al taller para realizar un mantenimiento correctivo, todos estos mantenimientos se registrarán en las bitácoras de mantenimiento.

Etapa de preparación y construcción	
Medida de mitigación	
Riego de caminos internos con agentes espumantes para control de dispersión de polvos fugitivos	
Impacto que atenuar • Dispersión de polvos fugitivos	
Descripción de la medida	Se aplicarán riegos con estabilizadores de suelo, a fin de evitar la dispersión de partículas hacia los caminos adyacentes y áreas de cultivo que rodean el proyecto, estos se realizarán en los caminos internos y frentes de trabajo durante la etapa de construcción, de esta manera se reducirá la utilización de agua para este fin.
Indicador de la realización	Para obtener este indicador se comparará la cantidad de riegos estimados, contra los realizados realmente, lo cual formará parte de los reportes que se integrarán en el PVA.
Indicador de efecto	Este indicador medirá la efectividad de la medida, mediante la comparación los riegos programados y los riegos de emergencia que se hayan llevado a cabo.
Umbral de alerta	Esta medida se aplicará coincidiendo con el inicio de la etapa de construcción de la Central Fotovoltaica Tlaxcala Solar.
Umbral inadmisibles	Será inadmisibles observar durante esta etapa la dispersión de nubes de polvos producto del rodamiento de la maquinaria.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará mensualmente con la recopilación de las bitácoras de riesgos realizados, las cuales se presentarán anexas en el PVA de manera anual.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de riego.
Medidas de urgente aplicación	De observarse dispersión de nubes de polvo, se realizarán riegos de emergencia, a fin de evitar una mayor dispersión.

Factor Ambiental: Agua y suelo

Etapa de preparación y construcción	
Factores Ambientales: Agua y suelo	Medida de mitigación
Programa de conservación de agua y suelo	
Impacto que atenuará • Pérdida de suelo	
Medida de mitigación (compensación)	• Construcción de obras de drenaje necesarias, tales como alcantarillas y canaletas para mantener el patrón superficial de drenaje.
Descripción de la medida	Se construirán canaletas de desvío a ambos lados de los caminos interiores.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante el balance entre el avance en superficie de obra construida, y la superficie planteada según el calendario de actividades.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la cantidad de mantenimientos que se realicen sobre estas obras.
Umbral de alerta	Esta medida se realizará coincidente con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile concluir con la etapa de construcción sin haber concluido con la edificación de estas canaletas y no haber realizado el acopio de la tierra vegetal de forma adecuada.
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará durante las labores de mantenimiento.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de avance de obra.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna obstrucción de las obras de desvío se procederá a hacer una revisión particular de los mismos con el fin de resolver cualquier problema que se presente.

Factor Ambiental: Suelo, Agua, Aire, Flora, Fauna y Salud Pública

Todas las etapas	
Medida de mitigación	
Programa de manejo integral de los residuos	
Impacto que atenuará • Generación de residuos sólidos municipales • Generación de aguas sanitarias • Atracción de fauna nociva • Generación de residuos de manejo especial • Generación de residuos peligrosos	
Descripción de la medida	• Se aplicará el Manejo Integral de los Residuos, de acuerdo a los tipos de residuos generados durante las distintas fases del proyecto. • Se instalarán depósitos rotulados de acuerdo al tipo de residuo en los sitios de trabajo, mismos que serán recolectados y llevados a los sitios autorizados por el municipio de manera periódica. • Las aguas residuales sanitarias serán trasladadas y tratadas por la empresa contratista especializada que preste el servicio de baños portátiles. • Posterior a construcción del proyecto se utilizará una fosa séptica que se instalará en el cuarto de control para servicio de los operadores, así también se deberá coleccionar y retirar los desechos sólidos urbanos a un sitio adecuado que cuente con los permisos del municipio.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad y tipo de residuos a generar esperados contra los generados.
Indicador de efecto	El efecto de esta medida se comprobará mediante la comparación de los residuos ingresados a los distintos almacenes temporales, y los entregados a la empresa encargada de brindar el manejo y disposición final.
Umbral de alerta	Esta medida se realizará coincidiendo con el inicio de la etapa de preparación.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile iniciar con las actividades de preparación sin tomar en cuenta esta medida.

Todas las etapas	
Medida de mitigación	
Programa de manejo integral de los residuos	
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de los residuos que ingresen a los almacenes temporales.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con las bitácoras de ingreso y salida de los residuos.
Medidas de urgente aplicación	De observarse un mal manejo en cualquiera de estos residuos se procederá con la recolección o corrección en este manejo.

Etapas de Preparación y Construcción.	
Factor ambiental: Salud pública e higiene	Medida de mitigación
Almacén temporal de residuos	
Impacto que atenuará • Generación de residuos de manejo especial • Generación de residuos peligrosos (por accidente)	
Descripción de la medida	Los residuos de manejo especial que se generen durante la preparación y construcción, serán separados en tambos de 200 litros etiquetados con el tipo de residuo que contienen, para ser entregados a una empresa autorizada para dar el manejo a dichos residuos hasta su deposición final. En el caso de que se presenten residuos peligrosos que se originen se deberá mantenerlos en un almacén temporal separado del de residuos de manejo especial, y alejado de los materiales e insumos a utilizar, este almacén deberá tener las características que marca la norma.
Indicador de efecto	Este indicador se obtendrá mediante la relación entre los residuos que ingresen al almacén y los residuos que salgan del mismo por parte de la empresa contratada para brindar el manejo de éstos.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la comparación entre la cantidad de residuos generados contra la cantidad de residuos que se estimaron.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse durante la etapa de preparación y construcción.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile haber concluido con esta etapa sin haber realizado dicha medida.
Calendario de	Esta medida se comprobará cada que la empresa que se contrate para esto realice la recolección de

Etapas de Preparación y Construcción.	
Factor ambiental: Salud pública e higiene	Medida de mitigación
Almacén temporal de residuos	
comprobación	estos residuos.
Punto de comprobación	Esta medida se comprobará con los manifiestos de recolección o retiro por parte de la empresa.
Medidas de urgente aplicación	De observarse una generación de estos residuos que exceda la capacidad del almacén deberá hacerse el llamado a la empresa encargada para que haga el retiro extraordinario de los residuos que se generen.

Factor Ambiental: Salud Pública y servicios

Etapas de Preparación y construcción	
Factor: Social	Medida de mitigación
Encauzar al personal a núcleos poblacionales	
Impacto que atenuará	
• Incremento en la demanda de servicios públicos municipales • Incremento temporal de la población, por migración de trabajadores	
Descripción de la medida	Se deberá encausar a todo el personal que arribe de otras comunidades, localidades, municipios o estados para trabajar en el proyecto, a los núcleos poblacionales que cuenten con la disponibilidad de servicios.
Indicador de la realización	Este indicador se obtendrá mediante la relación del personal enviado a los distintos núcleos de población cercano.
Indicador de efecto	El efecto de esta medida se medirá con la accesibilidad a los servicios públicos por parte de los obreros.
Umbral de alerta	Esta medida deberá realizarse previo al arribo del personal al área de proyecto.
Umbral inadmisibile	Será inadmisibile el haber llegado el grueso de la población laboral sin antes haber determinado la ubicación de todos ellos
Calendario de comprobación	Esta medida se comprobará cada que arribe más personal al área de proyecto.
Medidas de urgente aplicación	De presentarse alguna eventualidad por exceso de carga en la disponibilidad de los servicios

Etapas de Preparación y construcción	
Factor: Social	Medida de mitigación
Encauzar al personal a núcleos poblacionales	
	públicos se deberá enviar a una parte del personal un núcleo distinto.

6.2.2 Duración de las obras o actividades correctivas o de mitigación

Las medidas de mitigación se deberán realizar durante el tiempo que dure cada fase de Tlaxcala Solar.

