

SEMARNAT

SECRETARÍA DE
MEDIO AMBIENTE
Y RECURSOS NATURALES



AL PÚBLICO EN GENERAL

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

DIRECCIÓN GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
A M B I E N T A L

CONTENIDO

Concepto	Página
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.	
I.1 Datos generales del proyecto	I-1
I.1.1 Nombre del proyecto	I-1
I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto	I-1
I.1.3 Duración del proyecto	I-1
I.2. Datos generales del promovente	I-1
I.2.1 Nombre o razón social	I-1
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.	I-1
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente	I-1
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	I-1
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO	II-1
II.1 Información general del proyecto, plan o programa	II-1
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa	II-4
II.1.2 Justificación	II-6
II.1.3 Ubicación física	II-7
II.1.4 Inversión requerida	II-9
II.2 Características particulares del proyecto	II-10
II.2.1 Programa de trabajo	II-10
II.2.2 Representación gráfica regional	II-10
II.2.3 Preparación del sitio y construcción	II-11
II.2.4 Operación y mantenimiento.	II-17
II.2.5 Residuos	II-26
II.2.6 Seguridad	II-29
II.2.7 Etapa de abandono del sitio	II-30
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.	III-1
III. 1 Marco Jurídico de la Protección Ambiental.	III-1
III.1.1 Análisis de instrumentos normativos	III-1
III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio	III.2
III.1.3 Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México	III-5
III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México	III-11
III.1.5 Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán Texcoco	III-16
III.2 Áreas Naturales Protegidas	III-18
III.2.1 Áreas Naturales Protegidas del Estado de México	III-18
III.2.2 Acuífero Cuautitlán-Pachuca (1508)	III-19
III.3 Regiones prioritarias	III-21
III.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias	III-21
III.3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)	III-22
III.3.3 Regiones Terrestres Prioritarias	III-22
III.3.4 Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas	III-22
III.4 Tratados y convenios Internacionales en Materia de Medio Ambiente	III.22

III.4.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio climático	III.23
III.4.2 Protocolo de Kioto	III.23
III.5 Planes, políticas e instrumentos de planeación	III.24
III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018	III.25
III.5.2 Prospectiva del sector energético 2016 - 2030	III.26
III.5.3 Prospectiva de gas natural 2016 - 2030	III.27
III.5.4 Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 (SENER)	III.28
III.5.5 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible	III.29
III.6 Marco legislativo de acción federal y estatal	III.30
III.6.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos	III.31
III.6.2 Leyes	III.31
III.6.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente	III.31
III.6.2.2 Ley de Aguas Nacionales	III.32
III.6.2.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	III.34
III.6.2.4 Ley General de Vida Silvestre	III.36
III.6.2.5 Ley General de Cambio Climático	III.37
III.6.2.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental	III.39
III.7 Reglamentos	III.39
III.7.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental	III.39
III.7.2 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales	III.40
III.7.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera	III.41
III.7.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido	III.42
III.7.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos	III.43
III.7.6 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones	III.45
III.8 Normas Oficiales Mexicanas	III.46
III.8.1 Normas de Salud Ambiental, elaboradas por la Secretaría de Salud	III.47
III.8.2 Norma Oficial Mexicana y acuerdo en Materia de Aguas Nacionales	III.47
III.8.3 Norma Oficial Mexicana en materia de Ruido	III.47
III.8.4 Normas Oficiales Mexicanas sobre emisiones a la atmósfera por fuentes fijas	III.48
III.8.5 Normas Oficiales Mexicanas sobre emisiones a la atmósfera por fuentes móviles	III.48
III.8.6 Normas Oficiales Mexicanas en materia de prevención y gestión integral de los residuos	III.48
III.8.7 Norma Oficial Mexicana en materia de biodiversidad	III.49
III.8.8 Norma Oficial Mexicana en materia Seguridad e Higiene Industrial	III.49
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE LAS TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN	IV-1
IV.1. Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto	IV-1

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional	IV-3
IV.2.1. Aspectos Abióticos	IV-3
IV.2.1.1 Clima.	IV-3
IV.2.1.2 Fenómenos climatológicos	IV-3
IV.2.2 Calidad del aire	IV-7
IV.2.3 Geología y geomorfología	IV-8
IV.2.3.1 Geología	IV-8
IV.2.3.2 Características geomorfológicas	IV-11
IV.2.3.3 Presencia de fallas y fracturamientos	IV-12
IV.2.3.4 Suelos	IV-12
IV.2.4 Zonas susceptibles a la erosión en el SAR	IV-15
IV.2.5 Hidrología superficial y subterránea	IV-20
IV.2.5.1 Hidrología superficial	IV-20
IV.2.5.2 Hidrología subterránea	IV-23
IV.3. Medio biótico	IV-26
IV.3.1 Ecosistemas (Vegetación)	IV-26
IV.3.1.1 Vegetación terrestre	IV-28
IV.3.1.2 Metodología para la evaluación de la vegetación	IV-30
IV.3.1.4 Determinación del tipo de vegetación	IV-32
IV.3.2 Diversidad ecológica	IV-42
IV.3.2.1 Comunidades vegetales	IV-42
IV.3.2.2 Diversidad alfa	IV-46
IV.3.2.3 Índice de valor de importancia (IVI)	IV-49
IV.3.2.4 Diversidad beta	IV-49
IV.3.2.5 Diversidad gamma	IV-51
IV.3.3 Flora	IV-52
IV.3.4 Importancia y usos de las especies que constituyen la vegetación.	IV-55
IV.3.5 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010	IV-55
IV.3.6 Estado de conservación de las comunidades vegetales	IV-56
IV.3.6.1 Datos a valorar o indicadores ambientales	IV-57
IV.3.6.2 Definición	IV-58
IV.3.6.3 Resultados	IV-58
IV.3.7 Fauna	IV-60
IV.3.7.1 Caracterización de los puntos de muestreo	IV-61
IV.3.7.2 Composición de la fauna	IV-64
IV.3.7.3 Abundancia de la fauna	IV-67
IV.3.8 Abundancia relativa	IV-68
IV.3.9. Diversidad biológica	IV-70
IV.3.10 Endemismo	IV-72
IV.3.11 Especies en estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010	IV-72
IV.3.12 Uso de la fauna	IV-73
IV.3.13 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs)	IV-73
IV.3.14 Especies indicadoras de disturbio y especies exóticas	IV-74
IV.3.15 Índice de Riesgo (IR)	IV-74
IV.4 Medio perceptual	IV-77
IV.4.1 Calidad Intrínseca (CI)	IV-79
IV.4.2 Calidad visual (CV)	IV-83
IV.4.3 Absorción visual (AV)	IV-85

IV.4.4	Valoración de los componentes ambientales del paisaje	IV-86
IV.4.5	Valoración y análisis del paisaje en el Sistema Ambiental Regional	IV-90
IV.5	Medio Socio-económico	IV-92
IV.5.1	Demografía	IV-92
IV.5.2	Población	IV-93
IV.5.3	Migración	IV-95
IV.5.4	Marginación	IV-97
IV.5.5	Salud	IV-99
IV.5.6	Población Indígena	IV-99
IV.5.7	Vivienda	IV-102
IV.5.8	Actividades económicas	IV-104
IV.5.8.1	Empleo	IV-104
IV.5.8.2	Actividades primarias.	IV-106
IV.5.8.3	Actividades secundarias.	IV-107
IV.5.8.4	Actividades terciarias.	IV-107
IV.5.8.5	Aspectos socioculturales.	IV-108
IV. 6	Diagnóstico Ambiental	IV-115
IV.6.1	Conceptualización de la estructura del Sistema Ambiental Regional e identificación de los factores de presión y componentes ambientales críticos.	IV-115
IV.6.2	Estado actual y tendencias de componentes ambientales y factores de presión	IV-118
IV.6.3	Tendencias de los factores de presión y de los componentes ambientales críticos	IV-121
V.	IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	V-1
V.1.	Identificación de impactos	V-2
V.1.1.	Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales	V-2
V.1.2.	Identificación de componentes del proyecto que pueden ocasionar impactos	V-4
V.1.3.	Factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados	V-4
V.1.4.	Modelo matricial para determinar las interacciones entre el proyecto y ambiente	V-10
V.1.5.	Modelo conceptual de las interacciones del proyecto en el SAR del proyecto	V-15
V.2.	Evaluación de los impactos	V-18
V.2.1.	Criterios para la valoración de los impactos	V-21
V.2.2.	Valoración de los impactos ambientales identificados	V-23
V.2.3.	Matriz de evaluación de impactos ambientales	V-30
V.3.	Caracterización y descripción de los impactos	V-34
V.3.1.	Etapa preparación del sitio y construcción	V-34
V.3.1.1.	Factor atmósfera	V-34
V.3.1.2.	Factor geomorfología	V-35
V.3.1.3.	Factor hidrología	V-36
V.3.1.4.	Factor suelo	V-36
V.3.1.5.	Factor vegetación	V-37
V.3.1.6.	Factor fauna	V-38

V.3.1.7. Factor paisaje	V-39
V.3.1.8. Factor socioeconómico	V-40
V.3.2. Etapa de operación y mantenimiento	V-40
V.3.2.1. Factor atmósfera	V-40
V.3.2.2. Factor hidrología	V-42
V.3.2.3. Factor suelo	V-44
V.3.2.4. Factor fauna	V-44
V.3.2.5. Factor paisaje	V-45
V.3.2.6. Factor socioeconómico	V-45
V.3.3. Etapa de desmantelamiento y abandono	V-45
V.3.3.1. Factor atmósfera	V-45
V.3.3.2. Factor suelo	V-46
V.3.3.3. Factor vegetación	V-46
V.3.3.4. Factor fauna	V-46
V.3.3.5. Factor paisaje	V-46
V.3.3.6. Factor socioeconómico	V-46
V.4. Indicadores de impacto y de cambio climático	V-47
V.4.1. Lista de posibles indicadores de impacto	V-47
V.5. Delimitación del área de influencia	V-50
V.6. Impactos residuales	V-51
V.7. Impactos acumulativos	V-59
V.8. Conclusiones	V-60
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.	VI-1
VI.1 Clasificación de las medidas de mitigación	VI-1
VI.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental y por etapa del proyecto	VI-2
VI.2.1 Etapa de preparación del sitio y construcción	VI-3
VI.2.2 Etapa de operación y mantenimiento	VI-11
VI.2.3 Etapa de desmantelamiento y abandono del sitio	VI-18
VI.3. Programa de vigilancia ambiental	VI-20
VI.4. Seguimiento y control (monitoreo)	VI-31
VI.5. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas	VI-31
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.	VII-1
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto	VII-2
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto	VII-4
VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación	VII-6
VII.4 Pronóstico ambiental	VII-8
VII.5 Construcción de escenarios	VII-9
Bibliografía	
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	
Anexo A. Representante legal y acta constitutiva de EVM	
Anexo B. Programa general de obra y concesión de CONAGUA	
Anexo C. ANP Cerro Gordo, Región Hidrológica 69 y trámites ante el INAH	

Anexo D. Estudio de dispersión de emisiones a la atmósfera

Anexo E. Listado florístico, índices de diversidad de los ecosistemas y fotografías de ecosistemas vegetales y especies florísticas

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

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

I.1 Datos generales del proyecto

I.1.1 Nombre del proyecto

Energía del Valle de México II (EVM II).

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

Carretera Otumba- Ciudad Sahagún Km 15+700 Ejido Francisco I. Madero, Jaltepec, Municipio de Axapusco, Estado de México, C.P. 55965

I.1.3 Duración del proyecto

El Proyecto se desarrollará en una etapa de construcción de 32 meses, le sigue la etapa de comisionamiento de 6 meses. La vida útil de la central es de 20 años a partir de su Operación Comercial, se pretende sea en diciembre de 2020.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

EVM Energía del Valle de México Generador S.A.P.I. de C.V.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

EEV1506232V9

I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente

José Ignacio Engwall Carrasco, Director General de EVM Energía del Valle de México S.A.P.I de C.V.

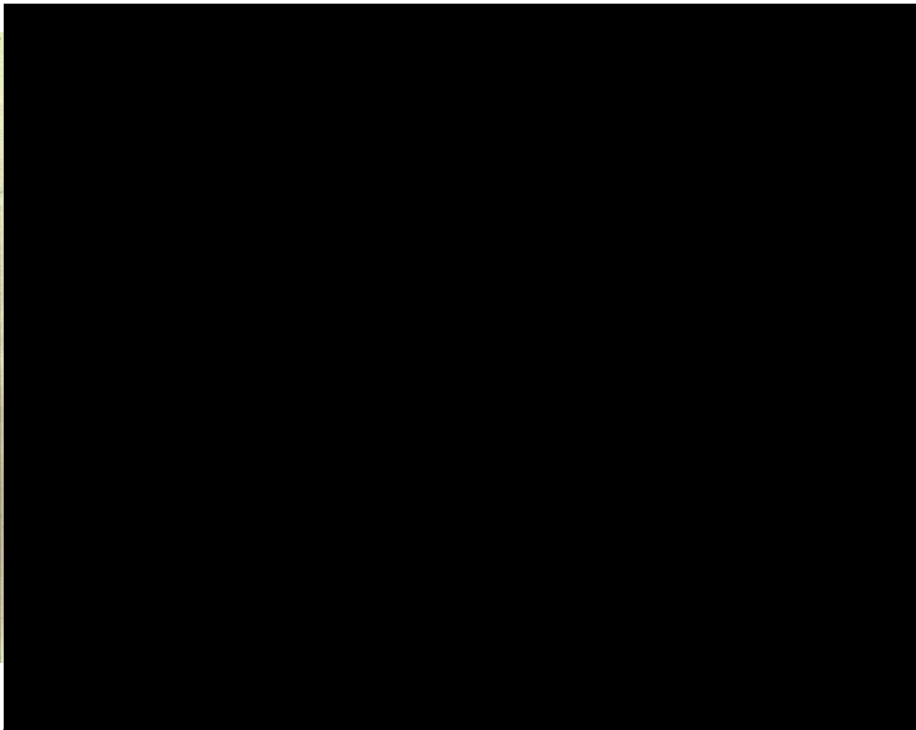
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones

Calle Eugenio Sue número 327, Colonia Polanco Reforma, CP 11550, Delegación Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio

Declaro, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales, en apego al artículo 36 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental.

Ing. Luis Enrique Montañez Cartaxo
Centro de Servicios en Energía y Sustentabilidad, S.C. (ENE-SUS)
Director General



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

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

II.1 Información general del proyecto, plan o programa

El proyecto Energía del Valle de México II (**EVM II**), consiste en la construcción y operación de una para la generación de electricidad, la cual tendrá una capacidad de generación base de 750 MW, pero podrá generar hasta 850 MW. El proyecto se localiza en el Ejido Francisco I. Madero, Jaltepec, Municipio de Axapusco, Estado de México, en el kilómetro 15+700 de la carretera Otumba-Ciudad Sahagún. Actualmente, los terrenos en los que se asentaría el proyecto tienen un uso agrícola de baja productividad, de acuerdo con la cedula de zonificación, como se muestra en la figura II.1.



Figura II.1 Ubicación del proyecto EVM II localización en terrenos agrícolas

Un ciclo combinado transforma la energía térmica del combustible, generalmente gas natural, en electricidad acoplando dos ciclos termodinámicos. Su funcionamiento es el siguiente:

1. Se quema gas natural en una cámara de combustión y se hace pasar por una turbina de gas conectada a un alternador en donde se genera electricidad.
2. Los gases calientes que ya fueron turbinados son aprovechados para calentar agua y convertirla en vapor en un recuperador de calor.
3. Este vapor se hace pasar por una turbina de vapor conectada a otro alternador que también genera energía eléctrica.

La instalación de la Central está compuesta por un bloque con dos turbinas de gas, dos calderas de recuperación de calor (HRSG, por sus siglas en inglés) y una turbina de vapor en un arreglo multiflecha a la intemperie, y sus auxiliares. Al salir de las turbinas de gas (TG), el gas de escape fluye a las HRSG, donde se utiliza como fuente de calor para generar vapor (Figura II.2).

Las unidades turbogeneradoras se interconectarán a una subestación eléctrica (SE) elevadora en hexafluoruro de azufre SF6 que operará en el nivel de 400 kV. Los gases producto de la combustión serán descargados a la atmósfera a través de dos chimeneas de 55 m de altura, una por cada GVRC o HRSG.

La Central contará con oficinas, talleres, laboratorio químico y sistema contra incendios. El camino de acceso será de 160 m y un ancho de corona de 6 m, los caminos interiores tendrán un ancho de vía necesarios para la utilización de grúas móviles para el mantenimiento de estos equipos.

El sistema de suministro de combustible de la Central se localiza en el límite del predio del proyecto; en ese punto será recibido el gas, de aquí partirá una tubería de 8 pulgadas de diámetro que llegará a un área de recepción del combustible en la cual se encontrarán los siguientes equipos: un purificador, un equipo de medición, un cromatógrafo, calentadores y una estación de reducción de presión. Posteriormente, el gas será transportado a las turbinas de gas y los GVRC por una tubería de 6 pulgadas de diámetro que se colocará en una estructura metálica de soporte (rack).

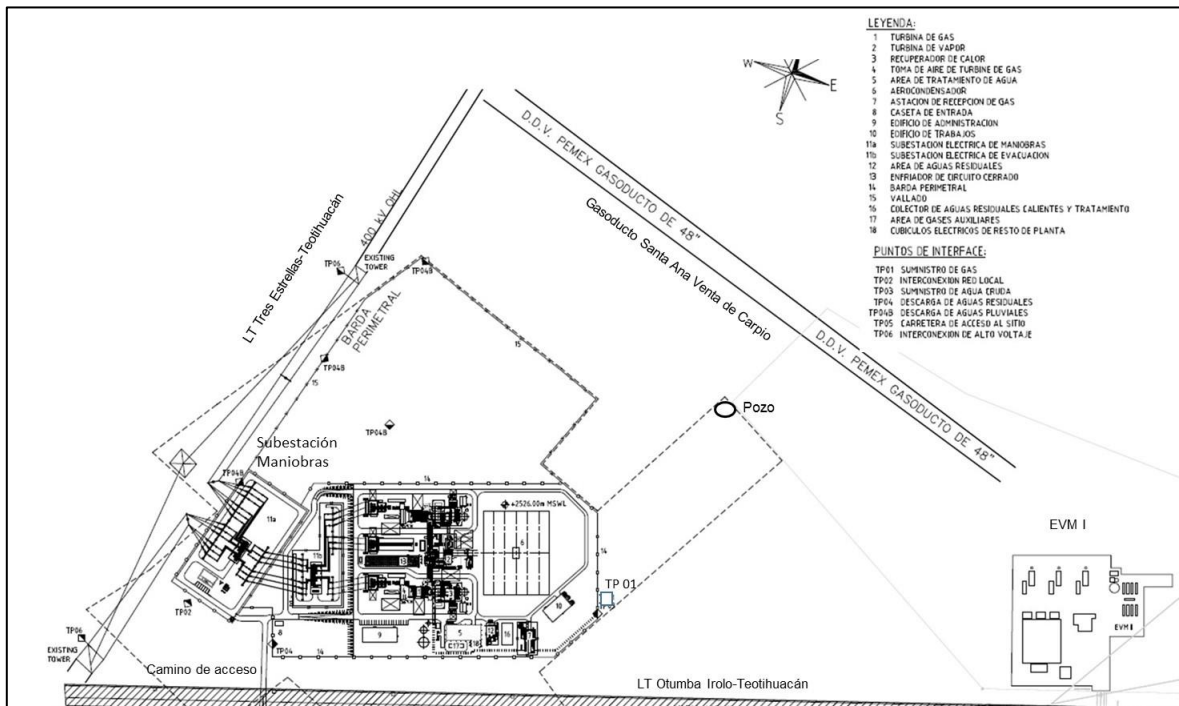


Figura II.2 Arreglo Central EVM II

El abastecimiento de agua para el funcionamiento de la Central, servicios y contra incendio será de un pozo, ubicado en predios de la Central como se aprecia en la figura II.3. Para la etapa de construcción se requerirá un flujo de agua de 70m³/día, los cuales los primeros meses hasta la terminación de construcción del pozo se obtendrán por medio de pipas; mientras que para la operación se requieren 600 m³/día (6.94 l/s). Una vez extraída del pozo, el agua se transportará por una tubería de 6 pulgadas de diámetro y 650 m de longitud a un tanque de agua cruda, en donde se almacenará temporalmente, de aquí será distribuida para satisfacer los servicios de la Central.

La construcción del pozo profundo para abastecimiento de agua potable en el predio de la Central, tendrá el diseño y construcción que se describen a continuación:

1. Ubicación del pozo dentro del predio.
2. Diseño de la bomba de succión y abastecimiento, así como de la línea de conducción del agua hasta el tanque de almacenamiento, proponiendo el diseño más adecuado para asegurar el buen funcionamiento del sistema de abastecimiento de agua.
3. Solicitud y obtención de los permisos de construcción, entre ellos la concesión emitida mediante la resolución B00.801.02.01.-1349 por la CONAGUA (ver anexo C), para la extracción del agua del acuífero Cuautitlán-Pachuca.

Con la ubicación del pozo (figura II.3), así como la capacidad requerida para la extracción del agua, se procede a definir los diámetros de tubería que deben de conformar el pozo, de acuerdo con los estudios de geofísica requeridos para la construcción del pozo de extracción de agua potable, definiendo entre otros aspectos los siguientes:

- La profundidad definitiva que conviene darle al pozo profundo.
- El diámetro de la perforación final que se le dará a las paredes del pozo.
- El diámetro de la tubería de ademe y tubería de cedazo.
- Los volúmenes de material de extracción por la perforación.
- Los volúmenes de grava de relleno para filtro entre la pared y la tubería de ademe.
- La profundidad a la que debe quedar la válvula check.
- La potencia de la bomba para la extracción de agua.
- La cantidad de lodos de perforación que se manejara en las dos fosas.

Los trabajos de construcción son: perforación exploratoria del pozo a una profundidad inicial, estudio geofísico para definir las posibles ubicaciones de los mantos freáticos, así como los volúmenes de agua que proporcione cada manto. Con los datos de estos estudios se determina la profundidad exacta del pozo profundo; actualmente se considera que será de aproximadamente 350 metros de profundidad.

Las áreas de jardines se harán de acuerdo al proyecto arquitectónico del proyecto, respetando la vegetación propia del lugar. Actualmente el predio se encuentra en terrenos agrícolas con un alto grado de alteración y la vegetación presente es arbustiva y herbácea. El proyecto se localiza en el acuífero Cuautitlán-Pachuca, el cual tiene una veda total, por lo que el promovente adquirió los derechos de una concesión previamente otorgada para el aprovechamiento de 500 000 m³/año (15.85 l/s) de agua.

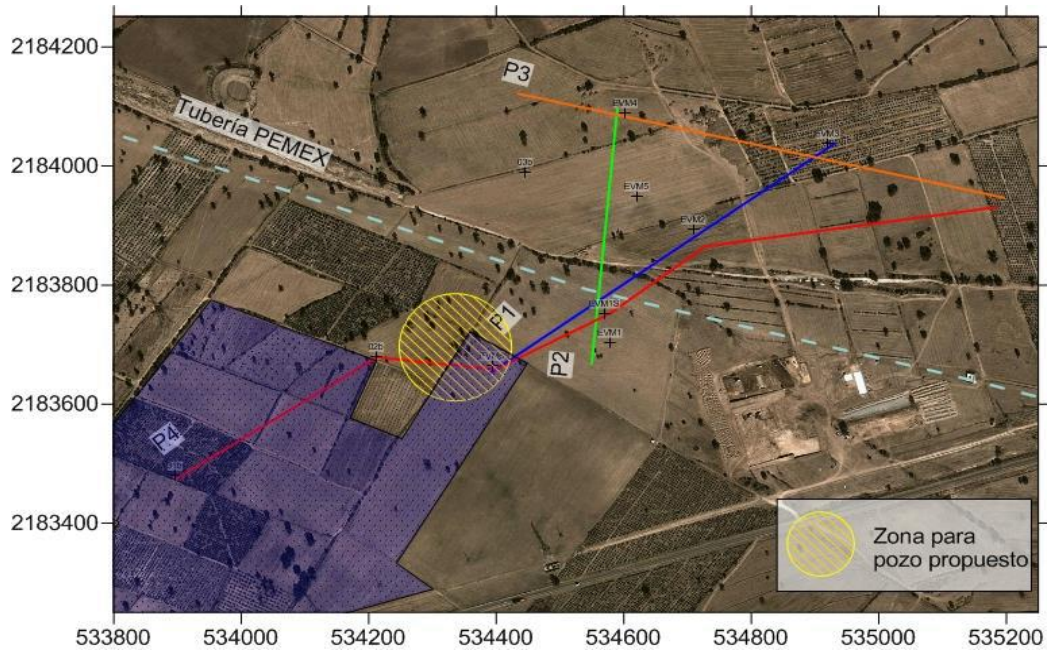


Figura II.3 Ubicación del pozo en predios de EVM.

El gas llegará a la Central a través de un gasoducto que provendrá de Tuxpan-Tula y que terminará en una Estación de Medición y Regulación en el límite del predio, estas instalaciones serán construidas y operadas por CFE Energía, por lo que son independientes de **EVM II**.

La Central EVM II se interconectará a la línea de transmisión de 400 kV Tres Estrellas – Teotihuacán, para lo cual la energía generada será enviada de la SE Elevadora y posteriormente a una SE de maniobras de 400 kV encapsulada en SF6, y la interconexión se hará directamente de esta SE a la LT referida. Estas obras de interconexión eléctrica serán construidas por el promovente y se cederán a la Comisión Federal de Electricidad para su operación, por lo que representan obras asociadas al proyecto.

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto EVM II consiste en la construcción y operación de una de generación de energía eléctrica cuya capacidad de generación será de 850 MW. Su isla de potencia es de tecnología General Electric HA.02, la más eficiente y económica del mercado.

El proyecto **EVM II** tiene como objetivo construir y operar una para generar energía eléctrica que tendrá una capacidad total de generación de 850 MW y utilizará gas natural como combustible. La Central tendrá un esquema de operación en carga base en 24/7, parte de esta generación, 750 MW, se tiene comprometida con CFE Calificados mediante un contrato de cobertura, mientras que los 100 MW excedentes se ofertaran en el mercado eléctrico mayorista. La operación de la Central será bajo el esquema de Generador Único, permiso otorgado por la CRE.

Como una medida para disminuir la vulnerabilidad ante los efectos adversos del cambio climático, este proyecto aprovechará el poder calorífico de los gases de combustión de la turbina de gas para calentar agua y convertirla en vapor, lo cual se traduce en una mayor eficiencia energética. Además, con la instalación del aerocondensador se recuperará una parte del agua que se reutilizará en el ciclo de vapor agua, lo cual aminora la cantidad de agua requerida para la operación de la Central.

De acuerdo con la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), el proyecto pertenece al sector secundario de la economía, como se muestra en la tabla II.1.

Tabla II.1 Sectores de la Productividad total de los factores y contribución al crecimiento económico de México, a partir del valor de producción, por sector de actividad económica (INEGI, 2015)

Sector	
Sector primario	
11	Agricultura, cría y explotación de animales, aprovechamiento forestal, pesca y caza
Sector secundario	
21	Minería
22	Generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, suministro de agua y de gas por ductos al consumidor final
23	Construcción
31-33	Industrias manufactureras
Sector Terciario	
43	Comercio
48-49	Transportes, correos y almacenamiento
51	Información en medios masivos
52	Servicios financieros y de seguros

El proyecto se integra por el siguiente conjunto de obras y equipos

a) Equipos Principales de Generación

- Dos unidades turbogeneradoras de gas (tipo GE 7HA.02)
- Dos generadores de vapor por recuperación de calor (GVRC o HRSG)
- Un turbogenerador de vapor, en arreglo multiflecha
- Un sistema de enfriamiento principal con aerocondensador
- Dos chimeneas

b) Sistema eléctrico

- Interconexión de las unidades turbogeneradoras con la subestación elevadora de la central de nivel de tensión de 18 kV a 400 kV, transformador elevador y tableros.

- Subestación de maniobras de 400 kV encapsulada en SF6: con línea de transmisión de aprox. 0.6 km que se entroncara con el circuito de la Red Nacional de Transmisión Tres Estrellas–Teotihuacán de 400 kV (obras de interconexión eléctrica que se cederán a CFE).

c) Sistema de suministro de combustible

- Tubería de 8 y 6 pulgadas de diámetro
- Área de recepción de combustible: filtro, tanque para condensados, sistema de reducción de presión, calentador, analizador de gas.

d) Sistema de suministro de agua

- Sistema de suministro de agua: pozo, bomba y tubería de 6 pulgadas, equipos para tratamiento de agua potable y desmineralizada
- En el área de equipos principales: tubería, bombas y tanques de almacenamiento
- Equipo para la producción de agua desmineralizada: ultrafiltración, ósmosis inversa y electrodesionización
- Sistemas auxiliares para el balance de planta necesarios para que en conjunto cumplan con los valores garantizados de generación.

e) Obras auxiliares

- Edificios administrativos, talleres, laboratorio químico, caminos de acceso, estacionamientos (interno y externo para visitantes),
- Sistemas de tratamiento de aguas residuales (equipo de tratamiento aguas sanitarias, tanque separador de grasas y aceites y fosa de neutralización),
- Caseta de vigilancia, bardas y cercados.

II.1.2 Justificación.

Criterio demanda de energía. En el año 2014 fueron promulgadas las leyes que surgieron de la reforma energética con la que se prevé un crecimiento adicional en la economía para los próximos 10 años. Esta reforma pretende generar millones de nuevos empleos en el mediano y largo plazo.

Uno de los principales beneficios de la reforma es la posibilidad que se le otorgó a la iniciativa privada de participar en actividades que antes eran facultad exclusiva del Estado con la finalidad de fortalecer a sus empresas productivas. De esta forma es que la EVM II pretende ser una fuente generadora de energía que satisfaga la creciente demanda en la región centro del país, que obedece al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (PRODESEN) 2016-2030 contiene la planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) para ese periodo; dicho Programa tiene entre sus principales objetivos:

- Garantizar la eficiencia, calidad, confiabilidad, continuidad y seguridad del SEN.
- Promover la instalación de los recursos suficientes para satisfacer la demanda en el SEN.

De acuerdo con los escenarios de planeación, se proyecta un crecimiento medio anual de 3.4 % en el consumo de energía eléctrica del SEN entre el 2016 y el 2030, y se prevé que la demanda máxima integrada del Sistema Interconectado Nacional (SIN) tenga un crecimiento medio anual de 3.7 %. El proyecto CC EVM II coadyuvará a satisfacer la demanda de energía en la región de control Centro.

Criterio ambiental. Se cumplen los siguientes requisitos del Banco Mundial y del Banco de Exportación-Importación de EE.UU.: minimización de materiales peligrosos y tóxicos al no utilizar equipo que contenga bifenilos policlorados (PCBs) o clorofluorocarbonos (CFCs) y los

materiales que contienen asbestos. adicionalmente se cumplirá con los Reglamentos de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), Ley de Aguas Nacionales, Ley General de Cambio Climático, Ley General de Vida Silvestre y las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes en la materia.

Desde el punto de vista ambiental las Centrales de Ciclo Combinado tienen las siguientes ventajas con respecto a una Central Termoeléctrica Convencional:

- Mayor eficiencia termodinámica, lo que repercute en ahorro energético (es decir, menor combustible utilizado por MW generado), la eficiencia de la Central será de 59.8%.
- Baja emisión de contaminantes a la atmósfera,
- Ocupa menor superficie de terreno por MW instalado (menor impacto visual y uso de suelo)
- Más bajo consumo de agua de enfriamiento.

Además, en el sitio de desarrollo del proyecto no se afectarán terrenos forestales y se aprovechará la infraestructura existente: carretera y línea de transmisión.

Criterio social. Desde el punto de vista social, EVM II tiene las siguientes ventajas:

- La distancia de poblados, siendo las poblaciones más cercanas Tecuatilán Atla (aproximadamente a 1.3 km al oeste del predio), Fraccionamiento Xala (cerca de 2.5 km al noreste del predio) y Jaltepec (aproximadamente a 3.6 km al sureste del predio).
- Lejanía del proyecto con zonas turísticas o de potencial turístico, no teniendo un impacto relevante a la estética de paisaje de la zona;
- Buena relación con las poblaciones vecinas, EVM Energía cuenta con una fundación mediante la cual otorga apoyos sociales, lo que se ha traducido en aceptación del proyecto por la población cercana al sitio;
- No existirá una alteración a las cadenas de producción del lugar y/o aprovechamiento de recursos naturales.

II.1.3 Ubicación física

El sitio donde se ubicará la Central es a un costado de la carretera Otumba- Ciudad Sahagún, Km 15+700, ejido Francisco I. Madero, Jaltepec, Municipio de Axapusco, Estado de México, C.P. 55965. Los predios donde se ubicará el proyecto ya han sido adquiridos por el promovente, los cuales tienen un uso de suelo agrícola de baja productividad, y están rodeados por la siguiente infraestructura: al oeste se encuentra la LT Tres Estrellas - Teotihuacán de 400 kV y; al norte corre el gasoducto Santa Ana- Cempoala de 48 pulgadas

de diámetro; y al sur la LT Irolo-Otumba-Teotihuacán, de 230 kV, y el oleoducto Togo- Venta de Carpio, como se presenta en la figura II.4.



Figura II.4 Localización de la Central EVMII

El proyecto se ubicará en un predio de 26.05 ha, dentro del cual se ubicarán las instalaciones permanentes y las temporales. El polígono del predio se muestra en la figura II.5 y el cuadro de coordenadas en la tabla II.2. Como puede observarse, por el desarrollo del proyecto no se afectarán terrenos forestales, sólo serán retirados algunos individuos de pirul (*Schinus molle*).



Figura II.5 Aspecto general del predio del proyecto Energía del Valle de México II

Tabla II.2 Cuadro de construcción del polígono del proyecto de la Central EVM II

Lado Est PV	Rumbo	Distancia	Vértice	Coordenadas UTM	
				Y	X
			V1	2, 183,218	534,060
V1 V2	S 73° 42'57.26" W	39	V2	2, 183,207	534,023
V2 V3	S 86°26'15.22" W	11	V3	2, 183,207	534,011
V3 V4	N 65°44'31.61" W	66	V4	2, 183,233	533,952
V4 V5	S 36°14'29.55" W	75	V5	2, 183, 173	533,907
V5 V6	S 73°38'13.64" W	57	V6	2, 183, 157	533,853
V6 V7	N 63°14'48.24" W	181	V7	2, 183,239	533,692
V7 V8	N 40°29'11.38" E	92	V8	2, 183,308	533,751
V8 V9	N 31 °25'54.08" E	109	V9	2, 183,401	533,808
V9 V10	N 65°14'07.76" W	106	V10	2, 183,446	533,711
V10 V11	N 35°52'15.00" E	98	V11	2, 183,526	533,769
V11 V12	N 36°59'31.80" E	106	V12	2, 183,611	533,833
V12 V13	N 36° 10'07.86" E	202	V13	2, 183,775	533,952
V13 V14	S 68°09'01.23" E	119	V14	2, 183,730	534,063
V14 V15	S 69°11'16.78" E	100	V15	2, 183,694	534,157
V15 V16	S 67°57'22.57" E	58	V16	2, 183,672	534,211
V16 V17	S 23°02'17.42" W	104	V17	2, 183,576	534,170
V17 V18	S 66°46'43. 76" E	88	V18	2, 183,542	534,252
V18 V19	N 30°38'53. 72" E	209	V19	2, 183,721	534,358
V19 V20	S 59°21 '06.28" E	104	V20	2, 183,668	534,448
V20 V21	S 31 °27'39.04" W	393	V21	2, 183,332	534,243
V21 V22	S 53°08'33.63" E	72	V22	2, 183,289	534,301
V22 V1	S 73°34'55.73" W	251	V1	2, 183,218	534,060
Superficie total 260,591 m²					

II.1.4 Inversión requerida

El financiamiento del proyecto se está estructurando mediante un esquema de participación de capital del 30% y un financiamiento del 70%, aunque es probable que este porcentaje varíe a una composición 20% de capital y 80% de financiamiento, de acuerdo con las discusiones sostenidas con varios bancos.

Los accionistas que aportan capital en EVM son de la ya existente empresa EVM Energía del Valle de México, S.A.P.I. de C.V., con una participación del 60% en el capital social, y una de las filiales de General Electric® que aportará 40% al capital social.

En virtud que EVM celebró con CFE Calificados el día 10 de noviembre de 2016 un contrato de cobertura para la compra y venta de potencia, energía eléctrica y servicios conexos, con una vigencia de 20 años, se cuenta con propuestas de los siguientes bancos para el financiamiento del proyecto: Sumitomo Mitsui Bank Corporation, Banco Santander y Citibank. En los tres casos el financiamiento está planteado a ser un financiamiento mixto, que significa que una porción del financiamiento (50%) es otorgado por los bancos directamente en un esquema llamado "maxiperim", que es de relativamente corto plazo (periodo de construcción + 7 años) y otra porción con participación de la banca de desarrollo mexicana, en un esquema de largo plazo (periodo de construcción + 15 años), estando bajo la responsabilidad de estos bancos la incorporación de la banca de desarrollo. Hay otras variantes ofrecidas por estos bancos que aún están bajo evaluación.

Las ofertas de todos estos bancos son muy competitivas. EVM junto con su socio General Electric están en el proceso de negociar con los mismos las condiciones más favorables para el proyecto y por ello no se señala en este documento cuál es la opción elegida.

El monto de la inversión estimada para la ejecución del proyecto es de USD \$600,000,000.00 (seiscientos millones 00/100) de dólares estadounidenses. Para la operación se estima un gasto anual de USD \$ 340,000,000.00 (trescientos cuarenta millones 00/100).

El proyecto se desarrollará en una primera etapa de construcción de 32 meses. Le sigue una etapa de comisionamiento de 6 meses. La vida útil de la central es de 20 años en todas sus obras y componentes desde su inicio de operación comercial en el 2021 e incluye un programa de mantenimiento preventivo, correctivo y mayor.

II.2 Características particulares del proyecto

La Central EVM II contará con permiso de Generador Único expedido por la Comisión Reguladora de Energía (CRE), el cual se encuentra actualmente en trámite.

II.2.1 Programa de trabajo

El programa de eventos clave del proyecto se muestra en la tabla II.3, donde se integra el programa con las actividades clave para la preparación del sitio, construcción y puesta en servicio e inicio de operación.

La vida útil de la central es de 20 años. El programa general de trabajo se puede consultar en el anexo A.

Tabla II.3 Programa de actividades

Evento	Fecha
Firma de contrato	Junio 2017
Cierre financiero	Septiembre 2017
Inicio de preparación del sitio y construcción	Octubre 2017
Inicio de pruebas y puesta en servicio	Octubre 2019
Inicio de operación comercial	Marzo 2021

II.2.2 Representación gráfica regional

El sitio se localiza en la Región Valle Cuautitlán-Texcoco, que se ubica al oriente del Estado de México, tiene una superficie que representa el 28 por ciento del territorio de la entidad y se conforma por 59 municipios metropolitanos del Estado. Limita al norte con el estado de Hidalgo, al sur con el Distrito Federal (hoy CDMX) y el estado de Morelos, al oriente con los estados de Tlaxcala y Puebla y al poniente con municipios del propio Estado de México (figura II.6).

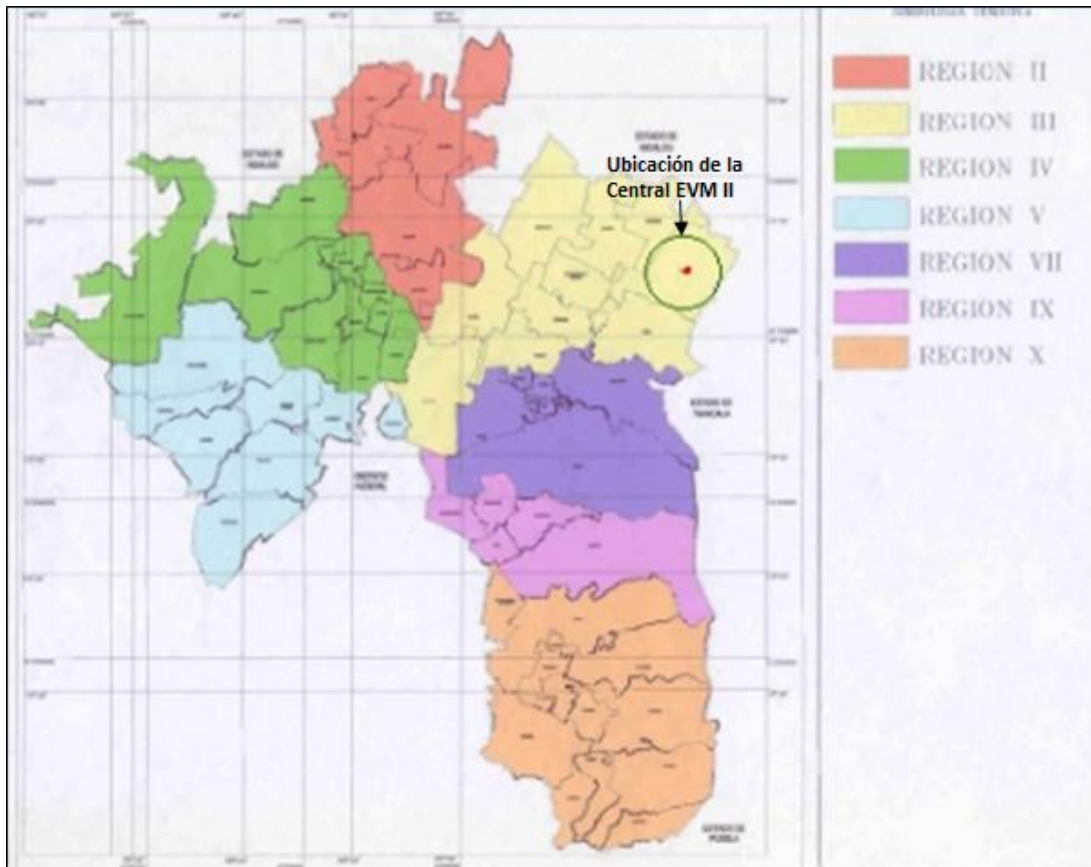


Figura II.6 Ubicación del proyecto EVM II en la Región Valle Cuautitlán-Texcoco

II.2.3 Preparación del sitio y construcción

Antes de iniciar los trabajos de preparación del sitio se realizó un levantamiento topográfico, además de estudios de mecánica de suelos e hidrogeología para determinar las propiedades del subsuelo, las cuales serán la base para definir las cimentaciones y materiales para las plataformas. Las actividades de preparación del sitio y construcción cumplirán con la normativa aplicable, entre otra, de ruido, emisiones a la atmósfera por fuentes móviles, manejo de residuos sólidos, residuos peligrosos y aguas residuales. Las instalaciones a desarrollarse en las etapas de preparación del sitio y construcción y el área que se requerirá para cada una de ellas se desglosan en la Tabla II.4.