Una vez identificados los impactos ambientales generados por el desarrollo de cada una de las fases de Tlaxcala Solar, se enlistan las acciones que generan impactos en los diferentes medios, así como la descripción de las actividades y obras a realizar con el fin de mitigar, controlar, prevenir y/o compensar dichos impactos.

6.2.2.1 Medidas de compensación

Las medidas de compensación se definen como las acciones tomadas posteriormente a la afectación resultante del impacto ambiental identificado y que no puede ser prevenido ni puede ser directamente corregido por la implementación de dichas acciones. En este caso, es necesario de realizar una medida de compensación en el área para retribuir el factor ambiental que fue afectado.

En este sentido, y de acuerdo a la identificación de los impactos por las actividades del desarrollo de Tlaxcala Solar, se ha determinado que los impactos más significativos inherentes al proyecto se presentarán durante la construcción del proyecto

6.2.3 Fase de Abandono

El proyecto, por su naturaleza, ha sido planificado a largo plazo (mayor a treinta años) y no contempla una fase de abandono en forma, ya que estos proyectos actualizan sus equipos y procesos de acuerdo a las necesidades que se van presentando.

En todo caso el desmantelamiento de las instalaciones se hará de acuerdo con los procesos normales de demolición, considerando el correcto manejo de los residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y de manejo especial y su disposición final de acuerdo con las leyes y normas vigentes.

6.2.4 Impactos residuales

Como impactos residuales para la Central Fotovoltaica Tlaxcala Solar, con base en los análisis se determinó que la preparación, construcción, operación y mantenimiento no representa una afectación directa para los factores ambientales presentes, debido a que este tipo de proyectos son amables con el medio ambiente y se consideran de bajo impacto ambiental.

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1	PRONÓSTICO DEL ESCENARIO	243
7.1.1	ANTECEDENTES.....	243
7.1.2	ANÁLISIS ACTUAL DEL ESCENARIO SIN PROYECTO	244
7.1.3	ANÁLISIS DEL ESCENARIO SIN PROYECTO A 5 Y 10 AÑOS	245
7.1.4	ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO	245
7.1.5	ANÁLISIS DEL ESCENARIO CON PROYECTO DE 5 A 10 AÑOS.....	245
7.2	PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	246
7.2.1	COMPONENTES DEL PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL	246
7.2.1.1.1	Objetivos.....	246
7.2.1.1.1.1	Generador de indicadores.....	246
7.2.1.1.2	Reportes	246
7.3	PROGRAMA DE MANEJO INTEGRAL DE LOS RESIDUOS	247
7.4	OBJETIVOS.....	247
7.5	ALCANCE	247
7.6	METAS PARTICULARES.....	247
7.7	CONCLUSIONES	248

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

7.1 Pronóstico del escenario

7.1.1 Antecedentes

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 22 de la ley de fomento económico del estado de Tlaxcala menciona que: La Secretaria autorizará, a través del CIAE, el otorgamiento de estímulos estatales destinados a apoyar la instalación o la ampliación de empresas en la entidad, lo que se brindaran en atención a los rangos de inversión, número de empleos generados y el nivel de remuneración, desarrollo científico y tecnológico así como la innovación; uso alterno de fuentes de energía renovables no contaminantes, reutilización de aguas tratadas en sus procesos de producción empleo de personas con capacidades diferentes y adultos mayores, sustitución de importaciones y tu ubicación en parques industriales o zonas de menor crecimiento económico.

En el estado de Tlaxcala no hay centrales de generación eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad en virtud de estar situados dentro del Sistema Interconectado Nacional. De esta forma, en 2013 se tuvo un consumo estatal (ventas) de 1,814 GWh por medio de los 363,165 usuarios (contratos) de este servicio. A finales de 2012 se contaba con 8 contratos de interconexión en pequeña y mediana escala (fuentes renovables) en la zona de distribución Tlaxcala.

El estado de Tlaxcala tiene un buen potencial para la producción de electricidad a partir de energía solar. Los valores de radiación solar reportados alcanzan un máximo de 6 kwh/m² y un mínimo de 4 kwh/m². Se reconoce al proyecto Tlaxcala Solar como una central de autoabastecimiento de energía eléctrica con una capacidad mayor a 150 MW (potencia nominal 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.

En los referente al uso de energía eléctrica en la zona; el consumo de energía del municipio de Calpulapan en relación a la cantidad de usuarios en 2015 fue de 15,859, siendo así el 4.11% del consumo estatal. Según el tipo de servicio, dejo los porcentajes; 86.73% consumo doméstico, 0.07% alumbrado público, 0.08% bombeo de aguas potables y negras, 0.01% agrícola y el 13.09% en la industria y servicios.

Volumen de las ventas de energía eléctrica del municipio fue de 31,326 MW.h, que relación con la del estado, ocupa el 1.69%. Y según el tipo de servicio, dentro del municipio; 43.82% en el consumo doméstico, 4.29% alumbrado público, 4.83% bombeo de aguas potables y negras, 0.006% agrícola, 47.05% en la industrial y de servicios (INEGI, 2016).

7.1.2 Análisis actual del escenario sin proyecto

El desarrollo del SA sin proyecto, obedece a una tradición agrícola. La calidad ambiental en el sistema se observa con tendencia a la baja, esto debido en gran medida a las actividades que se desarrollan tanto dentro como fuera del mismo, las cuales obedecen a prácticas agrícolas y de libre pastoreo.

El área de proyecto se encuentra en las mismas condiciones que el SA, siendo la agricultura el uso actual y la futura vocación que se le dará al terreno de no lograrse el proyecto.

No se identifican poblaciones bióticas con características naturales, las especies identificadas muestran afinidad al disturbio, no existe un corredor faunístico definido, debido a la continua segregación de terrenos para las actividades agrícolas que generan cambios a corto, mediano y largo plazo como son:

- Cambios de uso de suelo que generaron extensas áreas agrícolas lo cual ha ocasionado la degradación fisicoquímica del suelo y del hábitat de las especies que originalmente interactuaron en estas áreas de las cuales no se percibe presencia a la fecha.
- La contaminación de los suelos procedente de los agroquímicos implementados en la agricultura, modificando el equilibrio químico de manera acumulativa.
- Pérdida del paisaje original y deterioro de la calidad visual, debido al uso de suelo agrícola que se le ha dado y a los asentamientos humanos próximos a los mismos, presencia de basura (misma que es un atrayente para la fauna nociva) y el libre pastoreo de ganado ovino que se lleva a cabo en la actualidad.

7.1.3 Análisis del escenario sin proyecto a 5 y 10 años

El escenario predominante que se espera en el SA, es uno de condiciones similares a las que presenta actualmente. Tanto a mediano como a largo plazo, las actividades antropogénicas que se desarrollan continuarán impactando de manera negativa, ocasionando una posible y mayor degradación de la zona donde se propone llevar a cabo el proyecto.

El pronóstico que se presenta tanto a cinco como a diez años, en general, contempla la misma dinámica actual. Se sostendrán prácticas como la agricultura, presencia de residuos, degradación del suelo, pérdida de infiltración, expansión de los asentamientos humanos debido al crecimiento poblacional, pudiendo dar lugar a zonas urbanas; contaminación al suelo por el continuo uso de agroquímicos relacionados a los terrenos agrícolas, entre otros. Por lo que, el estado de conservación del SA sólo logre degradarse en función del tiempo.

7.1.4 Análisis del escenario con proyecto

El desarrollo del proyecto contempla durante todas sus fases, la ejecución de las medidas de mitigación expuestas en el capítulo seis del presente estudio. Entre dichas medidas, se contempla llevar a cabo un Programa de Vigilancia Ambiental y un Programa de Manejo Integral de Residuos.

Por lo que se concluye que, la presencia del proyecto en el SA contribuirá al desarrollo del sector eléctrico y las actividades económicas municipales.

Cabe destacar que el área donde se plantea desarrollar es a la fecha un terreno de cultivo, por lo cual no se modificará o afectará vegetación nativa o relictos de la misma, no se afectarán especies categorizadas en la NOM ni sus hábitats.

7.1.5 Análisis del escenario con proyecto de 5 a 10 años

Se considera el escenario del SA, a mediano y largo plazo, como uno en el que las actividades agrícolas conforman la principal actividad económica de la región, y se observe un importante incremento en las tierras destinadas a este fin.

Para el área de proyecto se prevé un escenario en el que la aplicación de las medidas de mitigación han permitido la minimización de los impactos generados por la central fotovoltaica, y por lo tanto, se pueda apreciar un resultado positivo en la calidad del SA, con un buen manejo del suelo.

Se considera que el impacto ambiental más significativo es la generación de aguas residuales sanitarias y residuos sólidos urbanos, impactos que serán constantes durante todo el periodo de vida del proyecto, causado por la presencia de trabajadores y personal operativo.

En el caso de las aguas residuales sanitarias, se estima un volumen de 81,720 litros mensuales aproximadamente durante las etapas de preparación y construcción del proyecto; y de 4,050 litros mensuales durante la operación del mismo, con un gasto de 9 litros diarios por persona (*ver Capítulo 2, numeral 21.17.3*). Para mitigar estos impactos se llevará a cabo un Programa de Manejo Integral de Residuos (*ver anexo capítulo 7 del presente documento*).

Con la presencia del proyecto se hace evidente de la misma manera, la falta de vegetación nativa en el sitio, sin embargo la producción de energía eléctrica por fuentes renovables, no producirá erosión, gases de efecto invernadero, ni compactación del suelo distinta a la ya presente en el área. Por otra parte el beneficio generado por la implementación de este tipo de proyecto se localiza a nivel socioeconómico al promover la generación de empleos y el desarrollo económico a nivel local; y a nivel ambiental ya que disminuirá la contaminación al suelo y atmósfera procedente del uso de agroquímicos.

7.2 Programa de vigilancia ambiental

El desempeño ambiental de proyectos en el contexto de planes locales de ordenamiento territorial, permiten definir una estrategia para el futuro desarrollo del territorio, incluidas las cuestiones ambientales, sociales y económicas.

Estos Planes Locales suelen ser objeto de proceso de la Evaluación Ambiental Estratégica (EAE). Uno de las funciones del proceso de EAE es asegurar que el desarrollo sostenible sea incorporado en la estrategia final en los planes locales, incluyendo la visión de una economía sostenible.

El desarrollo de la EAE de los Planes Locales para el territorio en el que se insertan luego los proyectos privados, le da mayor certidumbre y enfoque a la Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) de dichos proyectos y mejoran las posibilidades de que el Programa de Vigilancia Ambiental desarrollado a partir de una EIA represente una herramienta de planeación para la mejora del desempeño ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental, desarrollado a partir de una EIA representa una herramienta básica para la implementación de un sistema certificable de gestión ambiental, que complementa la caracterización de los aspectos relevantes para la Responsabilidad Social Corporativa aplicando las mejores prácticas internacionales (IAIA, 2012).

7.2.1 Componentes del Programa de Vigilancia Ambiental

7.2.1.1.1 Objetivos

- Establecer los mecanismos, procedimientos y lineamientos para llevar a cabo las medidas de compensación y mitigación.
- Fijar los procedimientos para obtener indicadores ambientales, que permitan calificar el éxito de las medidas de mitigación, así como los programas generados para su cumplimiento.

7.2.1.1.1.1 Generador de indicadores

Se obtendrán indicadores del cumplimiento de las medidas de mitigación; los cuáles permitirán obtener volúmenes, niveles y valores cuantificables que sustenten el cumplimiento de lo establecido. Estos indicadores son propios a cada rubro y podrán aparecer nuevos conforme avance el Programa de Vigilancia Ambiental.

7.2.1.1.2 Reportes

En función a las fichas, así como los indicadores y el cumplimiento de los programas específicos incluidos en este documento, se realizarán reportes, en los cuales se enlistará

chequeo de los vehículos, información de seguridad acerca de los agroquímicos que se utilizarán, permitiendo por medio de retroalimentación, la mejora del Programa de Vigilancia Ambiental.

Los reportes incluirán:

- Bitácora de obra.
- Monitoreo de las acciones realizadas.
- Evaluación de la efectividad de las acciones realizadas.

(Ver anexo 7.1 Programa de Vigilancia Ambiental PVA).

7.3 Programa de Manejo Integral de los residuos

Las actividades productivas cada día generan mayor cantidad de residuos. No sólo aquellos derivados de las actividades de alimentación y servicios a los trabajadores, sino también los que se generan por el propio proceso productivo, generalmente se generan en grandes cantidades. Entre estos residuos, se encuentran aquellos que requieren de un manejo especial, aunque no son peligrosos, deben ser manejados de acuerdo a la legislación aplicable existente en el país.

El manejo ambientalmente adecuado de los residuos de manejo especial implica reúso, reciclaje, valorización o el confinamiento cuando ya no tienen una utilidad. Este confinamiento debe llevarse a cabo en los lugares designados por las autoridades ambientales de las diferentes entidades del país. Por tal motivo, es necesario el registro de los mismos y un plan de manejo de residuos de manejo especial, peligroso y urbano, que permita un control estricto dentro y fuera de las instalaciones; así como, dar a conocer a las autoridades el manejo de los residuos que se generan en el territorio.

7.4 Objetivos

1. Proporcionar un manejo adecuado a los residuos que se generan durante el desarrollo del proyecto.
2. Establecer el procedimiento para instrumentar la separación de los residuos sólidos de la central.
3. Informar y capacitar a los trabajadores sobre el manejo que se debe de proporcionar a cada tipo de residuos.

7.5 Alcance

- El presente plan es de observancia general y obligatoria en el proyecto Tlaxcala Solar, en el municipio de Calpulalpan, Tlaxcala.
- Promover la correcta separación de los residuos en toda la central a fin de mejorar e incrementar la eficiencia en el manejo y disposición de los residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligroso.

7.6 Metas particulares

- Cumplir con lo establecido en la condicionante Número 2, del resolutive emitido por la SEMARNAT a favor del proyecto denominado Tlaxcala Solar.

- Realizar de manera eficaz y eficiente el manejo de los residuos producidos durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, a fin de reducir y minimizar los impactos por su desarrollo.

7.7 Conclusiones

Como resultado de la evaluación del Sistema Ambiental, con base en información directa e indirecta y en metodologías apoyadas en información recabada en campo, se concluye que:

- Lo principales impactos del proyecto serán mitigados, de manera de que se mantenga la integridad funcional de los ecosistemas. En el capítulo cinco de este documento, se describe la metodología para el establecimiento de la relevancia relativa de los impactos identificados a partir de los criterios de evaluación.
- Con base en lo establecido en capítulos anteriores y la evaluación de los impactos generados por el proyecto, se concluye que ninguno de estos impactos es significativo ya que no se alterará la integridad del Sistema Ambiental.
- El impacto ambiental más significativo es la generación de aguas residuales sanitarias y residuos sólidos urbanos, impactos que serán constantes durante todo el periodo de vida del proyecto debido a la presencia de trabajadores y personal operativo.
- Se generarán empleos directos e indirectos que beneficiarán a las poblaciones aledañas al área de proyecto y una derrama económica por servicios y renta de los mismos como son hospedaje y comida (entre otros), por parte del personal que labore en el proyecto y no sea habitante del área.

Por todo lo anterior, podemos determinar que el Sistema Ambiental presenta una alta intervención antrópica.