Desmante y Despalme. El terreno donde se instalará el proyecto es propiedad de EVM Energía y no tiene pendientes pronunciadas. Se estima que se removerá una capa de 50 cm de espesor de suelo; el material retirado será reutilizado para relleno dentro de la misma propiedad, o se donará a agricultores de la zona. El volumen de material de relleno será aproximadamente de 106,350 m³.

El desmonte y despalme únicamente se realizará en las áreas donde se implantará el proyecto y las instalaciones provisionales (97,000 m²) y consistirá en la remoción de los elementos arbóreos, arbustivos y la capa herbácea presentes en el polígono del proyecto; serán retirados los árboles de pirul (*Schinus molle*), arbustos y plantas de nopal (*Opuntia ficus-indica*) y maguey (*Agave sp.*) que se encuentran dispersos delimitando algunas parcelas.

Conformación de terracerías y plataformas: excavaciones, rellenos, compactación y nivelación del terreno. Para formar las terracerías y las plataformas será utilizado material (tierra y fragmentos de roca) del mismo predio; en el caso de que se requiera más material se adquirirá de bancos autorizados. Por ser un terreno semiplano no se requiere de cortes ni de métodos especiales de excavación, compactación o nivelación.

Construcción de caminos interiores provisionales. Se realizará la construcción de un camino para permitir el ingreso de vehículos, maquinaria y equipos de construcción necesarios para cada una de las actividades del proyecto. Dichos trabajos comenzarán desde el inicio de las actividades de despalme y nivelación.

Para este fin, se construirá un camino temporal de la entrada de la carretera Otumba- Cd. Sahagún a los predios de EVM con un ancho promedio de 13 m, pendiente no mayor del 5% y se realizarán las obras asociadas al camino, como canales de escurrimiento, cunetas, etc., cumpliendo las especificaciones técnicas normativas para el tránsito adecuado de los equipos. Estos caminos servirán para posteriormente permitir el acceso que permitirá realizar el mantenimiento de la planta. Los caminos serán trazados, nivelados y compactados, utilizando material del mismo predio y de ser necesario de bancos previamente autorizados.

Construcción de oficinas, almacenes y talleres provisionales. Se ubicarán a un costado de la zona donde se construirá el proyecto. Se instalarán oficinas, estacionamiento, talleres, patios de servicio y almacenes de materiales y residuos peligrosos y de manejo especial, un puesto médico, sanitarios móviles, puesto de vigilancia, patio de concreto y patio de chatarra. Las oficinas ocuparán una superficie de 3,750 m², el estacionamiento 4,630 m².

Las oficinas provisionales serán construidas con paneles y los pisos serán de cemento; tendrán servicios sanitarios y de energía eléctrica. Los talleres y almacenes se construirán con estructura de acero, paredes de tabique, lámina galvanizada, anclados a una base de concreto y los almacenes de residuos cumplirán con lo establecido en la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR).

Al finalizar la construcción, estas instalaciones serán retiradas, el terreno se limpiará y rehabilitará.

Cimentaciones, estructuras de concreto, edificios, barda perimetral y obras exteriores para protección. El diseño y la construcción de las cimentaciones dependerá de la carga de la estructura / equipamiento y las condiciones del suelo. La capacidad de carga permitida está determinada por el estudio de la mecánica de suelos del sitio y el uso de factores de seguridad.

Para los equipos de gran peso como los turbogeneradores, transformador y chimeneas, se desarrollarán cimentaciones profundas (pilotes). La cimentación se complementará con

encepados de concreto reforzado, un macizo de concreto armado o zapatas de concreto reforzado de acuerdo con los planos del fabricante.

Para algunos equipos y los edificios se desarrollarán cimentaciones superficiales. Para ello se realizarán excavaciones a cielo abierto a profundidades que varían de 1 hasta 4.50 m, utilizando medios manuales o maquinaria. Los equipos ligeros y de pequeñas dimensiones podrán anclarse directamente a las losas de piso o zapatas de concreto sobre el terreno. Los elementos de las estructuras de concreto que se requerirán, son:

- Columnas
- Castillos
- Guarniciones y banquetas
- Trabes
- Dalas
- Pavimentos rígidos
- Losas
- Cerramientos
- Ductos y trincheras
- Alcantarillas de concreto reforzado

Los edificios y la barda exterior serán construidos con métodos convencionales, Para la colocación de acabados se utilizará la herramienta necesaria (menor). En el frente de la Central, al pie de la barda, se construirá un canal de 1 m de ancho, 1 m de profundidad y 700 m de longitud, para desviar los escurrimientos pluviales exteriores hacia la escorrentía natural.

Cercado de la planta El cercado perimetral contará con un acceso principal, el cual tendrá puertas con un ancho de 6 metros y alambre de púas conectado a la cerca perimetral. La longitud aproximada de la cerca será de 4,300 m.

Montaje de equipo electromecánico. Comprende las turbinas de gas y vapor, generadores, aerocondensador, transformadores, chimeneas, tableros, equipos de instrumentación y control, tuberías. Para su instalación se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida por cada maniobra y el peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de estructuras, pailería y soportes diversos.

Asimismo, se instalarán los sistemas de tubería, los cuales se soportarán por estructuras metálicas o de concreto. Las válvulas de operación normal, así como los instrumentos, se ubicarán accesibles para su operación desde el piso o plataforma.

Balance de Planta (Sistemas Auxiliares). Es un conjunto de sistemas que asisten a los sistemas principales y que son indispensables para el funcionamiento de una planta de ciclo combinado, de los cuales destacan los siguientes:

Sistema de suministro de gas. El suministro de gas será a través de un ramal del gasoducto Tuxpan-Tula, el cual será operado por CFE Energía. A partir del punto de entrega del gas, a la salida de una estación de medición y regulación, se colocará una tubería de 8 pulgadas de diámetro y aproximadamente 250 m de longitud al área de recepción de gas, en donde se instalarán los siguientes equipos: filtro, tanque colector de condensados, calentadores, reductores de presión y analizadores de gas. De esta área se llevará el gas por tubería de 6

pulgadas de diámetro a las turbinas gas y los recuperadores de calor. La tubería se montará en estructura metálica. El consumo de gas será del orden de 133 MMPCD, operando la Central al 100% de carga y con fuego suplementario.

Estación de compresión de aire. El aire que se suministrará a las cámaras de combustión provendrá de una estación de compresión de aire, que abastecerá el aire en las condiciones requeridas para la combustión.

Sistema de suministro de agua. El suministro de agua para la Central será de un pozo que se perforará a una profundidad de 350 m en el extremo noroeste del predio; la perforación se hará con una perforadora mecánica y se utilizará bentonita o gel de polímero. Se instalarán casetas para alojar los equipos de bombeo y los paneles de control, que en conjunto ocuparán una superficie de 150 m². Para llevar el agua al tanque de recepción se instalará una tubería enterrada de 6 pulgadas de diámetro y aproximadamente 650 m de longitud.

El agua cruda que se extraiga del pozo se enviará a un tanque de agua cruda, de éste se suministrará agua al sistema de desmineralización, a la unidad de potabilización, al sistema de agua de servicio y al sistema de agua contra incendio.

El agua desmineralizada se producirá mediante los tratamientos de ultrafiltración, ósmosis inversa y electrodesionización, para obtener un alto grado de pureza. El agua desmineralizada se alimentará al tanque de agua desmineralizada y posteriormente se suministrará a los consumidores correspondientes. El agua potable se producirá en la unidad de potabilización, se almacenará en un tanque de agua potable y después se suministrará al sistema de distribución de la central.

Sistema cerrado de agua de enfriamiento. El sistema cerrado de agua de enfriamiento (SAE) es un sistema cerrado llenado con agua desmineralizada tratada que abastece a diversos usuarios de la planta con agua fría limpia y no corrosiva. Se proporcionan bombas para recirculación. El agua caliente se enviará a los enfriadores de agua que se alimentan desde el sistema auxiliar de agua de enfriamiento (SAAE). El agua caliente vuelve a enfriarse por medio de un enfriador de aire/agua de tiro inducido de bahías múltiples.

Sistema de monitoreo continuo de emisiones. Se instalarán dos sistemas para el monitoreo continuo de emisiones a la atmósfera (uno para cada una de las chimeneas), con la finalidad de vigilar que las emisiones de NO_x y CO₂ se mantengan dentro los límites que establece la NOM-085-SEMARNAT-2011.

Sistemas de almacenamiento y distribución de gases y químicos. El suministro de gases auxiliares consiste en sistemas individuales de suministro de hidrógeno y dióxido de carbono. Se requiere hidrógeno gaseoso para reponer las pérdidas durante el funcionamiento y relleno de los refrigeradores del generador durante el mantenimiento.

El dióxido de carbono gaseoso se utiliza para desplazar el hidrógeno y el aire en los refrigeradores del generador durante el mantenimiento. Los cilindros están conectados a un colector de alta presión por mangueras flexibles. El hidrógeno se alimenta entonces a la tubería de distribución que alimenta los refrigeradores del generador.

Sistema de suministro de dióxido de carbono. El dióxido de carbono metaestable se almacena en cilindros disponibles comercialmente dispuestos sobre paletas. Se proporciona un sistema de pesaje para monitorear el consumo. Los cilindros son conectados a un colector de alta presión por mangueras flexibles. El dióxido de carbono se alimenta a la tubería de distribución que sirve a los enfriadores del generador.

Obras hidráulicas y equipos de tratamiento de agua residuales. Las redes de drenaje serán independientes para aguas pluviales, sanitarias, aceitosas y de proceso, de acuerdo con lo siguiente:

- Aguas Pluviales. Se recolectará el agua pluvial de las zonas pavimentadas no susceptibles de contaminación y de las cubiertas de los edificios y se conducirá por tubería enterrada de polietileno hasta los puntos de conexión con el punto de vertido en límite del predio. En los entronques se construirán trincheras de concreto reforzado provistas de tapa de rejilla metálica apta para soportar tráfico pesado.
- Aguas Sanitarias. Se contará con sanitarios en los edificios eléctricos y de control, oficinas y laboratorio. El agua residual de los sanitarios se conducirá por gravedad en tubería enterrada de polipropileno a un equipo para su tratamiento que cumplirá con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
- Aguas aceitosas. En el área de los turbogeneradores se pueden presentar derrames de aceite, por lo que durante la época de lluvias el agua pluvial se puede contaminar con aceite. Esta zona estará pavimentada con losas de concreto armado dotadas de pendientes que conducirán a los escurrimientos a una red de drenaje enterrada de polipropileno, la cual llegará al equipo separador agua-aceite y después de ser separado el aceite, el agua se conducirá a la fosa de neutralización, en donde se acondicionará para cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.
- El equipo separador de grasas y aceites recibirá mantenimiento periódico. Las grasas y aceites que se acumulen se coleccionarán y se enviarán a disposición final, para lo cual se contratará a una empresa autorizada para la recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos, de acuerdo con lo que marca la LGPGIR y su Reglamento.
- Existirá un sistema de generación de emergencia que funcionará con diésel. El equipo tendrá integrado un tanque de diésel con una capacidad del orden de 1, 500 litros; este sistema se montará en una plancha de concreto y se construirá un dique de contención para retener el combustible que accidentalmente se derrame y así prevenir la contaminación del suelo y otras áreas de la Central.
- Agua de proceso. Las aguas residuales de los lavados químicos de los equipos, del rechazo de los equipos de ultrafiltración, de ósmosis inversa y electrodesionización, de las purgas de los sistemas de enfriamiento y del ciclo de vapor-agua, se conducirán por gravedad en tubería enterrada de polipropileno a una fosa de neutralización en donde serán acondicionadas para cumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996. Se estima que se generarán del orden de 412 m³ de agua al día (4.7 l/s). El agua se entregará a los ejidos Francisco I. Madero, Jaltepec y Tecuautitlán para utilizarse en riego agrícola.
- La fosa de neutralización estará equipada con un control de pH, mediante la dosificación de ácido sulfúrico e hidróxido de sodio (incluirá tanques y bombas dosificadoras para inyección de químicos), bombas centrífugas verticales, tuberías, válvulas automáticas, mezcladores y accesorios. Esta fosa estará recubierta con loseta antiácida.

Construcción de vialidades. Se contempla la construcción de vialidades de acceso provisional previsto en el límite del sitio para las obras hasta las zonas de actuación. Alrededor de los grupos turbogeneradores se construirán vialidades de mantenimiento, de concreto

hidráulico reforzado para tráfico. Perimetralmente estarán dotados de bordillos y/o banquetas en las zonas en las que sea previsible el tránsito de peatones.

Para el acceso a la Central desde la carretera Otumba- Ciudad Sahagún, se construirá un camino asfaltado de 160 m de longitud y un ancho de corona de 6 m; el derecho de vía del camino será de 8 m. Para la construcción de los caminos será utilizado material (tierra y fragmentos de rocas) del mismo predio o de ser necesario de bancos previamente autorizados, llevándolo al nivel de compactación recomendado por el estudio geotécnico.

Estacionamiento exterior para visitantes. Será habilitada una plataforma de 450 m² junto al acceso a la Central, que servirá de estacionamiento para visitantes y proveedores.

Áreas verdes. Al término de la construcción, se habilitarán áreas verdes; formadas con césped y arbustos de especies autóctonas.

Servicios requeridos para la preparación del sitio y construcción. Para la etapa de preparación del sitio y construcción no se requiere la instalación de un campamento. Los servicios requeridos en esta etapa serán los siguientes:

- Sanitarios para los trabajadores: se instalarán sanitarios móviles (1 por cada 10 trabajadores). Se subcontratará los servicios de mantenimiento, limpieza y disposición de los residuos con una empresa especializada y que cuente con los permisos y autorizaciones correspondientes.
- Abastecimiento de agua para actividades de preparación del sitio y construcción: al inicio se suministrará en pipas y posteriormente de pozo.
- Agua potable para los trabajadores: será suministrada con garrafones de 20 litros.
- Combustible: la gasolina para los vehículos se suministrará en estaciones de servicio en las poblaciones cercanas. El diésel para la maquinaria que se utilice durante la preparación del sitio y construcción, se suministrará con pipas que llegarán al predio, el combustible se despachará mediante una bomba automática. Para el suministro de este combustible, se contratará a una empresa que cumpla con las especificaciones y autorizaciones correspondientes para el manejo, transporte y distribución del combustible. El despacho se hará en un área que contará con una plancha, geo membrana y un dique de concreto para contener posibles derrames.
- Energía Eléctrica: La potencia requerida para construcción es de 3000 kVA la cual será suministrada a través de un circuito de distribución de tensión en 23 kV para lo cual se hará la contratación de este servicio a CFE Distribución. La conexión en media tensión será a partir de las estructuras existentes del circuito Irolo 001, ubicado en el municipio de Otumba, a partir del punto de conexión, se proyectará una línea de media tensión 3F-4H, colocándose estructuras voladas, del mismo modo, a partir del punto de conexión con el sitio de emplazamiento se proyectará una línea de media tensión subterránea, y se instalarán los equipos requeridos, acometidas y transformadores.
- Aguas residuales: en la etapa de pruebas y puesta en servicio, los efluentes de los lavados químicos serán manejados conforme a la normativa ambiental vigente. Estos efluentes serán colectados y enviados a tratamiento con una empresa autorizada para el manejo de este tipo de residuos.
- Recurso humano: Se contempla una contratación para la etapa de construcción donde al menos el setenta por ciento (70%) de mano de obra sea de habitantes de las zonas

aledañas. Se estima que en promedio se emplearán de 250 personas a 750 en la cúspide de la construcción.

Tabla II.4 Desglose de afectación del predio para el desarrollo de la Central EVMII

Concepto	Superficie (m ²)
Obras provisionales	
Oficinas	3,750
Estacionamiento, talleres, patios de servicio y almacenes	4,630
Obras de la Central EVMII	
Superficie de afectación en el área destinada para las instalaciones del proyecto	97,000
Edificio de control y área de servicios auxiliares	1,144
Sistema de enfriamiento de aire	800
Subestación eléctrica de la planta	23,655
Subestación de maniobras	12,195
Turbogeneradores a Gas	12,424
Almacenamiento de agua y sistema contra incendio (incluye tanques)	338
Estación de regulación y entrada de gas natural.	854
Turbina de vapor	5,333
Aerocondensadores	7,410
Caseta	5.33
Área de gases auxiliares	1,000
Área de tratamiento de aguas	693
Área de aguas residuales	337
Cubículos eléctricos del resto de la planta	75
Área de estacionamiento	439
Camino de acceso principal	1,020
Urbanización	29,278
Total de la superficie sin afectación	163,584
Superficie total del polígono	260,584

II.2.4 Operación y mantenimiento.

Etapa pre-operativa. Antes de comenzar la operación, se realizarán actividades de revisión y recepción de EVM II:

- Revisión: se realizará a través de unidades verificadoras autorizadas por la Secretaría de Energía. Consiste en verificar que la planta generadora de energía eléctrica se haya construido de acuerdo con las especificaciones de la obra. Además, se verificará el cumplimiento con la legislación ambiental vigente aplicable, las especificaciones de protección ambiental contractuales y los términos y condicionantes que se hayan establecido en el dictamen de impacto ambiental correspondiente.
- Sistema contra incendio: consistirá de una red de agua en circuitos, constituida por equipos de bombeo y conexión a la red de incendios.
- Panel de control y monitoreo y activación de elementos del sistema de alarma y detección: para supervisión y activación de los dispositivos periféricos de detección de humo, temperatura, alarmas y estaciones manuales distribuidas en la planta, la tubería conduit, cableado y cajas registro que irán ubicadas en la sala de control.
- Sistemas de seguridad acoplados al turbogenerador: el turbogenerador 7HA.01/02 incluye controles y sensores para detección de incendio, temperaturas no seguras o

condiciones de combustión dentro de los encapsulados de los equipos, según estándar del fabricante de la unidad (GE). En caso de detectar incendio el sistema libera CO₂.

- Pruebas de desempeño de la Central: incluye el encendido de la Central y la descarga de energía eléctrica para verificar la correcta operación de todos los sistemas en conjunto.

Proceso de generación de energía eléctrica. Una se constituye por módulos integrados por turbinas de gas y de vapor, con lo cual se logra una gran eficiencia termodinámica por el acoplamiento de dos ciclos termodinámicos: ciclos Brayton y Rankine.

Su funcionamiento es el siguiente: en primer lugar, se inyecta gas natural a una cámara de combustión, los gases que se producen se hacen pasar por una turbina de gas en donde hacen girar los álabes y como la turbina está acoplada a la misma flecha del generador eléctrico, lo hacen girar y se produce la energía eléctrica (ciclo Brayton). Los gases de combustión, después de mover la turbina, no se descargan a la atmósfera y se envían a un recuperador de calor, el cual está integrado por tubos que en su interior llevan agua demineralizada para aprovechar el poder calorífico de estos gases para calentar agua y convertirla en vapor. Este vapor, ya sobrecalentado, se conduce a una turbina de vapor que tiene acoplado un generador eléctrico y la energía cinética del vapor es convertida en energía eléctrica (ciclo Rankine). La turbina de vapor cuenta con tres secciones: de alta, media y baja presión, el vapor de escape de la sección de alta presión es recalentado en el generador de vapor y usado en la sección de media y baja presión. El vapor de escape de la sección de baja presión se condensa en el condensador, que funciona como un intercambiador de calor de circuito cerrado (empleando aerocondensadores). Mediante la utilización de este condensador se garantiza un bajo consumo de agua de repuesto al ciclo, ya que el agua obtenida en el condensador es nuevamente utilizada en el proceso. En la Figura II.7 se esquematiza el arreglo de un ciclo combinado.