Considerando el análisis de posibles pronósticos, la calidad esperada para los componentes del entorno tras la construcción del proyecto no presenta diferencias sustantivas con la calidad que se esperaría en un futuro sin la presencia del proyecto.

Se concluye por lo tanto, que la factibilidad del proyecto es alta debido a que, en sus dimensiones económica, social y ambiental, se consideran mayores los beneficios generados a los impactos que se identificaron y que se generarán durante la ejecución del mismo.

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES	249
8.1 FORMATOS DE PRESENTACIÓN	249
8.2 PLANOS DEFINITIVOS	249
8.2.1 FOTOGRAFÍAS	249
8.2.2 VIDEOS	249
8.2.3 LISTAS DE FLORA Y FAUNA.....	249
8.3 OTROS ANEXOS	249
8.4 GLOSARIO DE TÉRMINOS	251
8.5 ACRÓNIMOS	257
8.6 BIBLIOGRAFÍA	259

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES

8.1 Formatos de presentación

En la elaboración de la presente MIA P se ha utilizado de manera referencial y material de apoyo, la guía modalidad particular para proyectos del sector eléctrico, elaborada por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).

8.2 Planos definitivos

Están contenidos en el anexo 2 del presente documento.

8.2.1 Fotografías

Están contenidas en el anexo 4 del presente documento.

8.2.2 Videos

Para este proyecto no fue necesario implementar este tipo de evidencia.

8.2.3 Listas de flora y fauna

Están contenidas en el anexo 4 del presente documento.

8.3 Otros anexos

Anexo 1.- Documentación Legal

1.1 Acta Constitutiva

- 1.2 Protocolización y Poder Legal
- 1.3 FM3 del Representante Legal
- 1.4 Identificación del Representante Legal
- 1.5 RFC de FRV Services México
- 1.6 Mapa de Localización y Localidades cercanas del Proyecto

Anexo 2.- Proyecto

- 2.1 Coordenadas y superficies (archivo electrónico)
- 2.2 Localización
- 2.3 Obras permanentes
- 2.4 Obras temporales
- 2.5 Cronograma de trabajo

Anexo 3.- Áreas de Importancia

- 3.1 Áreas Naturales Protegidas (ANP)

- 3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAs)
- 3.3 Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAs)
- 3.4 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHPs)
- 3.5 Regiones Terrestres Prioritarias (RTPs)
- 3.6 Sitios RAMSAR

Anexo 4.- Mapas temáticos, Fotografías y Memorias de cálculo

- 4.1 Sistema Ambiental
- 4.2 Área del Proyecto
- 4.3 Medio Físico
 - 4.3.1 Climas
 - 4.3.2 Temperatura
 - 4.3.3 Precipitación
 - 4.3.4 Geología
 - 4.3.5 Provincia Fisiográfica
 - 4.3.6 Subprovincia Fisiográfica
 - 4.3.7 Topoformas
 - 4.3.8 Modelo Digital de Elevación (MDE)
 - 4.3.9 Suelos
 - 4.3.10 Cuenca Hidrológica
 - 4.3.11 Red Hidrográfica
 - 4.3.12 Uso de Suelo y Vegetación
- 4.4 Riesgos
 - 4.4.1 Heladas
 - 4.4.2 Ciclones
 - 4.4.3 Granizo
 - 4.4.4 Sismos
 - 4.4.5 Sequía
 - 4.4.6 Inundaciones
 - 4.4.7 Hundimientos y Deslizamientos
 - 4.4.8 Volcanes
- 4.5 Flora
 - 4.5.1 Ubicación de los sitios de muestreo
 - 4.5.2 Lista florística del Sistema Ambiental
- 4.6 Fauna
 - 4.6.1 Mapa de ubicación de los muestreos
- 4.7 Anexo Fotográfico

Anexo 5.- Impactos

- 5.1 Check-list.
- 5.2 Matriz de Impactos

Anexo 7.-Programas

- 7.1 Programa de Vigilancia Ambiental
- 7.2 Programa de mantenimiento preventivo de vehículos y maquinaria
- 7.3 Programa de ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna
- 7.4 Programa de conservación de suelo y agua
- 7.5 Programa de Manejo de Residuos

8.4 Glosario de términos

Para efectos de esta Manifestación de Impacto Ambiental, los términos empleados tendrán los significados que a continuación se les asigna:

Absorción: Introducción o disminución de una sustancia dentro o a través de otra.

Abiótico: Caracterizado por la ausencia de vida. Lugar o proceso sin seres vivos.

Accidente Ambiental: Evento o circunstancia de origen natural o antropogénicos que afecte directa o indirectamente el medio ambiente.

Aclimatación: Facultad del organismo humano de adaptarse a las variaciones de los distintos componentes del ambiente climático, tales como la presión barométrica, presión parcial de oxígeno, temperatura, grado de humedad y también en cierto modo a la ionización del aire e intensidad de los vientos.

Actores: Personas que intervienen activa o pasivamente en los procesos de gestión para su propio desarrollo o que asisten al proceso. Abarca los habitantes, los usuarios (habitantes o no de un ámbito), los representantes de organismos públicos o privados, los asesores o interventores en el ámbito, los representantes de los grupos de poder, los empresarios, los sindicatos y, en general, todas las personas que vean afectada su calidad de vida y que influyen o reciben los efectos de uso y conservación de los recursos del ámbito en estudio, así como los que tienen como función apoyar el desarrollo del hombre en dichos ámbitos

Acuífero: Cualquier formación geológica por la que circulan o se almacenan aguas subterráneas que puedan ser extraídas para su explotación, uso o aprovechamiento. Formación geológica que contiene el suficiente material permeable saturado como para recoger cantidades importantes de agua que serán captadas en forma natural –manantiales – o en forma artificial – drenajes.

Acumulación (AC): Este atributo del incremento progresivo de la manifestación del efecto, cuando persiste de forma continua o reiterada a la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos, el efecto se valora como uno. Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a cuatro.

Adaptaciones y mejoras: Desarrollos tendientes a adecuar tecnologías y a introducir perfeccionamientos. Usualmente presentan pocos rasgos de originalidad y novedad

Aditivos: Sustancias que son agregadas a un producto cualesquiera considerado como materia primordial y que inciden sobre alguna de sus características físico químicas. Desde el punto de vista ambiental, en algunos casos, el aditivo agregado a un producto suele ser más perjudicial que el producto mismo.

Agentes nocivos: Sustancias que liberadas en el medio ambiente en concentraciones inadecuadas significan un peligro para la biota.

Agua potable: Agua que puede beberse sin riesgos para la salud.

Agua subterránea: Agua existente debajo de la superficie terrestre en una zona de saturación, donde los espacios vacíos del suelo están llenos de agua.

Aluvial: Sedimento compuesto por peñascos, gravas, arenas, limos y arcillas, depositado en la boca de los cañones intermontaños durante las grandes avenidas fluviales.

Ambiente: *Región, alrededores y circunstancias en las que se encuentra un ser u objeto. El ambiente de un individuo comprende dos tipos de constituyentes: 1. El medio puramente físico o abiótico, en el cual él existe (aire, agua) y 2. El componente biótico que comprende la materia orgánica no viviente y todos los organismos, plantas y animales de la región, incluida la población específica a la que pertenece el organismo *La totalidad de cada una de las partes de un ecosistema sistema ecológico, interpretadas todas como elementos interdependientes o entornos más circunscriptos, ambientes naturales, agropecuarios, urbanos y demás categorías intermedias. Condiciones y circunstancias que rodean a las personas, animales o cosas. *El conjunto de los alrededores y las condiciones en que opera una organización, el cual incluye los sistemas vivos. Como el impacto ambiental de la organización podría alcanzar varias regiones, en este contexto el ambiente se extiende desde el lugar de trabajo hasta el resto del planeta.