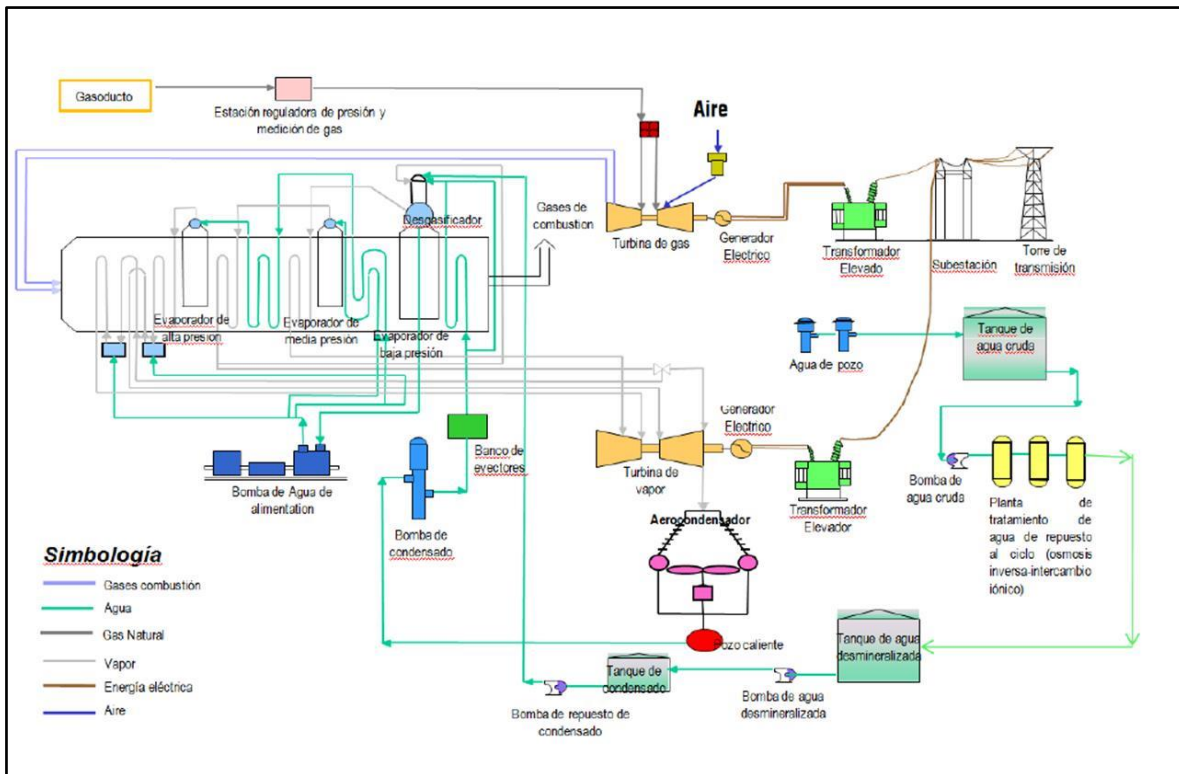


Figura II.7 Diagrama del funcionamiento una .

El agua que se pierda en el ciclo vapor/agua será repuesta con agua que provendrá del sistema de producción de agua desmineralizada. Dicho sistema operará de la siguiente forma: el agua cruda que se reciba del pozo se hará pasar por cartuchos para retirar las partículas grandes, y posteriormente se enviará a los siguientes equipos: de ultrafiltración, ósmosis inversa y electrodesionización, de este último equipo se obtendrá el agua de la calidad necesaria para el proceso. El balance de agua del proceso se presenta en la figura II.8.

Por otra parte, los gases de combustión después de pasar por el recuperador de calor, son emitidos a la atmósfera a través de las chimeneas (una por cada recuperador de calor). La energía generada se enviará a la subestación de potencia, en donde se elevará la tensión a 400 kV para entregarla a la subestación de maniobras, la cual se interconectará a la LT de 400 kV Tres Estrellas – Teotihuacán. Se reitera que la SE de maniobras será operada por Comisión Federal de Electricidad.

- Inspecciones menores: Provisión de herramienta especial, inspección a sistemas de la unidad: aceite de lubricación, combustible y eléctrico, condiciones generales y limpieza externa, sistema de arranque hidráulico, sistema de protección de sobre velocidad, sistema de control.
- Mantenimiento menor de la turbina de vapor. Consiste en revisión de válvulas y cojinetes de la turbina de vapor.
- Mantenimiento mayor a la turbina de vapor. Remoción e instalación de una unidad completa en renta, incluyendo partes de repuesto necesarias. Además de inspección a otros sistemas de la unidad
- Mantenimiento correctivo. Para condiciones de emergencia no previstas, por lo que se ocasiona con ello la interrupción parcial, temporal o total de la operación de un generador o bien incluso de toda la planta. Este tipo de mantenimiento no es deseable.

Tabla II.5 Programa general de Mantenimiento

Año	Horas Fuego	Turbina de gas	Inspección menor	Mantenimiento menor Turbina Vapor	Mantenimiento mayor Turbina Vapor	Refacciones Iniciales.
1	8,000	-	-	-	-	1
2	16,000	-	-	-	-	-
3	24,000	-	-	-	-	-
4	32,000	2	-	1	-	-
5	40,000	-	-	-	-	-
6	48,000	-	-	-	-	-
7	56,000	-	-	-	-	-
8	64,000	-	2	-	1	-
9	72,000	-	-	-	-	-
10	80,000	-	-	-	-	-
11	87,800	-	-	-	-	-
12	95,400	-	-	-	-	-
13	102,800	2	-	1	-	-
14	110,000	-	-	-	-	-
15	117,000	-	-	-	-	-
16	123,800	-	-	-	-	-
17	130,400	-	2	-	1	-
18	136,800	-	-	-	-	-
19	143,000	-	-	-	-	-
20	149,000	-	-	-	-	-
Total	4	4	2	2	1	1

Mantenimiento de balance de planta. Los elementos principales del Programa de mantenimiento de NAES para el EVM II son preventivos.

Mantenimiento, Mantenimiento predictivo y mantenimiento correctivo. El mantenimiento de la planta será programado y rastreado utilizando un programa de cómputo de mantenimiento del sistema (CMMS). Las guías para cada una de las actividades estarán en el manual de mantenimiento del operador de la planta.

El programa de mantenimiento de la planta será desarrollado y conducido de acuerdo con los manuales técnicos de proveedores y buenas prácticas de ingeniería. Este programa consiste en:

- Mantenimiento preventivo de rutina (incluyendo "controles de operador") - normalmente realizado por personal operativo apoyado por contratistas externos.
- Mantenimiento predictivo (análisis de aceite, análisis de vibraciones y termografía) - normalmente contratado a los contratistas externos y apoyados por el personal de la planta; este manual está diseñado para ayudar a predecir cuándo debe realizarse el mantenimiento. Este enfoque tiene ahorros de costos sobre el mantenimiento preventivo rutinario o correctivo, porque las tareas de mantenimiento se realizan sólo cuando están justificadas.
- Mantenimiento correctivo menor - normalmente realizado por el personal de mantenimiento de la planta y consiste en los trabajos que pueden ser completados en un solo turno por los técnicos de mantenimiento en un turno. Esto incluiría aislamientos de las válvulas, la calibración del instrumento, la lubricación y el engrase, la rotación, solución de problemas del equipo, reparaciones del usuario, etc.
- Mantenimiento correctivo mayor - normalmente realizado por contratistas externos, debido a que se trata de equipo especial, cuya experiencia o mano de obra no es rentable para mantener en el sitio (por ejemplo, soldadura de "código", programador de protecciones eléctricas). O para aumentar los esfuerzos para devolver la planta a la operación tan pronto como sea posible después de una interrupción forzada o no programada. La duración de estas correcciones no programadas se define según la situación.
- Se establecerán acuerdos de servicio de mantenimiento con los talleres mecánicos y eléctricos, proveedores de equipos y vendedores de repuestos, para asegurar que los servicios y el equipo estén disponibles en un corto plazo para minimizar el tiempo de paro de la unidad.
- Antes de realizar el trabajo in situ, los subcontratistas deben asistir y reconocer y recibir capacitación específica sobre seguridad en el sitio. Durante la realización del trabajo in situ, los subcontratistas deben cumplir lock-out/ tag-out y estarán sujetos a la supervisión del personal de la planta.

Insumos

En el proceso de generación de energía, las materias primas que se utilizarán durante la etapa de operación son: a) el gas natural cuyo uso se estima en una cantidad de 128 MMPCD cuando la Central opere al 100% de carga y con fuego suplementario, b) el aire para la combustión, y c) agua para el sistema de enfriamiento y para repuesto del ciclo agua/vapor; el consumo será de 600 m³/día.

El gas natural será suministrado a través de un ramal de gasoducto que provendrá de Tula, Hidalgo, y que terminará en una estación de medición, regulación y control en la vecindad del sitio, llamado punto de entrega. Este gasoducto no es alcance de esta Manifestación de Impacto Ambiental, ya que será construido y operado por un tercero.

El aire se obtendrá a partir de un sistema de compresión que lo tomará de la atmósfera a través de una unidad de filtrado. El agua cruda será suministrada de un pozo que se construirá dentro del predio de la Central, con concesión de 500 000 m³/año.

Sustancias químicas para el tratamiento de agua para el ciclo agua/vapor. Las sustancias químicas empleadas para regular el pH en el ciclo agua/vapor son: fosfato trisódico dodecahidratado, fosfato disódico heptahidratado y amonio. Las sustancias químicas que se ocuparán en la fosa de neutralización para acondicionar el pH del agua residual y cumpla con los límites de la NOM-001-SEMARNAT-1996 son: ácido sulfúrico al 98%, dióxido de sodio al 50%. Para el sistema de enfriamiento se utilizarán hidrógeno y CO₂.

Sustancias suplementarias involucradas en la etapa de operación de la Central.

- Aceite lubricante.
- Aceite dieléctrico.
- Líquido hidráulico.
- Hipoclorito de sodio

Sustancias empleadas en mantenimiento.

- Acetileno.
- Argón.
- Pinturas y disolventes.
- Nitrógeno

En la Tabla II.6 se muestran las cantidades estimadas de las sustancias empleadas durante las actividades correspondientes a la operación y mantenimiento. Cada una de las sustancias manejadas contará con sus respectivas hojas de seguridad.

Interconexión al circuito TTE-TTH 400 kV

La interconexión a la red nacional de transmisión con apertura de la línea de transmisión Tres Estrellas – Teotihuacán (TTE-TTH) de 400 kV de tensión consta de lo siguiente:

- Torres o postes troncocónicos para línea de transmisión de 400 kV: conductores, aisladores, herrajes, hilo de guarda con fibra óptica, contra antenas, etc.
- Marco de remate, estructuras mayores y menores, pararrayos e hilos de guarda.
- Equipo primario: apartarrayos, interruptores de potencia, cuchillas seccionadoras rápidas y lentas, transformadores de corriente, transformadores de potencial, aisladores, etc.
- Configuración y actualización de la base de datos de subestaciones colaterales en protocolo DNP3, ajuste de protecciones, implementación de los esquemas de acción remedial, actualización de los planos de arreglo de planta y cortes de la subestación, licencias, software, estudios técnicos, memorias de cálculo, planos, diagramas y esquemas, instalación, pruebas de puesta en servicio, y todo lo necesario para la correcta operación y aceptación por parte de CFE y CENACE.

Tabla II.6 Sustancias utilizadas en la etapa de operación

Sustancia	LAAR	Ubicación en la Planta	Cantidad almacenada	Tipo de contenedor
Químicos				
Ácido clorhídrico		Planta de tratamiento de agua	1m ³	Contenedor a granel
Hidróxido de sodio		Planta de tratamiento de agua	1m ³	Contenedor a granel
Hipoclorito de sodio		Planta de tratamiento de agua	1m ³	Contenedor a granel
Bisulfito de sodio		Planta de tratamiento de agua	1m ³	Contenedor a granel
Antiescalante		Planta de tratamiento de agua	0.1m ³	Contenedor a granel
Limpiador de membranas A		Planta de tratamiento de agua	0.1m ³	Contenedor a granel
Limpiador de membranas B		Planta de tratamiento de agua	0.1m ³	Contenedor a granel
Ácido clorhídrico		Planta de tratamiento de agua	5m ³	Contenedor a granel
Hidróxido de sodio		Planta de tratamiento de agua	5m ³	Contenedor a granel
Amoniaco NH ₃		Dosificación del ciclo de vapor de agua	3.5m ³	Tanque
Tri fosfato de sodio Na ₃ PO ₄		Dosificación del ciclo de vapor de agua	2.5m ³	Tanque
Etilenglicol		Dosificación de agua cerrada de enfriamiento	No se almacena, está en tubería	En tubería
Ácido para baterías		Cuarto principal E-Room BTA	5 toneladas	Batería sellada
Ácido para baterías		Cuarto principal E-Room BTB	5 toneladas	Batería sellada
Hexafluoruro de azufre SF ₆		Disyuntor del generador	0.05 toneladas	En tubería
Refrigerante		Cuarto HVAC E-Room	0.2 toneladas	En tuberías
Hydrogen H ₂ (gas)	2. A partir de 500 Kg.	Área de almacenamiento de gas auxiliar	3200 Nm ³ @200 barg	Tanque metálico
Dióxido de carbono CO ₂ (gas)		Área de almacenamiento de gas auxiliar	1100 Nm ³ @74 (barg embotellado), 200 barg en tubería)	Tanque metálico
Gas natural > 90% metano	2. A partir de 500 Kg	Combustible	No se almacena	En tubería

Tabla II.6 Cont. Sustancias utilizadas en la etapa de operación

Sustancia	Ubicación en la Planta	Cantidad almacenada	Tipo de contenedor
Aceites			
Aceite lubricante, aceite de sello	Turbina de vapor	40 Ton	Contenedor a granel
Aceite lubricante	Turbina de gas 11	25 Ton	Contenedor a granel
Aceite lubricante	Turbina de gas 12	25 Ton	Contenedor a granel
Aceite de transformador	Transformador elevador Turbina de vapor	96 Ton	Contenedor a granel
Aceite de transformador	Transformador elevador Turbina de gas 11	79 Ton	Contenedor a granel
Aceite de transformador	Transformador elevador Turbina de gas 12	79 Ton	Contenedor a granel
Aceite de transformador	Transformador de servicio de estación 11	15 Ton	Contenedor a granel
Aceite de transformador	Transformador de servicio de estación 12	15 Ton	Contenedor a granel
Aceite de sello	Turbina de gas 11	4 Ton	Contenedor a granel
Aceite de sello	Turbina de gas 12	4 Ton	Contenedor a granel
Aceite maquina diésel	Generador Diésel de Emergencia BRV	1 Ton	Contenedor a granel
Aceite maquina diésel	Generador Diésel de Emergencia BRW	1 Ton	Contenedor a granel
Aceite diésel	Generador Diésel de Emergencia	6 Ton	Contenedor a granel
Aceite diésel	Bombas Diésel de Combate de Incendios	2 ton	Contenedor a granel
Detergente GT Sistema de lavado del compresor	Turbina de gas 11	1 Ton	Contenedor a granel
Detergente GT Sistema de lavado del compresor	Turbina de gas 12	1 Ton	Contenedor a granel
Aceite lubricante	Bombas de agua de alimentación 11	1.5 m ³	Contenedor a granel
Aceite lubricante	Bombas de agua de alimentación 12	1.5 m ³	Contenedor a granel

II.2.5 Residuos

Se realizará un manejo integral de los residuos que se generen en cada una de las etapas del proyecto, basado en el Reglamento de la LGPGIR, para lo cual se dará capacitación a todos los trabajadores y visitantes del Proyecto. Este manejo consistirá en:

Residuos sólidos urbanos. Se instalarán contenedores metálicos o de plástico con tapa y rotulados con la leyenda “orgánicos” e “inorgánicos” y serán colocados en cada frente de trabajo, fomentado su correcta separación y disposición primaria entre los trabajadores.

Residuos de manejo especial. En cuanto a las ramas y troncos de los árboles, resultado de las actividades de remoción y despalme serán triturados para utilizarlos como composta, los cuales se dispersarán en áreas aledañas al proyecto, la disposición final de los residuos de los contenedores serán colocados en donde indiquen las autoridades competentes.

La tierra que sea removida y sea apta para hacer las cimentaciones se reutilizará de esta manera; el resto se donará a los vecinos que lo soliciten o se guardará para, al final de la etapa de construcción, hacer una restauración de las áreas dañadas.

Los residuos metálicos (chatarras), escombros, aislantes, etc., serán dispuestos en contenedores metálicos y transferidos a un lugar señalados por las autoridades. La madera y metales serán donados o enviados con recicladores locales. Las lámparas fluorescentes generadas serán resguardadas y dispuestas en lugares autorizados.

Los residuos peligrosos se dispondrán en contenedores metálicos o plásticos, según las características del residuo con tapa o sello para evitar su dispersión, fuga o derrame, con la leyenda “Residuo Peligroso” y su clasificación CRETIB correspondiente, dentro de un almacén diseñado bajo los criterios de la Reglamento de la Ley General para Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), de acuerdo con lo que se señala en la tabla II.7 y se contratará una empresa especializada y autorizada para su recolección, traslado y reúso, tratamiento o disposición final en un confinamiento autorizado por las autoridades competentes.

Los residuos se guardarán en almacenes de residuos no peligrosos y de residuos peligrosos y cumplirán con las disposiciones establecidas en el Reglamento de la LGPGIR, como:

- Alejado de instalaciones de servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas, en una zona donde no exista riesgo de incendios, explosiones e inundaciones.
- Los muros de contención serán de material no inflamable, el piso de material impermeable y estará rodeado de una trinchera para conducir potenciales derrames a una fosa de retención con una capacidad mínima de la quinta parte de lo almacenado.
- Los pasillos serán amplios para que puedan realizarse maniobras de movimiento de materiales con maquinaria
- Existirán extintores tipo ABC para atender posibles incendios y se instalarán letreros alusivos a la peligrosidad de cada residuo.

Se contratará a una empresa especializada y autorizada para el manejo de residuos peligrosos, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para ser reciclados, tratados o confinados, según sus características.

Tabla II.7 Descripción de generación de residuos

Residuo	Descripción	Cantidad	Unidad	Estado	CRETIB	Proceso generador
Sólidos Urbanos (RSU)	Basura de actividades cotidianas	750	Ton	Sólido	NA	Preparación del sitio, Construcción, Operación
Manejo Especial	Madera	10	Ton	Sólido	NA	Preparación del sitio y Construcción
	Metales (escorias, colillas de soldadura, chatarra)	40	Ton	Sólido	NA	Preparación del sitio y Construcción
	Escombros	120	m ³	Sólido	NA	Preparación del sitio y Construcción
	Colcha aislante	8	Tambor	Sólido	NA	Preparación del sitio y Construcción
	Maderas y tierra	400	m ³	Sólido	NA	Preparación del sitio y Construcción
	Lámparas fluorescentes	2	Kg	Sólido	NA	Mantenimiento
Residuos Peligrosos	Grasas y aceites	800	Kg	Líquido	I	Mantenimiento
	Sólidos impregnados	1430	Kg	Sólidos	T,I	Mantenimiento
	Residuos misceláneos	200	Kg	Sólidos y líquidos	E,R,T,I	Operación de planta y laboratorio.

*Los datos son un aproximado anual. C: Corrosivo; R: Reactivo; E: Explosivo; T: Tóxico; I: Inflamable; B. Biológico-Infecioso, NA, No Aplica

Aguas residuales

Los efluentes acuosos de la central eléctrica pueden dividirse en las siguientes categorías principales:

- Aguas residuales operativas
- Agua residual de precipitación
- Agua residual sanitaria

En la Tabla II.8 se establece el tratamiento de efluentes que se generarán en la Central EVM II en las diversas etapas del proceso de operación. En la etapa de preparación y construcción, se contratarán los servicios de renta de sanitarios portátiles con una empresa autorizada, la cual será la encargada del retiro y disposición final de estos.

Tabla II.8 Tratamiento de efluentes

Efluente	Tratamiento
Las aguas residuales de las pruebas y	Consisten en un lavado químico a los equipos, el efluente que se genere será colectado y se contratará a una empresa acreditada para su tratamiento.
Agua residual de precipitación	Se recolectará el agua procedente de pluviales de las zonas pavimentadas no susceptibles de contaminación y de las cubiertas de los edificios y se dirigirá hasta los puntos de conexión con el cárcamo de vertido en límite de parcela. Los viales estarán dotados de pendientes de manera que el agua de lluvia se dirija hacia una cuneta situada en el borde por donde circulara el agua superficialmente hasta los sumideros. Desde aquí ira hasta el punto de desagüe en tubería enterrada de concreto o polietileno. En los entronques de los viales se construirán trincheras de concreto reforzado provistas de tapa de rejilla metálica apta para soportar tráfico pesado que servirán para interceptar las escorrentías y que no se produzcan aportes de agua desde la nueva central al exterior. Cada cierta distancia, se dirigirá el agua captada en las trincheras hacia la red de drenaje enterrada.
Agua residual sanitaria	El agua residual tratada dará cumplimiento a las especificaciones de la El agua residual de los sanitarios se conducirá por gravedad en tubería enterrada de polipropileno a un equipo para su tratamiento que cumplirá con las especificaciones de la NOM-001-SEMARNAT-1996.
Agua residual de precipitación con potencial contaminación con aceite	En la zona de las turbinas y transformadores se puede llegar a tener acumulación o derrame de aceites, por lo que durante la época de lluvias se puede llegar a contaminar el agua pluvial con aceite. Para lo cual se contempla la instalación de un separador de grasas y aceites, el cual recibirá mantenimiento periódico y las grasas y aceites que se lleguen a acumularse se enviaran a un separador de agua y aceite. El aceite se enviará a disposición final a través de empresas autorizadas para la recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos de acuerdo con lo que marca la LGPGIR y su reglamento.
Aguas residuales operativas (sucia o aceitosa)	Se enviarán a un separador de grasas y aceites, el cual recibirá mantenimiento periódico y las grasas y aceites que se lleguen a acumularse se enviaran a un separador de agua y aceite. El aceite se enviará a disposición final a través de empresas autorizadas para la recolección, transporte y disposición final de residuos peligrosos de acuerdo con lo que marca la LGPGIR y su reglamento.
Aguas residuales operativas (químicas) y agua de rechazo de los equipos de desmineralización de agua	Tratamiento local o neutralización previa eliminación en el sistema de drenaje de aguas residuales o aguas superficiales. Los tanques de almacenamiento químico a granel están cubiertos. Se garantizara cumplir con los parámetros de descarga de las NOM-001- SEMARNAT-1996 y NOM-003-SEMARNAT-1997.

Emisiones a la atmósfera. Las emisiones a la atmósfera durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se generarán en las fuentes móviles de transporte de personal, materiales y equipo, así como en la maquinaria empleada para la construcción. Se establecerán programas de mantenimiento preventivo para los vehículos, con el fin de que estén en óptimas condiciones mecánicas y satisfacer los requerimientos de las NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006.

Las emisiones a la atmósfera durante la etapa de operación, corresponden principalmente a:

- Gases de combustión, producidos por fuentes fijas y móviles; turbinas que utilizarán gas natural de entrada como combustible; y otros equipos y maquinaria (fuentes móviles) que utilizarán diésel como combustible.
- Las principales emisiones que se generarán durante la etapa de operación serán producidas principalmente por la quema del gas natural.

La concentración de los contaminantes criterios (NO_x y CO) estará por debajo de los límites fijados en la NOM-085-SEMARNAT-2011. En cada chimenea se instalará un sistema de monitoreo continuo de emisiones.

Ruido. El equipo suministrado por el Contratista se considerará conforme con la garantía acústica. Si el resultado promedio de mediciones tomadas en lugares acordados y fuente (s), después de los antecedentes y otras correcciones para las influencias ambientales y los factores de prueba que se han aplicado anteriormente fuese mayor de 85dB, se incluirá equipo de reducción del ruido para alcanzar el nivel de presión sonora garantizado. Una vez que el proyecto entre en operación se realizará un estudio de ruido perimetral asegurando el cumplimiento con la norma oficial mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994.

II.2.6 Seguridad

Control de acceso de personal y a áreas de trabajo y mantenimiento. Se proporcionarán accesos seguros y plataformas de trabajo para todas las áreas de trabajo y mantenimiento. Se colocarán escaleras o escalerillas en todos los puntos de acceso para trabajadores donde haya un cambio en la elevación de 0.5 m o más y donde no se proveerá una rampa, pasarela, terraplén o elevador para el personal; además de las fijas donde el acceso a las elevaciones ocurra a diario o durante cada turno de trabajo para fines de calibración, inspección, mantenimiento regular, etc.

Salida de emergencia. Todos los edificios y estructuras diseñadas para ocupación humana tendrán salidas suficientes para un escape rápido de sus ocupantes en caso de un incendio u otra emergencia. Cada edificio o estructura será provisto con salidas del tipo, número, ubicación y capacidad apropiadas para cada uno en específico, teniendo en cuenta el tipo de ocupación, el número de personas expuestas, la protección contra incendio disponible y la altura y tipo de construcción del edificio o estructura para darle a todos los ocupantes instalaciones convenientes para el escape, de tal manera que se dé cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas en material, así como a normas y códigos internacionales.

Diseño de estaciones de lavado de ojos/regaderas de emergencia. Se proveerá la instalación de fuentes para lavado de ojos y regaderas de seguridad de emergencia en ubicaciones donde el personal pueda tener contacto con agentes químicos, biológicos o físicos.

Medidas contra ruido. Los niveles de ruido de campo cercano se han diseñado para limitar el potencial de causar una pérdida permanente de audición en el personal de la planta. La central debe cumplir con los niveles de ruido de campo cercano señalados en la NOM-081-SEMARNAT-1994. Las áreas de alto ruido dentro de la central se tendrán señales de advertencia requiriendo protección contra ruido para el personal que entre el área y se seguirán los lineamientos de la NORMA Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

Señales y marcas en la tubería. Se proporcionarán señales para advertir acerca de los peligros cuando el diseño del equipo, las protecciones u otros controles de ingeniería no pueden mitigar de manera adecuada el riesgo de lesión o enfermedad. Los peligros, incluyendo, pero no limitados a, incendios, químicos, choques eléctricos, extremos de temperatura y espacio confinado, se considerarán cuando se determina la ubicación/necesidad de señales.

Las señales y marcas se diseñarán de acuerdo a los criterios de las normas oficiales mexicanas de señalización y comunicación de riesgos en fluidos conducidos por tuberías como los son la NOM-026-STPS 2008, NOM-028-STPS-2012 así como a los siguientes:

- Todos los colores que se utilizan para crear señales de seguridad serán conforme a la versión actual de ANSI Z535.1.
- El tamaño de las letras y símbolos en las señales de seguridad lo determina la longitud del mensaje y la distancia desde la cual el mensaje/símbolo debe verse con facilidad según la versión actual de ANSI Z535.4, B3.2.12.
- Cuando sea posible, se utilizarán símbolos/dibujos de seguridad para informar sobre la naturaleza del peligro y las consecuencias de no evitarlo, y/o acciones evasivas/de prevención que deben tomarse. Los símbolos serán compatibles con los mensajes verbales en la señal.
- Las señales se proporcionarán en español y en inglés. Tendrán (3) secciones colocadas de modo horizontal: el centro de la sección contendrá los símbolos/dibujos de seguridad, la sección izquierda contendrá el texto escrito en el idioma solicitado y la sección derecha contendrá el texto escrito en inglés.

II.2.7 Etapa de abandono del sitio

La Central EVM II tiene prevista una vida útil de 20 años, por lo que es difícil establecer los programas de restitución específicos del área del proyecto al término de la vida útil, ya que pueden darse distintas alternativas de uso de las instalaciones y el predio tales como: la Central puede ser modernizada, alargando la vida útil de la misma o ser desmantelada y utilizar el predio para otros fines. En cualquier caso, se respetará el uso de suelo vigente en el momento del desmantelamiento.

En caso de abandono del sitio se contempla realizar las siguientes actividades.

- Desmantelamiento de equipo
- Desarmado de estructuras
- Limpieza y acondicionamiento del predio
- Restauración de suelos.

Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se dejará el terreno libre de escombros. Los desechos de las obras serán alojados en sitios específicos dentro del predio, para proceder mediante camiones a su envío a sitios autorizados para su disposición final.

Todos los residuos peligrosos serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento.

Se realizará una restauración de suelos mediante la cobertura de 30 cm de tierra vegetal.

Recurso humano: Se contempla una contratación para la etapa de operación donde al menos el treinta por ciento (30%) de mano de obra sea de habitantes de las zonas aledañas. En promedio se requerirán 45 personas de manera permanente.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

III. 1 Marco Jurídico de la Protección Ambiental.

Actualmente la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece las bases fundamentales al derecho ambiental mexicano. Así, el artículo 27 de señala la facultad de la nación para imponer modalidades a la propiedad privada con objeto de preservar y restaurar el ambiente, de la misma forma el artículo 25 reconoce como principio rector de la actividad económica al desarrollo sustentable.

En el ámbito de las entidades federativas regulan aspectos de ordenamiento ecológico del territorio, evaluación del impacto ambiental, recursos naturales en general, manejo de residuos, entre otros aspectos relacionados con la protección al ambiente. Algunos municipios han emitido aspectos que regulan diversas actividades relacionadas con el medio ambiente como alcantarillado, drenaje, manejo de residuos y algunos ya realizan la emisión de reglamentos específicos en materia de protección a los ecosistemas.

Adicionalmente es importante señalar que México ha suscrito 51 diversos convenios internacionales en materia ambiental. La gestión ambiental enfrenta cotidianamente el problema de saber cuál es el ámbito gubernativo competente y dentro de este cual es la dependencia facultada. El problema se agudiza particularmente en la zona metropolitana de la Ciudad de México donde se disputan competencias las autoridades del Estado de México, municipios conurbados, Autoridades de la Ciudad de México, las Secretaria de Agricultura y Recursos Hidráulicos, de Salud, Comunicaciones y Transportes y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. En este capítulo se hizo una recopilación de los aspectos regulatorios en materia ambiental que estén vinculados ambientalmente con el proyecto.

III.1.1 Análisis de instrumentos normativos

En este capítulo se presenta el análisis de la congruencia del proyecto **Energía del Valle de México II (EVM II)** con los instrumentos jurídicos, normativos o administrativos que: a) regulan el uso de suelo y el aprovechamiento de los recursos ambientales en el sitio donde pretende ubicarse el proyecto; y b) reglamentan la construcción y operación de este proyecto (leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas). Asimismo, se indica si el sitio del proyecto pertenece a algún área de interés para su conservación y también se presenta el alineamiento del proyecto con los planes y programas sectoriales y con los tratados y acuerdos internacionales.

El proyecto pretende ubicarse en el municipio de Axapusco, en el Estado de México; el territorio de este municipio es regulado por los siguientes instrumentos jurídicos:

- Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio
- Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México
- Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México
- Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán Texcoco
- Veda del acuífero Cuautitlán-Pachuca

III.1.2 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012, tiene como objetivo encontrar un patrón de ocupación del territorio que maximice el consenso entre las actividades productivas y la protección al ambiente, encaminando el desarrollo hacia la sustentabilidad. Es un instrumento de política inductivo, de observancia en todo el territorio nacional y por lo tanto aplicable en el sitio previsto para el proyecto.

De acuerdo con la regionalización del territorio del país hecha en este Ordenamiento, el sitio del proyecto **EVM II** se localiza en la Región Ecológica 14.16, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 121 denominada Depresión de México. Las características de esta UAB, la política ambiental y las estrategias establecidas en este ordenamiento para la UAB se presentan en la tabla III.1.

De acuerdo con las estrategias sectoriales establecidas para esta UAB el proyecto tiene considerado el uso de agua mediante la resolución B00.801.02.01.-1349, emitida por la CONAGUA para concesión del agua de 500,000 m³/año, por lo que las restricciones en este aspecto se tienen consideradas y avaladas por la autoridad competente (CONAGUA). Asimismo, el proyecto contempla impulsar la planeación del territorio donde se localiza, considerando los ordenamientos ecológicos del territorio, incorporando un desarrollo regional y urbano sustentable.

En materia del ordenamiento ecológico y lo establecido en la estrategia sectorial 19, el proyecto fortalecerá la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía; es congruente con la estrategia 9, ya que se utilizará un sistema de enfriamiento que recuperará agua para reintegrarla al ciclo vapor/agua, con lo cual se hará un uso eficiente de este recurso y coadyuvará a disminuir la presión sobre el acuífero Cuautitlán-Pachuca. También se alinea con las estrategias 36 y 37, ya que el agua tratada se entregará a los ejidos Francisco I. Madero, Jaltepec y Tecuautitlán para su uso como agua para riego agrícola, con lo cual representa una acción de mejora de la seguridad social de la población rural, pues se apoya la producción rural ante impactos climatológicos adversos y se promueve la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario.

Tabla III.1 Ficha técnica de la Región Ecológica 14.16 y UAB 121 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

	REGIÓN ECOLÓGICA: 14.16 Unidades Ambientales Biofísicas que la componen: 121. Depresión de México				
	Localización: En los estados de México y Morelos. Alrededor del Distrito Federal				
Superficie en km²: 14,321.74 km ²	Población Total 22,146,667 hab	Población Indígena: Mazahua - Otomí			
Estado Actual del Medio Ambiente 2008:	Inestable a Crítico. Conflicto Sectorial Bajo. No presenta superficie de ANP's. 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/km ²): 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				
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, 17, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44
Estrategias. UAB 121					
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio					
A) Preservación	1. Conservación <i>in situ</i> de los ecosistemas y su biodiversidad. 2. Recuperación de especies en riesgo. 3. Conocimiento, análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.				
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales. 5. Aprovechamiento sustentable de los suelos agrícolas y pecuarios. 6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas. 7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales. 8. Valoración de los servicios ambientales.				

Tabla III.1 Cont. Ficha técnica de la Región Ecológica 14.16 y UAB 121 del Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio

C) Protección de los recursos naturales	9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados. 12. Protección de los ecosistemas. 13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables. 15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable. 16. Promover la reconversión de industrias básicas (textil-vestido, cuero-calzado, juguetes, entre otros), a fin de que se posicionen en los mercados doméstico e internacional. 17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras). 19. Fortalecer la confiabilidad y seguridad energética para el suministro de electricidad en el territorio, mediante la diversificación de las fuentes de energía, incrementando la participación de tecnologías limpias, permitiendo de esta forma disminuir la dependencia de combustibles fósiles y las emisiones de gases de efecto invernadero. 20. Mitigar el incremento en las emisiones de Gases Efecto Invernadero y reducir los efectos del Cambio Climático, promoviendo las tecnologías limpias de generación eléctrica y facilitando el desarrollo del mercado de bioenergéticos bajo condiciones competitivas, protegiendo la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental. 21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo. 22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional. 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).
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.
B) Zonas de riesgo y prevención contingencias	25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil. 26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.
C) Agua y saneamiento	27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región. 28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico. 29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	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. 31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas. 32. Frenar la expansión desordenada de las ciudades, dotarlas de suelo apto para el desarrollo urbano y aprovechar el dinamismo, la fortaleza y la riqueza de las mismas para impulsar el desarrollo regional.
E) Desarrollo social	35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos. 36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaria integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza. 37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas. 38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza. 39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza. 40. Atender desde el ámbito del desarrollo social, las necesidades de los adultos mayores mediante la integración social y la igualdad de oportunidades. Promover la asistencia social a adultos mayores en condiciones de pobreza o vulnerabilidad dando prioridad a población de 70 años y más, que habita en comunidades rurales con los mayores índices de marginación. 41. Procurar acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.
B) Planeación del ordenamiento territorial	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos. 44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil

III.1.3 Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México

El Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México (POZMVM) es, a nivel metropolitano, el instrumento de planeación que articula las disposiciones en materia de desarrollo urbano establecidas en el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT), los Planes y Programas de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, del Estado de México y del estado de Hidalgo. El objetivo del POZMVM es establecer los mecanismos de coordinación metropolitana que permitan comprometer a las entidades involucradas en una estrategia común de ordenación del territorio y constituir un marco de actuación interinstitucional que incluya los programas y acciones de los sectores público, social y privado en el desarrollo integral-sustentable de la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM). Este Programa sólo establece directrices y estrategias para toda la ZMVM y no divide al territorio en unidades de gestión ambiental. El decreto de este Programa se publicó en el Diario Oficial de la Federación el 1 de marzo de 1999.

El POZMVM cubre el territorio de las 16 delegaciones de la Ciudad de México, 59 municipios del Estado de México y 21 municipios del estado de Hidalgo (figura III.1). El programa promueve que el sistema adopte un modelo policéntrico y de ciudades compactas que garantice la conectividad entre sus nodos y un adecuado flujo de personas y de mercancías. De esta manera se puede mejorar la calidad de vida de los pobladores que habitan y trabajan en la ZMVM.

El POZMVM propone implementar un plan de largo plazo con modificaciones permanentes para contrarrestar los efectos nocivos que genera el crecimiento de la ZMVM sobre los recursos naturales, tanto en el Distrito Federal como en los municipios conurbados del Estado de México e Hidalgo. El objetivo general es la conservación, protección, restauración y aprovechamiento de los recursos naturales de la ZMVM, con el fin de promover su desarrollo sustentable y mejorar la calidad de vida de su población. Las políticas propuestas para lograrlo son:

1. Conservar, proteger e incrementar la superficie forestal de la ZMVM, a fin de mejorar la calidad del aire, disminuir los efectos de la contaminación y mejorar el paisaje.
2. Mantener una cubierta vegetal permanente que disminuya los efectos de la erosión e incrementar la capacidad de retención del suelo y la filtración de agua de lluvia a los mantos acuíferos.
3. Hacer un aprovechamiento racional de los recursos forestales que beneficien económicamente a las comunidades y permitan alcanzar un desarrollo sustentable.
4. Generar fuentes de empleo en las comunidades para cumplir con los objetivos del programa.
5. Integrar a la sociedad en los diferentes proyectos para hacerlos partícipes de los proyectos que integran el programa.
6. Difundir y fomentar una conciencia ecológica a través de la educación ambiental para que la población conozca, valore y respete los recursos naturales de los ecosistemas.

Asimismo, proponen dos estrategias complementarias:

1. A nivel general, el ordenamiento racional de todo el territorio de la “Zona Metropolitana de la Ciudad de México y su área de influencia”, determinando sus usos, destinos y reservas.
2. A nivel puntual, el ordenamiento racional de sitios estratégicos de la “Zona Metropolitana de la Ciudad de México y su área de influencia”, instrumentando “Planes de Manejo” de los recursos naturales que concilien el desarrollo socioeconómico con la conservación ambiental.

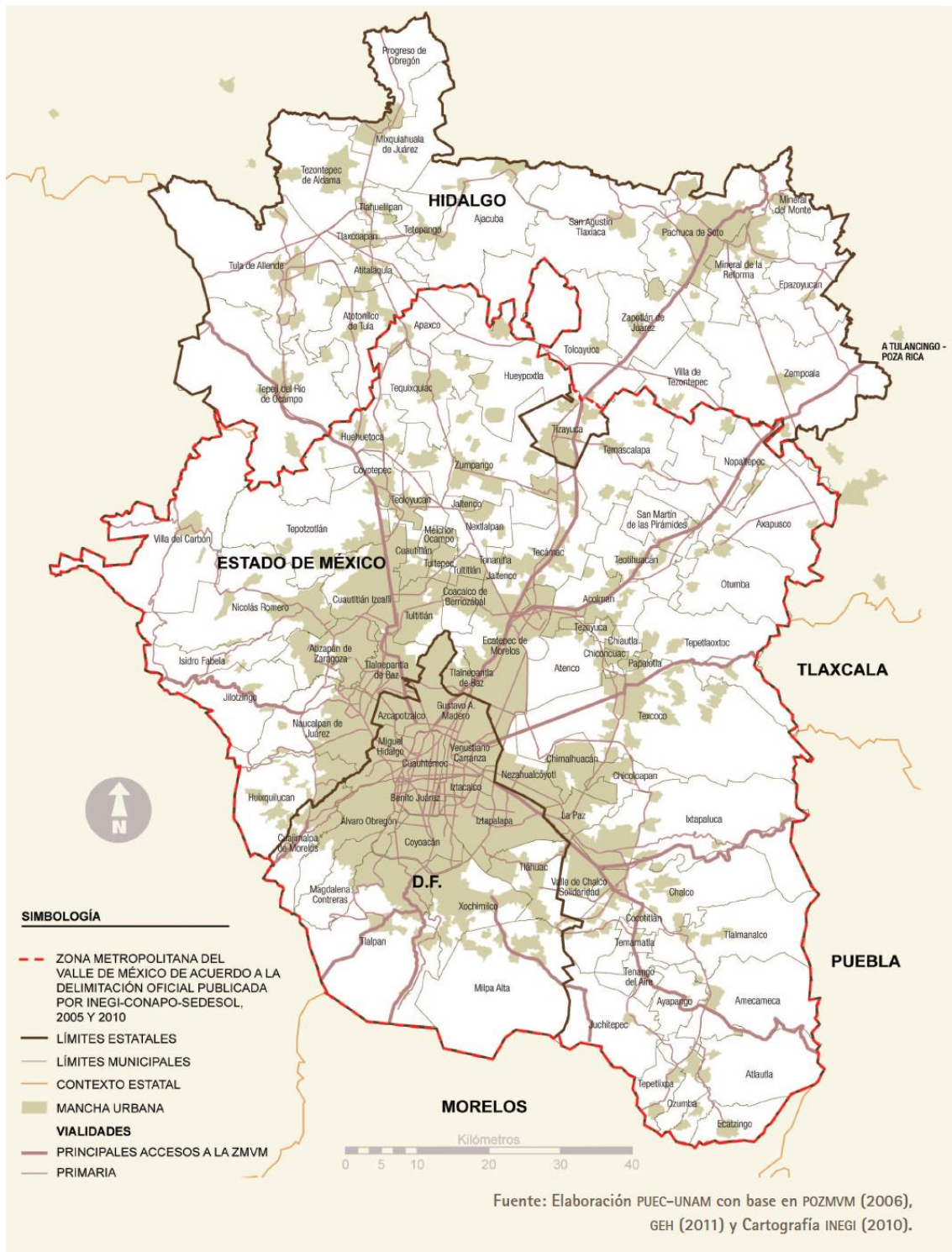


Figura III.1 Delegaciones y municipios que integran el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México

El Programa se actualizó en 2012, debido a que el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México es un estudio integral y multidisciplinario que está inscrito en el Sistema Nacional de Planeación Democrática, éste sufre cambios de acuerdo con los atributos que tiene la Comisión Metropolitana de Asentamientos Humanos y a las disposiciones de planeación de los Estados del Distrito Federal, Estado de México e Hidalgo.