Amplitud del Impacto (AI): REGIONAL Cuando el impacto alcanza a la población del área de influencia, LOCAL Cuando el impacto alcanza a una parte limitada de la población dentro de los límites del territorio, PUNTUAL Cuando el impacto alcanza a un grupo pequeño de gente.

Antrópico: De origen humano, humanizado, opuesto a lo natural. **Antropogénico.**

Aprovechamiento sustentable: La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por períodos indefinidos.

Aptitud de uso del suelo: Capacidad productiva del suelo hasta el límite en el cual puede producirse deterioro. Define su aptitud para el uso con fines agrícolas, pecuarios, forestales, paisajísticos, etc. Existen distintas metodologías para su determinación tanto para suelos bajo riego como de secano.

Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquellas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente ley.

Área urbana: Espacios que contienen la población nucleada, en los que prevalece como uso del suelo el soporte de construcciones, infraestructura y servicios, incluyendo espacios con vegetación destinados al esparcimiento. Constituyen el espacio territorial de mayor desarrollo de actividades secundarias y terciarias. Estos espacios urbanos, componentes de la estructura territorial, guardan relaciones interactivas con las áreas rurales circundantes, con una transición gradual mediante espacios intercalados de una y otra hasta la prevalencia de una de ellas.

Asentamiento: Instalación provisional, generalmente permitida por el Gobierno, de colonos o agricultores, en tierras destinadas casi siempre a expropiarse. Actualmente, se ha extendido su uso al ámbito urbano.

Asociaciones vegetales: Es un conjunto de plantas que forman las distintas etapas de una sucesión vegetal. En general, está compuesta por individuos de varias especies que las caracterizan. En una asociación dos o más especies son dominantes, cuando solo hay una especie dominante entonces la comunidad se denomina consociación

Auditoría de gestión ambiental: *Evaluación sistemática para determinar si el sistema de gestión ambiental y el desempeño ambiental (comportamiento frente al ambiente) cumplen con las disposiciones planificadas, si tal sistema está siendo implantado efectivamente, y si es adecuado para satisfacer la política y los objetivos ambientales de la organización. *Proceso de verificación sistemática y documentada para obtener y evaluar objetivamente evidencias para determinar si el sistema de gestión ambiental de una organización conforma los criterios de auditoría del Sistema de Gestión Ambiental (SGA).

Auditoria medio - ambiental: *Ordenación sistemática, documentada, periódica y objetiva de la eficacia de la organización del Sistema de Gestión y de procedimientos destinados a la protección del Medio Ambiente". De acuerdo con el Reglamento de UE (1993 *Actividad profesional de investigación, evaluación, dictamen y recomendaciones, centrada en el Impacto Medioambiental de todo proceso empresarial con el fin de enjuiciar, si procede y ayudar a que la organización y su funcionamiento sean conformes con lo dispuesto por quien tiene el poder legítimo para disponerlo (Administraciones Públicas, Consejos de Administración, Director General, etc.)" M. Pelao (1991) *Es un proceso de evaluación sistemática, objetiva, independiente y periódica del sistema de protección ambiental de la empresa, en una determinada instalación o actividad, que permite mejorar las actuaciones en materia de medio ambiente, de las actividades industriales, agrícolas y ganaderas, de la construcción y los servicios y que facilita el suministro de información relevante.

Autoridad de aplicación: Organismo, institución, ente encargado del cumplimiento de una determinada norma.

Basura: Desechos, generalmente de origen urbano y de tipo sólido. Hay basura que puede reutilizarse o reciclarse. En la naturaleza, la basura no sólo afea el paisaje, sino que además lo daña; por ejemplo puede contaminar las aguas subterráneas, los mares, los ríos, etc.

Biodiversidad: Puede entenderse como la variedad y la variabilidad de organismos y los complejos ecológicos donde estos ocurren. También puede ser definida como el número diferente de estos organismos y su frecuencia relativa. Situación ideal de proliferación y diversidad de especies vivas en el planeta. Todas las especies están interrelacionadas, son necesarias para el equilibrio del ecosistema, nacen con el mismo derecho a vivir que el hombre, y a que sea respetado su entorno natural.

Biomasa: Es la totalidad de sustancias orgánicas de seres vivos (animales y plantas): elementos de la agricultura y de la silvicultura, del jardín y de la cocina, así como excremento de personas y animales. La biomasa se puede utilizar como materia prima

renovable y como energía material. Así se origina el biogás: cuando se pudren la basura, que se pueden utilizar para la calefacción.

Calentamiento global: Es la alteración (aumento) de la temperatura del planeta, producto de la intensa actividad humana en los últimos 100 años. El incremento de la temperatura puede modificar la composición de los pisos térmicos, alterar las estaciones de lluvia y aumentar el nivel del mar.

Cambio climático: Alteraciones de los ciclos climáticos naturales del planeta por efecto de la actividad humana, especialmente las emisiones masivas de CO₂ a la atmósfera provocadas por las actividades industriales intensivas y la quema masiva de combustibles fósiles.

Contaminación atmosférica: Es la presencia en el ambiente de cualquier sustancia química, objetos, partículas, o microorganismos que alteran la calidad ambiental y la posibilidad de vida. Las causas de la contaminación pueden ser naturales o producidas por el hombre. Se debe principalmente a las fuentes de combustible fósil y la emisión de partículas y gases industriales. El problema de la contaminación atmosférica hace relación a la densidad de partículas o gases y a la capacidad de dispersión de las mismas, teniendo en cuenta la formación de lluvia ácida y sus posibles efectos sobre los ecosistemas.

Contaminación biológica: Es la contaminación producida por organismos vivos indeseables en un ambiente, como por ejemplo: introducción de bacterias, virus protozoarios, o micro hongos, los cuales pueden generar diferentes enfermedades, entre las más conocidas se destacan la hepatitis, enteritis, micosis, poliomiелitis, meningitis, encefalitis, colitis y otras infecciones.

Contaminación del suelo: Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.

Contaminación hídrica: Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella, lo cual hace que las corrientes de agua se asfixien, causando un deterioro de la calidad de las mismas, produciendo olores nauseabundos e imposibilitando su utilización para el consumo.

Crítico: Se define como la medida cualitativa de las unidades ambientales que pondera su importancia como proveedora de servicios ambientales, la presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección y aquellos elementos de importancia desde el punto de vista social.

Criterios ecológicos: Los lineamientos obligatorios contenidos en la presente ley, para orientar las acciones de preservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente, que tendrán el carácter de instrumentos de la política ambiental.

Daño ambiental: Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

Deforestación: Término aplicado a la desaparición o disminución de las superficies cubiertas por bosques, hecho que tiende a aumentar en todo el mundo. Las acciones indiscriminadas del hombre ante la necesidad de producir madera, pasta de papel, y el uso como combustible, junto con la creciente extensión de las superficies destinadas a cultivos y pastoreo excesivo, son los responsables de este retroceso. Tiene como resultado la degradación del suelo y del tipo de vegetación que se reduce a arbustos medianos y herbáceos con tendencia a la desertización.

Desechos tóxicos: También denominados desechos peligrosos. Son materiales y sustancias químicas que poseen propiedades corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas e inflamables que los hacen peligrosos para el ambiente y la salud de la población.

Duración: El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

Elementos o componentes ambientales: Están definidos como entidades biológicas, particularmente por los órdenes taxonómicos de la fauna presente en los diferentes tipos de vegetación.

Energía alternativa: También llamada renovable. Energía que se renueva siempre, como por ejemplo la energía solar, la eólica, la fuerza hidráulica, la biomasa, o la geotérmica (calor de las profundidades).

Equilibrio ecológico: La relación de interdependencia entre los elementos que conforman el ambiente que hace posible la existencia, transformación y desarrollo del hombre y demás seres vivos.