Es el instrumento mediante el cual, el Estado de México, el Estado de Hidalgo y el Distrito Federal, entidades que conforman la ZMVM, pueden planear, regular y manejar conjunta y coordinadamente el desarrollo metropolitano de la región. La última actualización de dicho Programa fue en el año 2012 y se está en espera de la publicación actualizada del programa del 2016, dicho programa fue elaborado por el Programa Universitario de Estudios sobre la Ciudad, de la Coordinación de Humanidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.; en esta nueva versión se definieron áreas de valor ambiental que forman un corredor biótico en forma de herradura que envuelve al área urbana (figura III.2) y que debería ser un claro límite para la expansión urbana. Asimismo, la propuesta más importante de este programa para frenar la deforestación acelerada y la pérdida de especies animales y vegetales, es la integración de un sistema metropolitano de áreas naturales protegidas, que se consideran como áreas no urbanizables. Como premisa fundamental para la ordenación territorial se señala la prohibición absoluta para la ocupación de las áreas naturales protegidas, y de aquellas que, a pesar de que no cuentan con los decretos correspondientes, reúnen condiciones que implican su preservación. El proyecto **EVM II** es congruente con estos lineamientos, ya que el predio para desarrollarlo se ubica dentro de una zona de uso agrícola, por lo que no pone en riesgo a las áreas de valor ambiental definidas en este programa.

El suministro, consumo y manejo de agua sigue siendo uno de los principales problemas en la ZMVM y demanda un abordaje con visión regional. Es prioritario modificar los hábitos de consumo y fomentar una nueva cultura del uso del agua. Ello debe traducirse en medidas que propicien el ahorro y la eliminación de los usos ineficientes del agua y de las pérdidas en redes e instalaciones. Las fuentes locales de abastecimiento consisten en cuatro acuíferos subterráneos de los cuales se extrae un volumen mayor de agua que su capacidad natural de recarga: acuíferos Ciudad de México, Chalco-Amecameca, Texcoco y Cuautitlán-Pachuca siendo este acuífero de donde se extraerá el agua que se requiere para la operación del proyecto **EVM II**. El Promoviente adquirió una concesión que fue validada por la CONAGUA mediante la resolución B00.801.02.01.-1349 (se anexa copia en el anexo B). La Central tendrá instalaciones necesarias para captar y tratar el conjunto de efluentes generados en la operación, lo cual se muestra en la tabla III.2. Asimismo, el agua tratada cumplirá con la NOM-SEMARNAT-001-1996 y se entregará a los ejidos Francisco I. Madero, Jaltepec y Tecuautitlán para su reúso como agua de riego. Así, el proyecto es congruente con lo señalado en las políticas establecidas en el POZMVM.

Tabla III.2 Manejo integral de las aguas residuales generadas por la Central EVM II

Tipo de agua residual	Manejo y tratamiento
Agua industrial (rechazo de los equipos de desmineralización, agua de lavado de equipos y de purgas de generador de vapor y sistema de enfriamiento)	Se conducirá a través del drenaje químico a la fosa de neutralización para su tratamiento, acondicionando el pH para alcanzar la calidad establecida en la NOM-SEMARNAT-001-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (Aclaración 30 abril 1997) y NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.
Agua contaminada con grasas y aceites	Se conducirán a través del drenaje aceitoso hacia el equipo separador coalescente tipo industrial de grasas y aceites. El agua separada se envía a la fosa de neutralización y el aceite separado se almacena para su disposición final. La calidad del agua separada cumplirá con la NOM- 001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (Aclaración 30 abril 1997) y NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. (Aclaración 30 abril 1997)
Agua sanitaria	Se conducirán a través del drenaje al equipo de tratamiento y después se enviará a la fosa de neutralización. La calidad del agua tratada cumplirá con la NOM-001-SEMARNAT-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales (Aclaración 30 abril 1997).

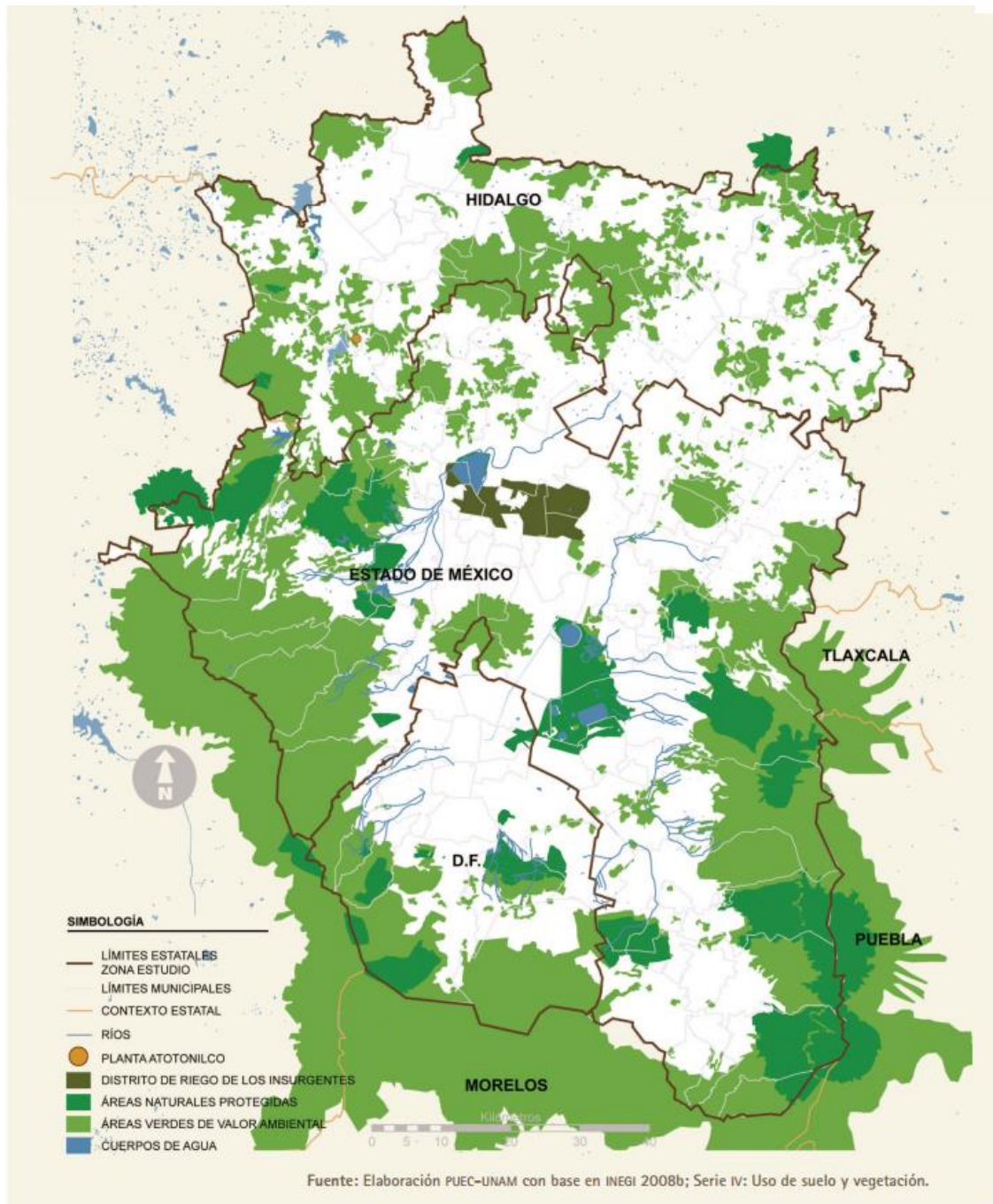


Figura III.2 Áreas de Valor Ambiental, 2010, establecidas en el Programa de Ordenación de la Zona Metropolitana del Valle de México

III.1.4 Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) se publicó en la Gaceta del Gobierno el 4 de junio de 1999 y se actualizó el 19 de diciembre 2006. Este Ordenamiento Ecológico es un instrumento de planeación para regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. El objetivo principal del POETEM es determinar las distintas áreas ecológicas que se localizan en el territorio, describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales; regular, fuera de los criterios de población, los usos del suelo con el propósito de proteger el ambiente, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos; así como establecer los criterios de regulación ecológica para la protección, conservación, restauración y aprovechamiento racional de los mismos, a fin de que sean considerados en los planes o programas de desarrollo urbano correspondientes.

Para ello, se delimitaron Unidades de Gestión Ambiental (UGA), que son porciones homogéneas del territorio que comparten las características naturales, sociales y productivas, así como unas problemáticas ambientales similares. Constituyen la unidad mínima de análisis del Ordenamiento Ecológico, a la cual se aplican políticas ambientales, lineamientos, estrategias y criterios de regulación ecológica con la finalidad de lograr un desarrollo sustentable. De acuerdo con el Modelo de Ordenamiento Ecológico Actualizado, el 26.55% del territorio estatal tiene política de protección, el 35.16% de conservación, el 6.33% de restauración y el 31.96% de aprovechamiento.

Las UGAs que tienen asignada la política de aprovechamiento presentan condiciones aptas para el desarrollo sustentable de actividades productivas eficientes y socialmente útiles. Dichas actividades contemplan recomendaciones puntuales y restricciones leves tratando de mantener la función y la capacidad de carga de los contaminantes y promoviendo la permanencia o cambio de uso de suelo actual.

El proyecto **EVM II** se localiza en el UGA 81, la cual se identifica con la clave Ag-3-81. Esta UGA tiene asignada una política ambiental de aprovechamiento y el uso de suelo predominante es el agrícola. En la figura III.3 se muestra la ubicación de la UGA en el municipio de Axapusco, así como su caracterización, y en la figura III.4 se presenta la ubicación del proyecto dentro de la UGA referida.

El lineamiento general asignado a la UGA donde se ubica el proyecto **EVM II (AG-3-81)**, es el de aprovechar de manera sustentable las áreas de agricultura de temporal. En la tabla III.3 se presenta la congruencia del proyecto con los criterios de regulación ecológica establecidos para esta UGA. Es importante señalar que el proyecto se encuentra cercano a la Unidad Ag-5-115, cuya política ambiental es de Protección, ya que es el ANP Parque estatal “Cerro Gordo”. No obstante, el proyecto no interactúa con esta UGA; el ANP se localiza a 10.5 km al oeste del sitio (figura III.5). El proyecto **EVM II** no contraviene el POETEM, ya que los criterios de regulación ecológica no indican restricciones o prohibiciones para el establecimiento de instalaciones industriales y tampoco se establecen incompatibilidades entre el uso del suelo agrícola y otros usos, entre ellos el industrial.

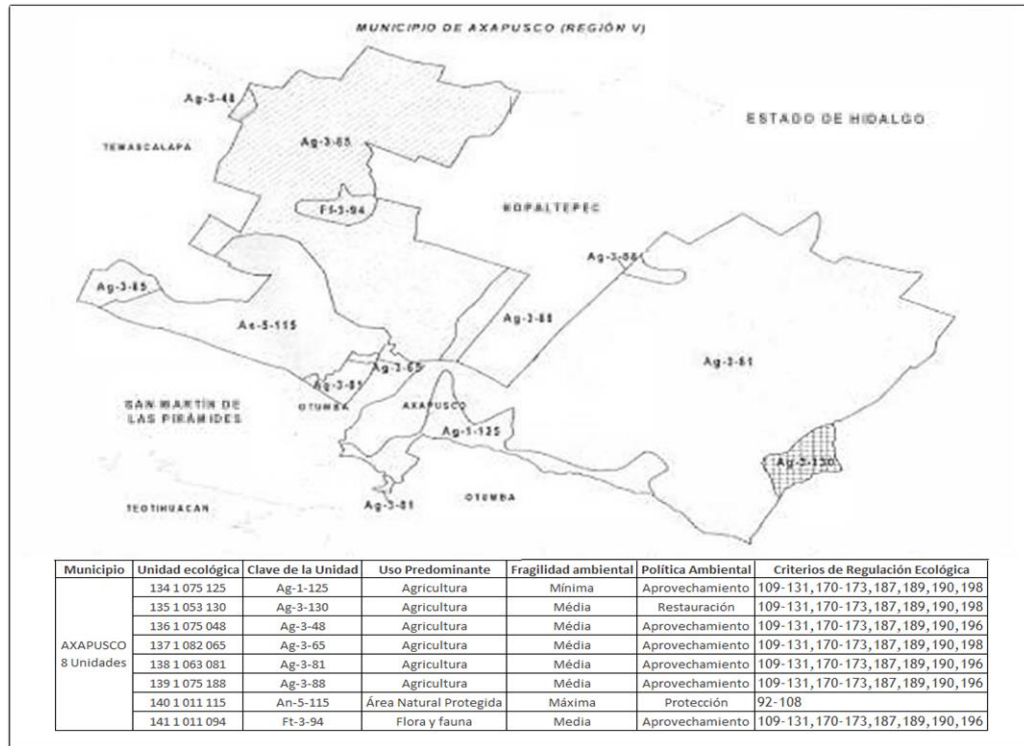


Figura III.3 Ubicación de la UGA 81 AG-3-81 en el municipio de Axapusco

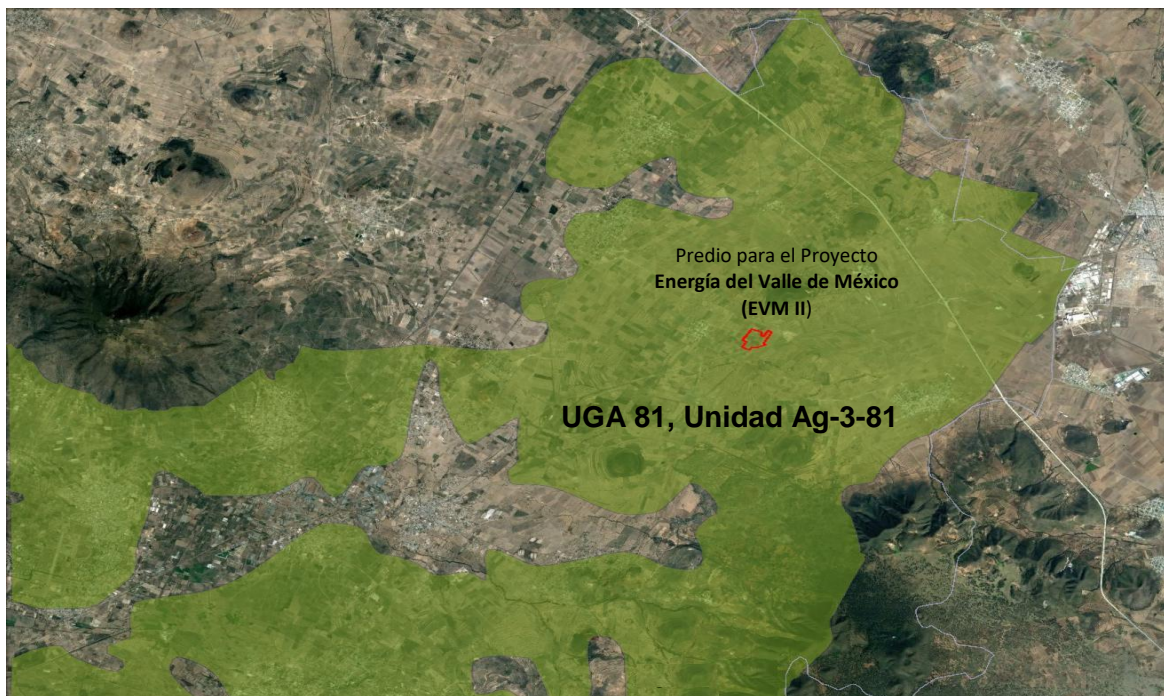


Figura III.4 Localización del proyecto dentro de la UGA 81, Unidad Ag-3-81

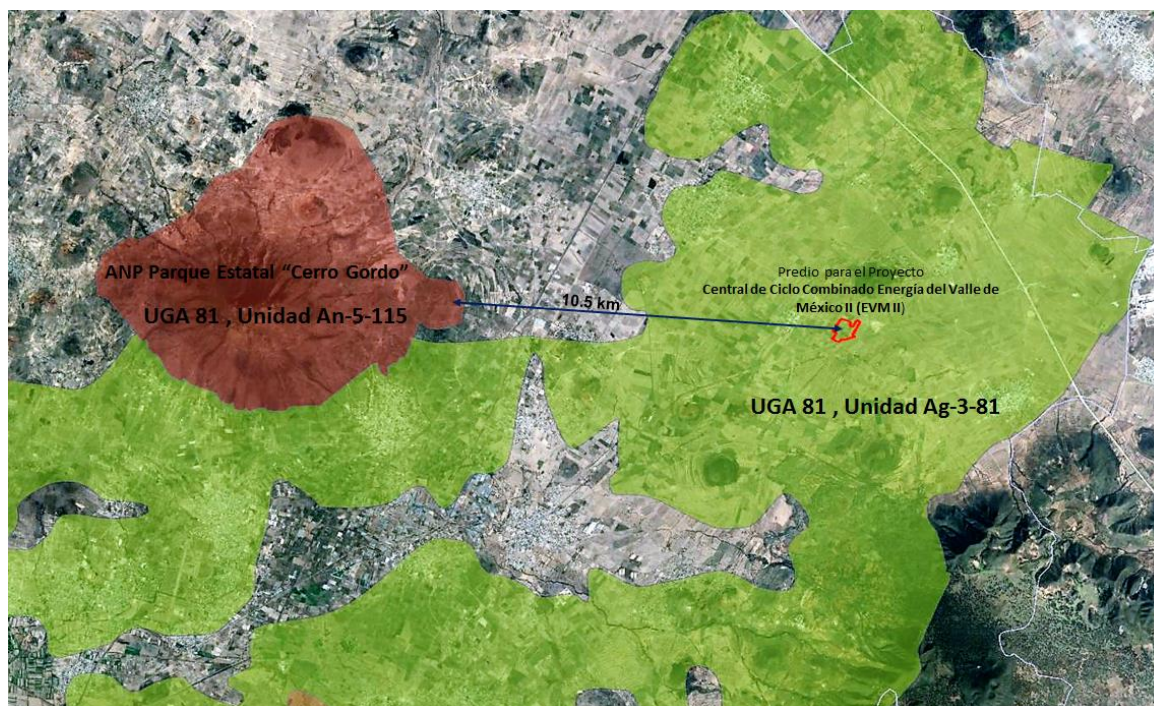


Figura III.5 Ubicación del proyecto Energía del Valle de México II (EVM II) en relación con el ANP Parque Estatal “Cerro Gordo”

Tabla III.3 Criterios de regulación ecológica establecidos en la UGA 81, para la Unidad Ag-3-81

Criterio de regulación ecológica	Congruencia del proyecto
109. En los casos de los asentamientos humanos que se ubican en el interior de las áreas de alta productividad agrícola, se recomienda controlar el crecimiento conteniendo su expansión, restringir el desarrollo en zonas de alta productividad agrícola y evitar incompatibilidades en el uso de suelo.	El proyecto no considera promover el establecimiento o expansión de asentamientos humanos.
110. Se promoverá el uso de calentadores solares y el aprovechamiento de leña de uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-012-TRCNAT/1996	Mediante pláticas con las comunidades vecinas y material de difusión se promoverá el uso de calentadores y el cumplimiento de esta norma en el uso de leña para uso doméstico
111. Se promoverá la instalación de sistemas domésticos para la captación de aguas de lluvia en áreas rurales	Mediante pláticas con las comunidades vecinas y material de difusión se promoverá la captación y uso de agua de lluvia
112. Las áreas verdes, vialidades y espacios abiertos deberán sembrarse con especies nativas	En las áreas verdes de la Central se utilizarán especies nativas

Tabla III.3 Cont. Criterios de regulación ecológica establecidos en la UGA 81, para la Unidad Ag-3-81

113. Se promoverá la rotación de cultivos	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material de difusión sobre las ventajas de la rotación de cultivos
114. No se permite el aumento de la superficie de cultivo sobre terrenos con suelos delgados y/o con pendiente mayor al 15%	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material de difusión para comunicar esta recomendación
115. Fomentar el cultivo y aprovechamiento de plantas medicinales y de ornato regionales	Mediante pláticas con las comunidades vecinas se promoverá el cultivo y uso de plantas medicinales y de ornato de la región.
116. En suelos con procesos de salinización, se recomienda que se siembren especies tolerantes como la alfalfa, la remolacha forrajera, el maíz San Juan, el maíz lagunero mejorado y la planta Kochia, así como especies para cercar, tamaris y casuarina, entre otros.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
117. Se establecerán huertos de cultivos múltiples (frutales, medicinales y/o vegetales) en parcelas con baja productividad agrícola o con pendiente mayor al 1 5%.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
118. En terrenos agrícolas con pendiente mayor al 15%, los cultivos deberán ser mediante terrazas y franjas, siguiendo las curvas de nivel para el control de la erosión.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
119. Los predios se delimitarán con cercos perimetrales de árboles nativos o con estatus.	El predio del proyecto se delimitará con una cerca de árboles nativos
120. Los predios se delimitarán con cercos vivos de vegetación arbórea (más de 5 metros) y/o arbustiva (menor a 5 metros).	El predio del proyecto se delimitará con una cerca de árboles nativos
121. Incorporar a los procesos de fertilización del suelo materia orgánica (gallinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (leguminosas).	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
122. Se evitará la aplicación de productos agroquímicos y se fomentará el uso de productos alternativos.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
123. Estricto control en la aplicación y manejo de agroquímicos con mínima persistencia en el ambiente.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
124. Para el almacenamiento, transporte, uso y disposición final de plaguicidas y sus residuos se deberá acatar la norma aplicable.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
126. El manejo de plagas podrá combinar el control biológico y adecuadas prácticas culturales (barbecho, eliminación de malezas, aclareo, etc.).	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación

Tabla III.3 Cont. Criterios de regulación ecológica establecidos en la UGA 81, para la Unidad Ag-3-81

127. El manejo de plaga, será por control biológico.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
128. Se prohíbe la disposición de residuos provenientes de la actividad agrícola en cauces de ríos, arroyos y otros cuerpos de agua.	El proyecto no considera actividades agrícolas; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
129. Se permite la introducción de pastizales mejorados, recomendados para las condiciones particulares del lugar y por el programa de manejo.	El proyecto no considera actividades pecuarias; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
130. En las áreas con pastizales naturales o inducidos, se emplearán combinaciones de leguminosas y pastos seleccionados.	El proyecto no considera actividades pecuarias; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
131. Promoción y manejo de pastizales mejorados,	El proyecto no considera actividades pecuarias; no obstante, se preparará material para difundir esta recomendación
170. Los jardines botánicos, viveros y unidades de producción de fauna podrán incorporar actividades de ecoturismo	El proyecto no considera la creación de este tipo de instalaciones
171. Promover la instalación de viveros municipales de especies regionales de importancia.	El proyecto no considera la creación de este tipo de instalaciones
172. Se podrá establecer viveros o invernaderos para producción de plantas para fines comerciales, e los cuales se les requerirá una evaluación en materia de impacto ambiental.	El proyecto no considera la creación de este tipo de instalaciones
173. Se deberá crear viveros en los que se propaguen las especies sujetas al aprovechamiento forestal y las propias de la región.	El proyecto no considera la creación de este tipo de instalaciones
187. En desarrollos turísticos, la construcción de caminos deberá realizarse utilizando el menos el 50% de materiales que permitan la infiltración del agua pluvial al subsuelo, asimismo, los caminos deberán ser estables, consolidados y con drenes adecuados a la dinámica hidráulica natural.	El proyecto no considera actividades turísticas
189. Se permite industrias relacionadas con el procesamiento de productos agropecuarios	El proyecto no la creación de este tipo de instalaciones
190. Estas industrias deberán estar rodeadas por barreras de vegetación nativa	Si bien el proyecto no es una agroindustria, el predio del proyecto se delimitará con una cerca de árboles nativos
196. Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio	Se promoverá el desarrollo de este tipo de instalaciones entre las comunidades vecinas

III.1.5 Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán Texcoco

El sistema urbano-regional Valle Cuautitlán-Texcoco comprende varios municipios (tabla III.4) e involucra actividades económicas, sociales y la infraestructura que interconecta a la población que habita en la región. En la figura III.6 se presenta la distribución de uso de suelo establecida en el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco. Como puede apreciarse, el proyecto se localiza en el área establecida para desarrollo agrícola, por lo cual no interfiere con desarrollos urbanos, área urbanizable, ni áreas naturales protegidas estatales establecidas por el ordenamiento territorial del Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán-Texcoco.

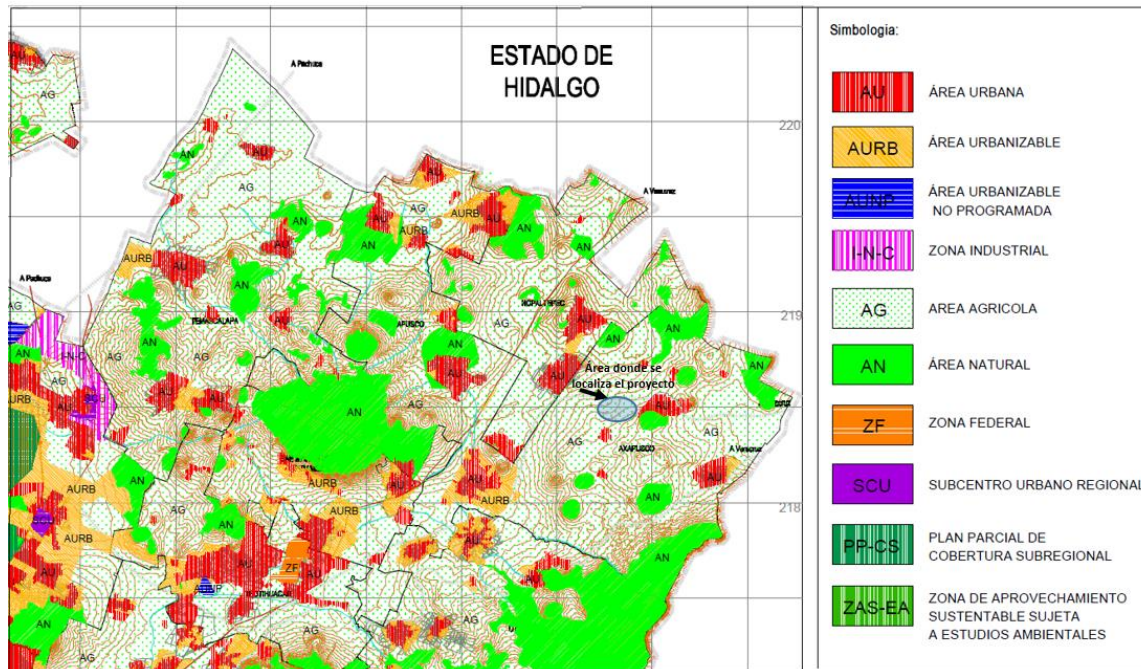


Figura III.6 Localización del proyecto dentro de ordenamiento territorial de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán Texcoco

Tabla III.4 Municipios que integran el Plan Regional Valle Cuautitlán-Texcoco (PRVCT)

Clasificación	Municipios
35 Municipios metropolitanos conurbados de la PRVCT que forman parte de la Zona Metropolitana del Valle de México	Acolman, Atenco, Atizapán de Zaragoza, Coacalco, Cuautitlán Izcalli, Chalco, Chicoloapan, Chimalhuacán, Chiautla, Ecatepec, Huixquilucan, Ixtapaluca, Jaltenco, Melchor Ocampo, Naucalpan, Nextlalpan, Netzahualcóyotl, Nicolás Romero, La Paz, Tecamac, Teoloyucan, Tepoztlán, Texcoco, Tezoyuca, Teotihuacán, Tepetlaoxtoc, Papalotla, Tlalnepantla, Tultepec, Tultitlán, Valle de Chalco Solidaridad, Zumpango, y Tonanitla.
24 Municipios metropolitanos del resto de la PRVCT	Amecameca, Apaxco, Atlautla, Axapusco, Ayapango, Cocotitlán, Coyotepec, Ecatzingo, Huehuetoca, Hueypoxtla, Isidro Fabela, Jilotzingo, Juchitepec, Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Aire, Tepetlixpa, Tlalmanalco.

En relación con el sector energético, el Plan Regional de desarrollo urbano del Valle de Cuautitlán Texcoco considera que, aun cuando se puede asegurar la producción y suministro general de energía a mediano plazo, se debe resolver la problemática derivada de la insuficiente infraestructura para la distribución y transformación, por lo que, en materia del sector energético, se plantea lo siguiente:

- Lograr que la distribución de energía y la construcción de infraestructura eléctrica en el Valle Cuautitlán-Texcoco responda a políticas de orientación de poblamiento.
- Asegurar la existencia de infraestructura eléctrica antes de abrir nuevas áreas para el crecimiento de los centros de población.
- Incorporar en los planes de desarrollo urbano, principalmente en los municipales, los derechos de vía y las áreas para subestaciones propuestas por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), para estar en posibilidades de atender los futuros requerimientos, así como coadyuvar en sus gestiones para la adquisición de predios. Asimismo, se acordará con la CFE el desarrollo de proyectos de generación de energía en los sitios considerados aptos para el desarrollo urbano.
- Se alentará la participación de inversionistas privados para incrementar las posibilidades de cogeneración de energía, especialmente en el ámbito local para proyectos específicos (parques industriales y grandes desarrollos habitacionales, entre otros), con lo que se evitarán grandes infraestructuras de conducción.
- Institucionalizar el dictamen de energía eléctrica para autorizar Conjuntos Urbanos.
- Impulsar la ampliación y modernización de los sistemas de alumbrado público.
- Proponer esquemas y nuevas tecnologías para el ahorro y aprovechamiento eficiente de la energía, así como programas municipales de concientización con el mismo fin.
- Al efecto, se deben incorporar en proyectos públicos y privados de desarrollo urbano, medidas y acciones de ahorro y uso eficiente de energía,
- Acordar con PEMEX el desarrollo de proyectos para el aprovechamiento de la infraestructura energética instalada.
- Fomentar y apoyar el desarrollo de tecnologías alternativas para generación y optimización de energía en el Valle de México, de sistemas compactos de bajo costo en zonas rurales.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto **EVM II** es congruente con el Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Cuautitlán Texcoco, al reforzar al sistema eléctrico central para asegurar, impulsar y dar fortaleza a los programas de desarrollo, modernización de la infraestructura y desarrollo de los centros de población incorporados al plan.

III.2 Áreas Naturales Protegidas

Las áreas naturales protegidas representan zonas importantes para la conservación de la flora, fauna y de los recursos existentes en nuestro país, así como también para dar alojamiento y protección a todas aquellas especies que se encuentran en peligro de desaparecer. Al contrario del pensamiento de muchas personas que creen que las áreas naturales protegidas por tener esa denominación, son zonas intocables, debe de conocerse que de estos sitios podemos obtener diversos beneficios, con la explotación racional de los recursos naturales, y fomentar el desarrollo económico y social de las poblaciones, tanto de las que se encuentran dentro del área natural como de las que no. Sin embargo es importante mencionar que el aprovechamiento de los recursos de estas áreas se debe tener vigilancia de acuerdo a los objetivos con los que esta fue decretada.

III.2.1 Áreas Naturales Protegidas del Estado de México

El Estado de México cuenta con 92 áreas naturales protegidas. Es la entidad con el mayor número de ellas en el país. Suman un total de 1,006,913 ha, que representan aproximadamente el 44.77% del territorio estatal. A la fecha se tienen 30 programas de conservación y manejo publicados, los que representan una superficie de 398,123 ha, equivalente al 39.53% de la superficie protegida. Como se indicó en la sección del Ordenamiento del Territorio del Estado de México, el predio del proyecto no interactúa con algún área protegida; por lo que no existen restricciones para desarrollar el proyecto **EVM II**. El ANP más cercana al sitio se encuentra a unos 10.5 km al oeste se encuentra el Parque Estatal “Cerro Gordo” (ver figura III.7). En el Anexo B se presenta un reporte de las principales características de esta ANP y su Programa de Manejo.



Figura 3.7 Ubicación del ANP Parque Estatal “Cerro Gordo” y la Central Energía del Valle de México II (EVM II)

III.2.2 Acuífero Cuautitlán-Pachuca (1508)

El acuífero de Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, se localiza al norte de la Ciudad de México, en el límite sureste del Estado de Hidalgo; cubre una superficie 2850 km², que representa alrededor de un 10% de la superficie total del Estado de México. Este acuífero incluye completamente los municipios de Cuautitlán, Tultepec, Jaltenco, Coacalco de Berriozábal, San Martín de las Pirámides, Nextlalpan, Jaltenco, Teotihuacán, Otumba, Melchor Ocampo, Temascalapa, Axapusco, Nopaltepec, Coyotepec, Tecámac y Teoloyucan, y parcialmente a Cuautitlán Izcalli, Nicolás Romero, Acolman, Tultitlán, Ecatepec de Morelos, Tepetlaoxtoc, Atizapán de Zaragoza, Tezoyuca, Tepetzotlán, Chiautla, Atenco, Isidro Fabela, Jilotzingo, Oztolotepec, Xonacatlán, Hueypoxtla, Tequixquiác, Zumpango, Huehuetoca y Villa del Carbón, como puede apreciarse en la figura III.8.

El censo de aprovechamientos hidráulicos subterráneos de 1990-1991, evaluado y reportado en el estudio realizado en 1999, reveló la existencia de 1038 aprovechamientos, de los cuales 386 son utilizados para fines agrícolas, 371 público urbano, 96 doméstico, 77 pecuario, 73 industrial, 18 comercial y servicios, 9 recreativo y 8 en la generación de energía eléctrica; con los cuales, se explota un volumen del orden de 483.328084 hm³/año.



Figura III.8 Localización del acuífero de Cuautitlán-Pachuca

Del volumen extraído 52.620979 hm³/año es utilizado para fines agrícolas, 400.408743 hm³/año es para uso público urbano, 4.02 hm³/año para uso doméstico, 13.969999 hm³/año para uso industrial, 3.473262 hm³/año para uso pecuario, 1.087092 hm³/año para uso recreativo, 2.574092 hm³/año para uso comercial o servicios y los restantes 5.173915 hm³/año se utilizan en la generación de energía eléctrica.

Para el acuífero Cuautitlán-Pachuca, se encuentran vigentes los siguientes instrumentos jurídicos:

1. "Decreto que establece por tiempo indefinido en la región inmediata a la población de Zumpango, Estado de México, veda para construcción de alumbramientos de aguas subterráneas, sea mediante norias o pozos profundos", publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 22 de diciembre de 1949, el cual es aplicable en la porción centro occidental del acuífero Cuautitlán-Pachuca;
2. "Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida por Cuenca o Valle de México", publicado en el DOF el 19 de agosto de 1954; el cual abarca casi la totalidad del acuífero Cuautitlán-Pachuca;
3. "Decreto por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Tulancingo, en el Estado de Hidalgo", publicado en el DOF el 23 de septiembre de 1965, el cual es aplicable en una mínima porción, en el extremo noreste del acuífero Cuautitlán-Pachuca;
4. "Decreto por el que se establece veda para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona conocida como Valle de Toluca, del Estado de México", publicado en el DOF el 23 de septiembre de 1965, el cual abarca una mínima porción en el extremo suroeste del acuífero Cuautitlán-Pachuca;
5. "Decreto por el que se declara de interés público la conservación de los mantos acuíferos en la superficie comprendida dentro de los límites geopolíticos del Estado de México, que no quedaron incluidos en la vedas impuestas mediante Decretos Presidenciales de 7 de diciembre de 1949, 21 de julio de 1954, 10 de agosto de 1965 y 14 de abril de 1975 y Acuerdo Presidencial de 11 de julio de 1970", publicado en el DOF el 10 de julio de 1978, el cual comprende una mínima porción del borde occidental del acuífero Cuautitlán-Pachuca;
6. "Acuerdo General por el que se suspende provisionalmente el libre alumbramiento en las porciones no vedadas, no reglamentadas o no sujetas a reserva de los 21 acuíferos que se indican", publicado en el DOF el 5 de abril de 2013, a través del cual en la porción no vedada del acuífero Cuautitlán-Pachuca se prohíbe la perforación de pozos, la construcción de obras de infraestructura o la instalación de cualquier otro mecanismo que tenga por objeto el alumbramiento o extracción de las aguas nacionales del subsuelo, así como el incremento de volúmenes autorizados o registrados, hasta en tanto se emita el instrumento jurídico que permita realizar la administración y uso sustentable de las aguas nacionales del subsuelo.
7. "Acuerdo mediante el cual se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Cuautitlán-Pachuca, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México y se actualizó su disponibilidad media anual de agua subterránea", publicado en el DOF el 14 de septiembre de 2016 obteniéndose un déficit de 189.991480 millones de metros cúbicos anuales.

El acuífero se encuentra en condición de sobreexplotación desde hace varias décadas, al ser el volumen de extracción superior al valor de la recarga, situación que compromete el desarrollo sostenible de los sectores productivos, por lo que no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar concesiones o asignaciones. Por lo anterior, el recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para lograr la sustentabilidad ambiental y evitar que se agrave la sobreexplotación del acuífero.

Considerando que en este acuífero no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones o asignaciones, **EVM II** adquirió una concesión para garantizar el suministro del agua requerida para la operación, la cual fue validada por la CONAGUA mediante la resolución B00.801.02.01.-1349, con lo cual se respeta lo que establecen los decretos referidos en materia de aprovechamiento del agua en acuíferos con veda y restricciones de uso del recurso.

III.3 Regiones prioritarias

III.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El sitio donde se instalará el proyecto **EVM II** no se ubica dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria, aunque una parte del Sistema Ambiental Regional (SAR) que se definió para este proyecto se intersecta con la Región hidrológica prioritaria 69, denominada Llanos de Apan como se muestra en la figura III.9 y en el Anexo B se presenta la ficha de esta Región.



Figura III.9 Región Hidrológica Prioritaria 69 que intersecta a una parte del Sistema Ambiental Regional del proyecto EVM II

III.3.2 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)

El sitio previsto para desarrollar el proyecto **EVM II** ni el SAR se intersectan con alguna AICA; la más cercana al SAR se localiza a 16.5 km y se denomina Subcuenca Tecocomulco. Esta subcuenca forma parte de la Cuenca del Valle de México, se localiza al noreste de la Ciudad de México, representa el único relicto de agua dulce natural que subsiste en la Cuenca.

III.3.3 Regiones Terrestres Prioritarias

El sitio donde se instalará el proyecto **EVM II** no se ubica dentro de alguna Región Terrestre Prioritaria (RTP); la más cercana al proyecto es la RTP 107, denominada Sierra Nevada, que se ubica a 12 km al sur del SAR.

III.3.4 Monumentos Históricos y Zonas Arqueológicas

No existe ningún monumento histórico y/o zona arqueológica visible en el sitio previsto para el proyecto **EVM II**. La zona arqueológica de Teotihuacán se localiza a más de 18 km al suroeste del sitio. Cabe señalar que el Promovente tuvo contacto con el Instituto Nacional de Antropología e Historia (INAH), con el fin de que hiciera una visita para llevar a cabo los trabajos de campo de reconocimiento arqueológico; en el anexo B se presenta la documentación que se ha llevado a cabo con el INAH.

III.4 Tratados y convenios Internacionales en Materia de Medio Ambiente

México participa activamente en los tratados internacionales de cooperación ambiental internacional, en particular el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), creado a partir de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizado en Estocolmo en 1972, y a los tratados e instrumentos que se han derivado de este Programa y de reuniones internacionales sobre el ambiente, como son: la Convención para el Comercio Internacional de Especies en Peligro de Extinción CITES (1973); la Convención de Viena para la Protección de la Capa de Ozono (1985), el Protocolo de Montreal (1987); el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (1988); la Convención de Basilea sobre el movimiento transfronterizo de residuos peligrosos y su eliminación (1989); la Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Convenio sobre la Diversidad Biológica, la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación y la Agenda 21 (1992), el Protocolo de Kioto (1997), el Protocolo de Cartagena sobre Bioseguridad (2000); y el Convenio de Estocolmo sobre Compuestos Orgánicos Persistentes (2001) entre otros. Como resultado de este movimiento se han creado instrumentos jurídicos y acuerdos bilaterales, regionales y multilaterales para responder a las prioridades nacionales en el tema y por el artículo 133 constitucional, que establece que los instrumentos internacionales se integran al Derecho mexicano como "Ley Suprema de la Unión", con la jerarquía de la Constitución y de las leyes federales. Todos los tratados y/o convenios internacionales en los cuales México participa son de observancia en el país.

III.4.1 Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) asociadas a los desarrollos tecnológicos y sus fuentes energéticas, han incrementado la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera, dando como resultado el efecto invernadero, con un aumento de la temperatura media del planeta. Proceso que, de no revertirse, alterará el sistema climático actual con grandes alteraciones en la economía mundial, en la salud de la población y en el equilibrio ecológico, entre otros efectos negativos al ambiente natural y socioeconómico. Con el propósito de coordinar los esfuerzos para hacer frente a esta amenaza ambiental global, se firmó la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático, que promueve reforzar la conciencia pública, a escala mundial, de los problemas relacionados con el cambio climático. El Artículo 2 de la Convención establece como objetivo “lograr la estabilización de las concentraciones de gases invernadero en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropogénicas peligrosas en el sistema climático, permitiendo que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, y asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible”.