Erosión: Pérdida de la capa vegetal que cubre la tierra, dejándola sin capacidad para sustentar la vida. La erosión tiene un lugar en lapsos muy cortos y esta favorecida por la pérdida de la cobertura vegetal o la aplicación de técnicas inapropiadas en el manejo de los recursos naturales renovables (suelo, agua, flora y fauna).

Esgurrimiento: se define como escurrimiento a la parte de la precipitación que no llega a infiltrarse sobre la superficie de la tierra y que aparece en las corrientes superficiales, sean éstas perennes, intermitentes o efímeras y que regresa al mar o a los cuerpos de agua interiores.

Estudio de impacto ambiental: Proceso de análisis de carácter interdisciplinario, basado en estudios de campo y gabinete, encaminado a identificar, predecir, interpretar, valorar, prevenir y comunicar los efectos de una obra, actividad o proyecto sobre el medio ambiente.

Evaluación de impacto ambiental (EIA): Un conjunto formal de métodos científicos para estimar el impacto, su origen, naturaleza y magnitud, de una actividad económica (e.g. Exploración petrolera, prospección minera, construcción de represas, edificaciones, etc.) Sobre las condiciones del medio ambiente de una región.

Falla: Rasgo estructural manifestado por una fractura en un bloque, a lo largo de la cual se han desplazado los lados.

Fragilidad ambiental: Condición actual de un ecosistema, parte de él o de sus componentes, en comparación a su condición natural clímax.

Hábitat: Lugar o área ecológicamente homogénea donde se cría una planta o animal determinado. Sinónimo de biotopo.

Impacto ambiental significativo o relevante: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Impacto: Cambio producido en la constitución del sistema al de su funcionamiento, en forma brusca, repentina, como respuesta a ciertas influencias estímulos, disturbios, del medio externo. Es el efecto que una determinada actuación produce en los elementos del medio o en las unidades básicas y que puede ser beneficioso, es decir positivo, o perjudicial, negativo. Se manifiesta cuando una acción o actividad produce una alteración, favorable o desfavorable, en el medio o en alguno de los componentes del medio. Son internos y se generan de las actividades del proyecto y nos estamos refiriendo a todas las acciones del proyecto, que se han identificado como agentes causales de afectaciones, positivas o negativas en el medio natural.

Impacto Benéfico: Como impactos benéficos, podemos reconocer aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso positivo que puede o no significar retribuciones económicas.

Impacto negativo: Como impactos negativos, podemos reconocer a aquellos que son infringidos al sistema socio-ambiental que retribuyen e impulsan un proceso negativo o perjudicial.

Infiltración: la velocidad máxima con que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.

Manifestación del impacto ambiental: El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.

Material peligroso: Elementos, sustancias, compuestos, residuos o mezclas de ellos que, independientemente de su estado físico, represente un riesgo para el ambiente, la salud o los recursos naturales, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas. Naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos.

Medidas de mitigación: Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Norma Oficial Mexicana (NOM): La regla científica o tecnológica emitida por el Ejecutivo Federal, que deben aplicar los gobiernos del Estado y de los Municipios, en el ámbito de sus competencias.

Ordenamiento ecológico: El instrumento de política ambiental cuyo objeto es regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la preservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos.

Parques naturales: Áreas naturales, poco transformadas por la explotación u ocupación humana que, en razón a la belleza de sus paisajes, la representatividad de sus ecosistemas o la singularidad de su flora, de su fauna o de sus formaciones geomorfológicas, poseen unos valores ecológicos, estéticos, educativos y científicos cuya conservación merece una atención preferente.

Región ecológica: La unidad del territorio nacional que comparte características ecológicas comunes.

Residuo: Cualquier material generado en los procesos de extracción, beneficio, transformación, producción, consumo, utilización, control o tratamiento cuya calidad no permita usarlo nuevamente en el proceso que lo generó.

Residuos peligrosos: Todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, inflamables o biológico-infecciosas, representen un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

Secretaría: La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Sistema Ambiental: Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto. Se puede definir también como un conjunto funcional de elementos, integrados por factores que los interrelacionan, creando dependencias intrínsecas o extrínsecas que definen su estructura y su función.

Subcuenca: Fracción de una cuenca hidrológica, que corresponde a la superficie tributaria de un afluente o de un sitio seleccionado.

Valoración del impacto ambiental: Técnicas que permiten establecer el grado de afectación a las condiciones normales de un ambiente dado, proyectadas a realizar con la implementación de infraestructura construida y otras formas de gestión.

8.5 Acrónimos

AC: Corriente Alterna

AICA: Área de Importancia para la Conservación de las Aves

ANP: Área Natural Protegida (Federal o Estatal)

AP: Área del Proyecto

AT: Alta tensión

BT: Baja Tensión

CC: Corriente Continua

CEL: Certificados de Energías Limpias

CENAPRED: Centro Nacional de Prevención de Desastres

CFE: Comisión Federal de Electricidad

CNA: Comisión Nacional del Agua

CONABIO: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad

CONAFOR: Comisión Nacional Forestal

CONAGUA: Comisión Nacional del Agua

CONAPO: Consejo Nacional de Población

COTECOCA: Comisión Técnico Consultiva de Coeficientes de Agostadero.

CRE: Comisión Reguladora de Energía

DC: Corriente Directa

DN: Diámetro Normal al 1.30 de altura. Conocido como Diámetro a la Altura del Pecho (DAP).

DOF: Diario Oficial de la Federación

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

ENE: Estrategia Nacional de Energía

EUPS: Ecuación Universal de Pérdida de Suelo

FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura

GW: Gigawatts

INEGI: Instituto Nacional de Estadística y Geografía

LGDFS: Ley General del Desarrollo Forestal Sustentable

LGEEPA: Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

LGPGR: Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos

LGVS: La Ley General de Vida Silvestre

LT: Línea de transmisión eléctrica

MDE: Modelo Digital de Elevación

MT: Media Tensión

NOM: Norma Oficial Mexicana

OMM: Organización Meteorológica Mundial

PEMEX: Petróleos Mexicanos

PND: Programa Nacional de Desarrollo

POEGT: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

POEL: Programa de Ordenamiento Ecológico Local

PVA: Programa de Vigilancia Ambiental

RE: Reforma Energética.

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

REPDA: Registro Público de Derechos del Agua.

RHP: Regiones Hidrológicas Prioritarias

ROE: Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico

RTP: Regiones Terrestres Prioritarias

SA: Sistema Ambiental

SAGARPA: Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

SEGAM: Secretaría de Ecología y Gestión Ambiental

SEMARNAT: Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales

SEN: Sistema Eléctrico Nacional

SENER: Secretaria de Energía

SIG: Sistemas de Información geográfica

SIGEIA: Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental

UAB: Unidades Ambientales Biofísicas

UMA: Unidades de Manejo para el Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

UTM: Universal Transversal de Mercator

8.6 Bibliografía

Aguilo, M., 1981. Metodología para la evaluación de la fragilidad visual del paisaje. Tesis Doctoral. E. T. S. de Ingenieros de Montes. Universidad Politécnica, Madrid.

Akeroyd J, Synge H. 1992 Higher plant diversity. En Groombridge B (Ed.) Global Biodiversity. Status of the Earth's living resources. Chapman & Hall. Londres. Reino Unido.

Alessandro, M.; Pucciarelli, N.; Rodríguez, M.; Fernández, J. 2012. Cartografía de los Ecosistemas de Mendoza IX Jornadas Nacionales de Geografía Física, Bahía Blanca.

Anguiano Téllez, M.E. y A.P. Trejo Peña. 2007. Vigilancia y control en la frontera México-Estados Unidos: efectos en las rutas del flujo migratorio internacional. Papeles de Población, 51:45-75.

Arizmendi, M. C. y H. Berlanga. 2014. Colibríes de México y Norteamérica. Hummingbirds of México and North América. Conabio. México. 160 pp.

Banco de México. 2016. Ingresos por remesas, información trimestral por municipio. <http://www.banxico.org.mx/SieInternet/consultarDirectorioInternetAction.do?accion=consultarCuadro&idCuadro=CE166§or=1&locale=es>

BANXICO, 2017. www.banxico.org.mx

Blake, S., 1989, Viscoplastic models of lava domes: IAVCEI Proceedings in Volcanology (2) Lava flow and domes, Springer Verlag, Heidelberg.

Caballero Guerrero, J., O. Dávila Sánchez, J.E. De la Hoz Cervantes, N.M. González Flores y S. Méndez Ballín. 2015. Celdas fotovoltaicas, energía renovable para prosperar en México. IPN 160 pp.

Canter, L. & Ross, B. 2010. State of Practice of Cumulative Effects Assessment and Management: the good, the bad, the ugly. Impact Assessment and Project Appraisal.

Canter. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. España.

Carlos Cordero / Quadratin México 3 de julio de 2017. <https://tlaxcala.quadratin.com.mx/nacional/fomento-energias-renovables-shcp-informar-beneficios-fiscales/>.

Castillo Ponce, Ramón A, and Anayatzin Larios Candelas. Remesas y Desarrollo Humano: El Caso de Zacatecas. Scielo.org.mx. N.p., 2017. web. 22 Marzo 2017.

Centro Nacional de Prevención de Desastres. CENAPRED. Consultado 2017. [Http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx](http://www.atlasmnacionalderiesgos.gob.mx)

Colegio de Posgraduados. 1991. Manual de Conservación de Suelo y Agua. Chapingo, México.

Comisión Nacional del Agua. CONAGUA. Consultado en 2017. Servicio Meteorológico Nacional, Normales climatológicas por estación, <http://smn.gob.mx>.

Comisión Nacional Forestal. CONAFOR. 2011. Inventario nacional forestal y de suelos Manual y procedimientos para el muestreo de campo Re-muestreo 2011. Zapopan, México.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. 2017. Portal de Geoinformación. Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad. [Http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/](http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/).

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. 2008. Catálogo de metadatos geográficos.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. CDI. 2006. Nahuas de Tlaxcala. http://www.cdi.gob.mx/dmdocuments/nahuas_tlaxcala.pdf.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. CDI. 2010. Catálogo de localidades indígenas. <http://www.cdi.gob.mx/>.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. CDI. 2006. Regiones indígenas de México. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). http://www.cdi.gob.mx/regiones/regiones_indigenas_cdi.pdf

Comisión Técnica Consultiva para la Determinación de los Coeficientes de Agostadero. COTECOCA. 1978. Determinación de los Coeficientes de Agostadero del estado de Tlaxcala.

Conesa, F.V. 2003. Guía Metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. 2012. CONEVAL Inventario CONEVAL de Programas y Acciones Estatales para el Desarrollo Social 2010.

Consejo Nacional de Población, Proyecciones de la Población. CONAPO. 2010-2050. Estimaciones y proyecciones de la población por entidad federativa. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Proyecciones_Datos

Consejo Nacional de Población, Proyecciones de la Población. CONAPO 2010-2050. Índices de marginación. http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Indices_de_Marginacion

Consejo Nacional De Población. CONAPO. 2011. [http:// www.conapo.gob](http://www.conapo.gob)

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres-CITES. Consultado en 2017. “Apéndices I, II y III: <http://www.cites.org/esp/app/appendices.php>.

Cotler H. Y G. Caire. 2009. Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México. Instituto Nacional de Ecología-WWF, México.

Diario Oficial de la Federación. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010; que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y sujetas a protección especial y que establecen especificaciones para su protección.

EIA. US. 2016. Energy Information Administration. <http://www.eia.gov>.

Energy Information Administration (IEA). 2007. www.eia.gov.

Fernández, J. A., Cervantes, F. A., & Corona Vargas, M. C. 2015. Mamíferos de Tlaxcala, México. Riqueza y conservación de los mamíferos en México a nivel estatal. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. Asociación Mexicana de mastozoología y Universidad de Guanajuato, Distrito federal, México.

Fernández, J. A., Sánchez, O., Flores-Villela, O. A. 2006. New records of Anfibians and reptiles from Tlaxcala, México. Acta Zoológica Mexicana. (n. s.) 22(3): 159-162.

Figuroa S. B.; Amante O. A.; Cortés T. H.; Pimentel L. J.; Osuna C. E.; Rodríguez O. J.; Morales F. F. 1991. “Manual de predicción de pérdidas de suelo por erosión”. Colegio de Postgraduados, México.

Flores VO, Gerez P. 1994. Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad / Universidad Nacional Autónoma de México. México, DF.

Francis, P., Oppenheimer, C. 2004. Volcanoes: Oxford and University Press. (Gran Bretaña), Second Edition.

García Romero, A. y J. Muñoz Jiménez. 2002. El paisaje en el Ámbito de la Geografía. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. UNAM. México.

García, E. 2004. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie libros no. 6. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México. México.

García-Palomo, A., Macías, J.L., Tolson, G., Valdez, G., Mora, J.C., 2002, Volcanic stratigraphy and geological evolution of the Apan region, east-central sector of the Trans-Mexican Volcanic Belt: Geofísica Internacional.

Gío-Argáez, R, López-Ochoterena E., Eds.1993. Diversidad biológica de México. Revista de la Sociedad Mexicana de Historia Natural, Volumen Especial XLIV.

Gómez Orea, D. 1999. Evolución de Impacto Ambiental. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid.

Gómez Orea, D. 2007. Ordenación territorial. Mundi-Prensa. Editorial Agrícola Española, S. A. Madrid, España.

Heywood VH, Davis SD. 1997. Introduction. En Davis SD, Heywood VH, Herrera-macbryde O, Villa-Lobos J, Hamilton AC (Eds.) Centres of Plant Diversity. A guide and strategy for their conservation. Volume 3. The Americas. WWF/UICN. Cambridge, Reino Unido.

Howell, S. N. G. y Webb, S. 1995 A Guide to the Birds of Mexico y Northern Central America. Oxford University Press Inc., New York. U.S.A. 851 pp.

Huizar-Álvarez, R., 1999, Hidrogeología de la subcuenca de Apan-Tóchac, estados de Hidalgo y Tlaxcala, México: Revista Mexicana de Ciencias Geológicas, 16, No. 16 (2), 217-229.

IFC, 2011. Update of IFC's Policy and Performance Standards on Environmental and Social Sustainability, and Access to Information Policy, s.l.: s.n.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. INEGI. 2016. Seleccionar entidad e indicadores. [www3.inegi.org.mx](http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iterm5000/consultar_info.aspx). Recuperado 8 de diciembre 2016, a partir de http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iterm5000/consultar_info.aspx

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Información. INEGI. 2005. Diccionario de Datos Climáticos Vectoriales, escalas 1:250 000 y 1:1 000 000. México.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. 2010. Censo General de Población y Vivienda, México. www.inegi.gob.mx.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. 2010. Perfil sociodemográfico de Tlaxcala.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. 2016. Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala.

Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. INEGI. Consultado en 2017. Productos y servicios. Datos vectoriales. Serie V. [Http://www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx).

Instituto Nacional de Lenguas Indígenas. INALI. 2008. Catálogo de las lenguas indígenas nacionales, variantes lingüísticas de México con sus autodenominaciones y referencias geoestadísticas. http://www.inali.gob.mx/pdf/CLIN_completo.pdf

Integrated Taxonomic Information System (ITIS). 2017 En: ITIS data-base. Consultado en <http://www.itis.gov> el 09/09/2017.

International Association for Impact Assessment. IAIA, 2003. <https://www.iaia.org/uploads/pdf/IAIA-SIA-International-Principles.pdf>

International Association for Impact Assessment. IAIA, 2011. www.iaia.org

International Association for Impact Assessment. IAIA. 2009. www.iaia.org/index.php

International Association for Impact Assessment. IAIA. 2016. IAIA. The leading global network on impact assessment. [iaia.org](http://www.iaia.org). febrero <http://www.iaia.org>

IUCN. 2013. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2013.1. .

Kauffman, K. 2005. Guía de campo de las aves de Norteamérica. Houghton Mifflin Horcourt. Pp.392.

Kimmins, J.P. 2001. The ethics of energy: a framework for action. World Commission on the Ethics of Scientific Knowledge and Technology (COMEST), UNESCO.

Krebs, C. J. 1999. Ecological Methodology. Addison Wesley Longman, Inc., Second Edition, Menlo Park, CA. 620 pp.

Martínez Ménez. M. 2005. Estimación de la Erosión del suelo. <http://www.sagarpa.gob.mx>

Miranda, F. Y E. Hernández-X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México.

Miranda, F. Y E. Hernández-X. 2014. Los Tipos de Vegetación de México y su Clasificación, Edición Conmemorativa 1963-2013, FCE. CONABIO. México.

Mittermeier RA, Goettsch de MC. 1992. La importancia de la diversidad biológica de México. En Sarukhán J, Dirzo R (Comp.) México ante los retos de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. México.

MOPT. 1992. Guía para la elaboración de estudios del medio físico contenido y metodología / Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Secretaría de Estado para las Políticas del Agua y el Medio Ambiente.

National Audubon Society, 2017. Audubon. Consultado: 09 de septiembre de 2017. <http://www.audubon.org/>.

Neyra GL, Durand SL. 1998. Biodiversidad. En Loa LE (Coord.). La diversidad biológica de México: estudio del país. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. CONABIO. México, DF.

Nueva ruta para migrantes. (2016). elsiglodetorreon.com.mx. Recuperado 23 noviembre 2016, a partir de <https://www.elsiglodetorreon.com.mx/noticia/1124952.nueva-ruta-para-migrantes.html>

Nuthall, T. 2014. Climate Change: Implications for the Energy Sector. University of Cambridge.

Olaya, V. 2004. A gentle introduction to SAGA GIS. AESIA Desarrollo y Proyectos Medioambientales, S.L., Madrid, España.

Olaya, Víctor. 2014. Sistemas de Información Geográfica. [Http://volaya.github.io/libro-sig](http://volaya.github.io/libro-sig).

Olvera Vargas, M., S. Moreno Gómez, B. Figueroa Rangel. 1996. Sitios permanentes para la investigación silvícola: manual para su establecimiento. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. FAO–UNESCO. 1988. Soil map of the world. Revised legend. World Soil Resources Report No. 60. Roma.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. FAO–UNESCO. FAO. 1985. Leyenda Revisada FAO/UNESCO. Mapa Mundial de Suelos. Roma, Italia.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2007. www.fao.org

Organización de las Naciones Unidas. ONU. 2005. Evaluación de los Ecosistemas del Milenio. Nueva York.

Organización Meteorológica Mundial. OMM. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. UNESCO. 2012. Glosario Hidrológico Internacional. Ginebra, Suiza.

Pasqualetti, M.J. y M.A. Brown. 2014. Ancient Discipline, Modern Concern: Geographers in the Field of Energy and Society, Energy Research and Social. Science, 1: 122-133.

Pedone, C. 2008. 'Varones aventureros' vs 'madres que abandonan': reconstrucción de las relaciones familiares a partir de la migración ecuatoriana. Capa 30(16):45-64.

Pennington T. Y J. Sarukhán. Árboles tropicales de México, manual para la identificación de las principales especies. 2005 (3ra. Ed.). Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica. México D.F.

Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milla, Borja. 1996. Manual de metodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR-159. Albany, CA; Pacific Southwest Research Station, Forest service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.

Ramamoorthy TP, Bye R, Lot A, Fa J., Eds.1993. Biological Diversity of Mexico. Origins and Distribution. Oxford University Press. Nueva York. EEUU.

Ramírez-Albores, J. E. 2013. Riqueza y diversidad de aves de un área de la faja Volcánica Transmexicana, Tlaxcala, México. Acta zoológica Mexicana. (n. s.), 29(3): 486-512.

Ramos, A y Sotelo. 1987. Paisaje Natural en la Naturaleza de Madrid. Consejería de Agricultura. Comunidad de Madrid, España.

RAMOS, A. (ed.), 1987. Diccionario de la naturaleza. Hombre, ecología, paisaje. Espasa-Calpe. Madrid.

Regiones Terrestres Prioritarias de México. 2000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Richards Michael, Panfil Steven. 2011. Manual para la evaluación de impacto social y sobre biodiversidad (EISB) de los proyectos red+: parte 1 y 2 – Guía básica para los proponentes de proyectos. Forest Trends.

Ruiz Rincón, V. 2015. Los pros y los contras de la Reforma Energética de acuerdo con el paradigma del desarrollo sustentable. Revista digital universitaria. 1(16): <http://www.revista.unam.mx/vol.16/num1/art8/#>

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Editorial Limusa. México, D.F.

Sabatier, Paul A., Will Focht, Mark Lubell, Zev Trachtenberg, Arnold Vedlitz, and Marty Matlock (eds.). 2005. Swimming Upstream: Collaborative Approaches to Watershed Management. Cambridge, MA: MIT Press.

Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentos (SAGARPA). 2014. Resumen municipal pecuario. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.

Secretaría de Energía. SENER. 2016. Prospectiva de Energías Renovables. 2016-2030. [Www.gob.mx](http://www.gob.mx).

Secretaría de Energía. SENER. Inventario Nacional de Energías Renovables (INERE), 2017. [Http://inere.energia.gob.mx](http://inere.energia.gob.mx).

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT. 2015. "México Rumbo a la COP-21" <http://www.depfe.unam.mx/actividades/15/Paris2015sem-SEMARNAT.pdf>.

Secretaría del Desarrollo Social. SEDESOL. 2016. Unidad de microregiones, cédulas de información municipal. <http://www.microrregiones.gob.mx>

Smil, V., 2003. Energy at the crossroads: global perspectives and uncertainties. MIT Press.

Tabuena Lafarga, C.M. 2006. Los malos tratos y vejez: un enfoque psicosocial. Intervención Psicosocial 3(15):275-292.

USDA. Forest Service. 1974. National Forest Landscape Management. Vol. 2, ch. I (The visual management system). U.S. Dep. Agric., Agric. Handbook illus. U.S. Government Printing Office, Washington.

Vanclay, F. 2002. Conceptualising social impacts. Environmental Impact Assessment Review, 22 (3). pp. 183-211.

Vanclay, F. 2003, SIA International Principles. IAIA.

Vanclay, F. 2015. Social Impact Assessment: Guidance for assessing and managing the social impacts of projects, IAIA. University of Groningen

Vanclay, F. y Esteves A.M. (Eds). 2011. New Directions in Social Impact Assessment: Conceptual and Methodological Advances. Cheltenham: Edward Elgar.

Villaseñor, J.L. 2003. Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México. *Interciencia* 28.

Villaseñor, J.L. 2004. Los géneros de plantas vasculares de la flora de México. *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, núm. 75. Sociedad Botánica de México Distrito Federal, México.

Villaseñor, J.L. 2016. Checklist of the native vascular plants of Mexico. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, vol. 87, núm. 3. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.

Walker, B., S. Carpenter, J. Anderies, N. Abel, G. S. Cumming, M. Janssen, L. Lebel, J. Norberg, G. D. Peterson, and R. Pritchard. 2002. Resilience management in social-ecological systems: a working hypothesis for a participatory approach. *Conservation Ecology* 6(1). [online] URL: <http://www.consecol.org/vol6/iss1/art14>.