El proyecto **EVM II** es concordante con el objetivo de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, al utilizar como combustible gas natural y un proceso de ciclo combinado para la generación de electricidad, que actualmente es la tecnología más eficiente.

III.4.2 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto se relaciona con el proyecto **EVM II** debido a que dicho tratado confiere un carácter imperativo a la implantación de tecnologías para la generación de energía eléctrica que funcionen con combustibles fósiles cuya eficiencia sea mucho mayor y cuyas emisiones hagan de ésta una tecnología más limpia. Representa una medida para estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Por ello, las centrales térmicas de ciclo combinado son una gran alternativa, ya que son capaces de dotar al sistema eléctrico de la seguridad y fiabilidad

El proyecto **EVM II** generará electricidad con una tecnología de ciclo combinado y utilizará un combustible “limpio”, como es el gas natural. El uso de este combustible con la tecnología de ciclo combinado redundará en una mayor eficiencia energética que el resto de las tecnologías de combustibles fósiles disponibles, al alcanzar valores muy altos de recuperación de calor, que permite incluso emitir gases a temperaturas menores de 100°C, con escasa emisión de vapor de agua. Se trata de una tecnología que permitirá ir sustituyendo, junto con las energías renovables, a los sistemas térmicos tradicionales, con la consiguiente reducción de emisiones, dado que sus emisiones específicas por cada kWh de energía eléctrica generado son mucho menores que las producidas por las centrales térmicas convencionales.

III.5 Planes, políticas e instrumentos de planeación

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) establece enfocar la acción del Estado en garantizar el ejercicio de los derechos sociales y cerrar las brechas de desigualdad social que dividen a los mexicanos. El objetivo fundamental de este Plan es que el país se integre por una sociedad con equidad, cohesión social e igualdad sustantiva. Esto implica hacer efectivo el ejercicio de los derechos sociales de todos los mexicanos, a través del acceso a servicios básicos: agua potable, drenaje, saneamiento, electricidad, seguridad social, educación, alimentación y vivienda digna, como base de un capital humano que permita el avance pleno como individuos.

En particular, la cobertura de electricidad se ha expandido y actualmente cubre alrededor de 98% de la población. Si bien hoy en día existe capacidad suficiente respecto al consumo nacional de electricidad, hacia el futuro la mayor incorporación de usuarios y un mejor acceso al suministro de energía significarán un reto para satisfacer las necesidades de energía eléctrica de la población y la planta productiva del país. De manera adicional, en 2011 la mitad de la electricidad fue generada a partir de gas natural, debido a que este combustible tiene el menor precio por unidad energética.

En el sector energía, el PND señala que el uso y suministro de energía son esenciales para las actividades productivas de la sociedad. Su escasez resultaría en un obstáculo para el desarrollo de la economía. Por ello, es necesario satisfacer las necesidades energéticas del país, identificando de manera anticipada los requerimientos asociados al crecimiento económico y que la energía llegue a todos los mexicanos, además de los beneficios que derivan del acceso a y consumo de la energía.

El PND establece dentro del plan de acción, el objetivo de consolidar el papel productivo de México en el mundo; las estrategias de este objetivo y la forma en que el proyecto **EVM II** se relaciona con ellas e se presenta en la tabla III.5.

Tabla III.5 Acciones del proyecto EVM II concordantes con las Estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

Estrategia 3.3.3. Proteger y preservar el patrimonio cultural nacional.	
<p>Líneas de acción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fomentar la exploración y el rescate de sitios arqueológicos que trazarán un nuevo mapa de la herencia y el pasado prehispánicos del país 	<p>Se ha solicitado la visita de personal del Instituto Nacional de Antropología e Historia para verificar que el proyecto cumpla con la normatividad en materia de seguridad para la protección y resguardo del patrimonio cultural, con lo que también se atiende lo establecido en la Ley Federal sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticas e Históricas</p>

Tabla III.5 Cont. Acciones del proyecto EVM II concordantes con las Estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

<p>Estrategia 4.4.2. Implementar un manejo sustentable del agua, haciendo posible que todos los mexicanos tengan acceso a ese recurso.</p>	
<p>Líneas de acción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ordenar el uso y aprovechamiento del agua en cuencas y acuíferos afectados por déficit y sobreexplotación, propiciando la sustentabilidad sin limitar el desarrollo. Con la adquisición de la concesión por parte del Promovente se atiende esta línea de acción. • Sanear las aguas residuales con un enfoque integral de cuenca que incorpore a los ecosistemas costeros y marinos. <p>Rehabilitar y ampliar la infraestructura hidroagrícola.</p>	<p>En atención de línea de acción, se tratará toda el agua resultante de la operación de la Central EVM II y se cumplirá con la NOM_SEMARNAT-001-1996; el agua tratada se entregará a los ejidos Francisco I. Madero, Jaltepec y Tecuautitlán para su uso como agua de riesgo.</p> <p>Con la entrega del agua tratada a los ejidos Francisco I. Madero, Jaltepec y Tecuautitlán para riego agrícola, el proyecto EVM II es congruente con esta línea de acción.</p>
<p>Estrategia 4.4.3. Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono.</p>	
<p>Líneas de acción</p> <ul style="list-style-type: none"> • Acelerar el tránsito hacia un desarrollo bajo en carbono en los sectores productivos primarios, industriales y de la construcción, así como en los servicios urbanos, turísticos y de transporte. • 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. • Lograr un manejo integral de residuos sólidos, de manejo especial y peligroso, que incluya el aprovechamiento de los materiales que resulten y minimice los riesgos a la población y al medio ambiente. • Contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles. 	<p>Con la adopción de una tecnología termodinámicamente muy eficiente (ciclo combinado) y el gas natural como combustible, el proyecto EVM II cumple con esta línea de acción.</p> <p>Con la adopción de una tecnología termodinámicamente muy eficiente (ciclo combinado) y el gas natural como combustible, el proyecto EVM II cumple con esta línea de acción.</p> <p>Durante todas las etapas del proyecto EVM II se aplicarán programas de manejo de todos los residuos que se generen; dichos programas cumplirán con el marco regulatorio en esta materia y así se cumple con esta línea de acción.</p> <p>Con la adopción de una tecnología termodinámicamente muy eficiente (ciclo combinado) y el gas natural como combustible, el proyecto EVM II cumple con esta línea de acción.</p>

Tabla III.5 Cont. Acciones del proyecto EVM II concordantes con las Estrategias del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018

Estrategia 4.6.2. Asegurar el abastecimiento racional de energía eléctrica a lo largo del país.	
<p>Líneas de acción</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 renovables, mediante la adopción de nuevas tecnologías y la implementación de mejores prácticas. 	<p>Con la adopción de una tecnología termodinámicamente muy eficiente (ciclo combinado) y el gas natural como combustible, el proyecto EVM II cumple con esta línea de acción.</p> <p>Con la adopción de una tecnología termodinámicamente muy eficiente (ciclo combinado), el cual usa el calor de los gases de combustión de la turbina de gas para producir vapor de agua y generar electricidad en una turbina de vapor, el proyecto EVM II cumple con esta línea de acción.</p>

III.5.2 Prospectiva del sector energético 2016 - 2030

Uno de los principales compromisos de la Reforma Energética en materia de electricidad es el llevar a cada rincón del país el servicio de energía eléctrica y garantizar la cobertura universal. En México, el 98.5% de la población nacional cuenta con este servicio, pero aún faltan por realizar obras de electrificación en comunidades donde viven los cerca de dos millones de mexicanos que no disponen de ella. La energía eléctrica es fundamental para impulsar el desarrollo económico y social del país. Por ello, brindar un servicio eficiente, confiable y de calidad, son las premisas de la modernización del sistema eléctrico mexicano.

En cuanto a población, desde 2005 el país presenta una tasa de crecimiento anual poblacional de 1.3%, por lo que la demanda del petróleo con sus derivados y de electricidad crece constantemente.

El Producto Interno Bruto (PIB) ha presentado un crecimiento de 2.7% en el período de 2005 a 2015 y se busca dinamizar la economía con el apoyo de las reformas estructurales para lograr a mediano plazo un crecimiento del PIB de 5.0%. El sector energético es estratégico para el desarrollo de la economía mexicana, dada su importancia en el funcionamiento de todas las actividades productivas del país, el transporte de personas y mercancías, el funcionamiento de establecimientos comerciales, de servicios y hogares o la electrificación en centros de enseñanza; en resumen, el crecimiento económico y social del país depende del desarrollo del sector energético.

Se espera que entre 2016 y 2030 se adicione 57,122 MW de capacidad, de los cuales el 37.8% será de tecnologías convencionales (21,590 MW) y el 62.2% de tecnologías limpias (35,532 MW).

Por tipo de tecnología, el ciclo combinado es la única tecnología basada en combustibles fósiles que aumentará su participación en la generación total de electricidad en 8 puntos porcentuales; entre 2015 y el 2030, se tiene previsto que se instalen 20,453 MW. Por el contrario, la generación termoeléctrica convencional y las carboeléctricas tendrán una fuerte disminución en la participación de generación. El proyecto **EVM II** contribuirá a alcanzar la meta de instalación de centrales de ciclo combinado.

III.5.3 Prospectiva de gas natural 2016 - 2030

En 2015, la demanda de combustibles fósiles a nivel nacional alcanzó un volumen de 17,115 millones de pies cúbicos diarios de gas natural equivalente (mmpcdgne), lo que representó un incremento de 1.7% respecto a 2014. Del total de esta demanda, el gas natural tuvo una participación de 43.8%, con un volumen de 7,504 millones de pies cúbicos diarios (mmpcd).

La mayor demanda de gas natural la presentó el sector eléctrico público con un volumen de 3,228.9 Millones de pies cúbicos diarios (mmpcd) de gas natural, le siguen el sector petrolero con 2,200.0 mmpcd, el industrial con 1,375.8 mmpcd y el eléctrico privado con una demanda de 568.6 mmpcd. La menor participación la tuvieron los sectores residencial con 94.6 mmpcd, servicios con 33.7 mmpcd y, finalmente, el sector autotransporte con un volumen de 2.4 mmpcd como puede verse en la figura III.10. Cabe mencionar que en todos los sectores se tuvo un aumento en la demanda, a excepción del petrolero el cual disminuyó 3.3% respecto a 2014.

En 2015, el sector eléctrico demandó un volumen total de combustibles de 5,494.4 mmpcdgne, lo que representó un incremento de 4.9% respecto a 2014. De este volumen, el gas natural tuvo una participación de 69.1%, seguido de carbón con 16.5%, combustóleo con 11.6% y, finalmente, coque de petróleo y carbón con 1.8% y 1.0%, respectivamente.

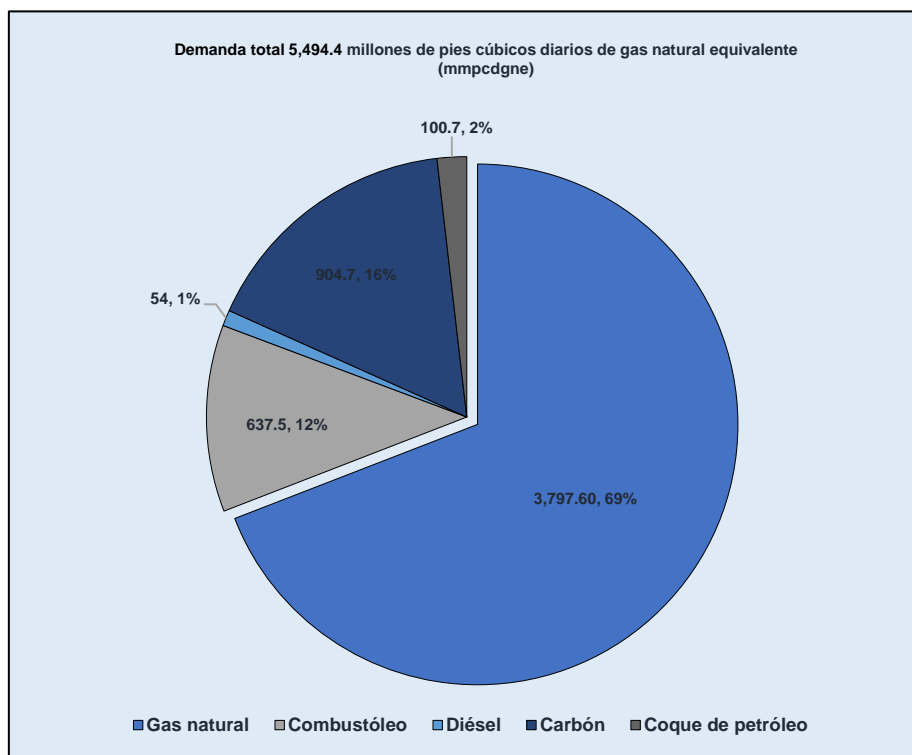


Figura III.10 Demanda nacional de combustibles sector eléctrico, 2015.
(mmpcdgne)

En el caso de gas natural, la demanda presentó un incremento de 8.5% respecto a 2014, alcanzando un volumen de 3,797.6 mmpcd. Con el fin de ampliar la oferta de gas natural en el país, la CFE impulsa el desarrollo de proyectos de transporte de gas natural para llevar este combustible desde las regiones donde se produce hasta las regiones donde se consume. El proyecto **EVM II** utilizará esta infraestructura para el transporte del gas que consumirá.

III.5.4 Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 (SENER)

La Estrategia Nacional de Energía 2014-2028 (ENE) reconoce la importancia del acceso a la energía para toda la población. El documento expone la necesidad que se tiene como país de brindar a la población, sobre todo a la menos favorecida, energéticos modernos, en línea con la mejora en la educación, salud, igualdad de género y sostenibilidad del medio ambiente. Por ello, estableció una serie de objetivos y líneas de acción encaminados a ampliar el acceso a los energéticos o a los beneficios que derivan de su consumo. La ENE establece medidas para:

- Acelerar la transición energética hacia fuentes no fósiles, particularmente renovables,
- Aumentar la seguridad energética,
- Aprovechar otros recursos naturales abundantes en el país, preparar al país ante un escenario de regulación climática internacional,
- Contribuir a la generación de empleo.

- Reducir los riesgos financieros, geológicos y ambientales en las actividades de exploración y extracción, así como de transformación industrial del petróleo y gas.
- Reducir las barreras para el desarrollo de proyectos de generación eléctrica que permitan aprovechar recursos renovables, y dar certidumbre a la transición energética sustentada en bajas emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI).

En la zona Centro, el fortalecimiento de la red de transporte de gas natural hará posible garantizar el abasto en la zona e incluso la instalación de plantas de ciclo combinado. Se tienen contemplados más de 4,000 MW correspondientes a plantas de ciclo combinado en la región.

El proyecto EVM II encuadra perfectamente con la perspectiva del Centro del país, ya que coadyuvará a satisfacer la demanda de electricidad, contribuirá con 850 MW de los 4,000 MW que se tienen contemplados durante el periodo de 2014 al 2028 correspondientes a plantas de ciclo combinado en la región.

III.5.5 Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible

En la Cumbre para el Desarrollo Sostenible, que se llevó a cabo en septiembre de 2015, los estados miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático. Los ODS, apuntan a reducción de la pobreza, el hambre, las enfermedades, la desigualdad de género y ampliación del acceso al agua y saneamiento.

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos. La energía es central para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para los empleos, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos, el acceso a la energía para todos es esencial, parte esencial del proyecto EVM II, ya que se tiene contemplado el uso de tecnología avanzada para la minimización de las emisiones de NO_x y CO por el uso de combustibles fósiles, así como el incremento de la eficiencia energética. Como antecedente para el establecimiento de este objetivo se toman en cuenta los siguientes datos:

- Una de cada cinco personas todavía no tiene acceso a la electricidad moderna
- Tres mil millones de personas dependen de la biomasa tradicional, como la madera y los residuos de plantas animales, para cocinar y para la calefacción. Los servicios de energía no son factibles, confiables y modernos
- La energía es el principal contribuyente al cambio climático, y representa alrededor del 60% del total de emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial
- Reducir las emisiones de carbono de la energía es un objetivo a largo plazo relacionado con el clima

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. Bajo este aspecto, el proyecto contribuye a desarrollar una infraestructura confiable, sostenible, resiliente y de calidad. Asimismo, el

proyecto se fortalece gracias a la importación de gas natural transfronterizo proveniente de los Estados Unidos de América para apoyar el desarrollo económico y el bienestar humano, con especial hincapié en el acceso equitativo y asequible para todos, todo esto considerando la siguiente información: la infraestructura básica como es la energía eléctrica y el agua sigue siendo escasa en muchos países en desarrollo; alrededor de 2,600 millones de personas en el mundo en desarrollo se enfrentan a dificultades en el acceso a la electricidad a tiempo completo.

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Los problemas que enfrentan las ciudades se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. El futuro requerido incluye a ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para la población. Objetivo en el cual ingresa perfectamente el proyecto EVM II, pues permitirá reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, prestando especial atención a la calidad del aire y minimizando las emisiones de gases efecto invernadero al ambiente.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. El proyecto tiene como base incorporarse a la producción sostenible, fomentar el uso eficiente de los recursos y la eficiencia energética mediante el uso de una infraestructura sostenible y facilitar el acceso a los servicios básicos, empleos ecológicos y decorosos, y una mejor calidad de vida para todos.

- A pesar de los avances tecnológicos que han promovido mejoras en materia de eficiencia energética, el uso de energía en los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) seguirá creciendo otro 35% de aquí a 2020. El uso de energía comercial y residencial es el segundo sector de consumo energético mundial que más rápido está creciendo, después del transporte
- Los hogares consumen el 29% de la energía mundial y, en consecuencia, contribuyen al 21% de las emisiones de CO2 resultantes
- En 2013, una quinta parte del consumo final de energía en el mundo procedió de las fuentes de energía renovables

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. El cambio de actitudes se acelera a medida que se está recurriendo a reducir las emisiones a la atmósfera para la generación de energía eléctrica, como es el caso del proyecto EVM II. El cambio climático es un reto global que no respeta las fronteras nacionales; las emisiones en un punto del planeta afectan a otros lugares lejanos. Es un problema que requiere que la comunidad internacional trabaje de forma coordinada y precisa de la cooperación internacional para que los países en desarrollo avancen hacia una economía baja en carbono.

III.6 Marco legislativo de acción federal y estatal

III.6.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos

La Constitución Política establece en el artículo 4 que “Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano para su desarrollo y bienestar. El Estado garantizará el respeto a este derecho.

El daño y deterioro ambiental generará responsabilidad para quien lo provoque en términos de lo dispuesto por la ley” El proyecto **EVM II** se construirá y operará acatando las regulaciones federales, estatales y municipales; asimismo, serán aplicadas medidas para prevenir y mitigar los impactos ambientales, por lo que no generará daños ni deterioro ambiental en el entorno en donde se ubicará.

III.6.2 Leyes

III.6.2.1 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente es el instrumento jurídico más significativo e importante en el área de protección ambiental.

“Artículo 5o. Son facultades de la Federación:

Fracción X. La evaluación del impacto ambiental de las obras o actividades a que se refiere el artículo 28 de esta Ley y, en su caso, la expedición de las autorizaciones correspondientes.

Fracción XI. La regulación del aprovechamiento sustentable, la protección y la preservación de los recursos forestales, el suelo, las aguas nacionales, la biodiversidad, la flora, la fauna y los demás recursos naturales de su competencia.”

“Artículo 28. Establece que 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 obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:

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

Este artículo es un instrumento de política ecológica a través del cual la autoridad ambiental determina las medidas que deberán adoptarse para prevenir o corregir los efectos adversos al ambiente generados por la realización de diversas obras o actividades. Se establece con toda claridad la obligatoriedad de la autorización previa en materia de impacto ambiental para obras o actividades que puedan generar efectos importantes sobre el ambiente o los recursos naturales y que no puedan ser regulados a través de otros instrumentos legales como son normas oficiales, licencias, ordenamiento ecológico del territorio, etc.

“Artículo 30. establece que para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de la 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.”

La presente manifestación de impacto ambiental del proyecto **EVM II** se realiza en apego a lo que se establece en los artículos referidos. Al presentar este documento a la autoridad, se solicitará de manera previa, la autorización del proyecto en materia de la evaluación del impacto ambiental. Se presentará una Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad Regional, por ser un proyecto integrado por un conjunto de obras y actividades que pretenden desarrollarse en una región ecológica

Artículo 110. Establece los criterios para la protección de la atmósfera; fracción II. Las emisiones de contaminantes de la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas y controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.

Artículo 113. Señala la restricción de emitir contaminantes que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente.

Respecto de estos dos últimos artículos, el proyecto aplicará riegos en las terracerías como medida para mitigar la emisión de polvos por el tránsito de vehículos; también los vehículos automotores y la maquinaria se someterá a programas estrictos de mantenimiento para garantizar que su operación sea en condiciones mecánicas adecuadas con el fin de asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de las poblaciones aledañas. Durante la etapa de operación, la central cumplirá con la norma de niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto (NOM-SEMARNAT-085-2001) y de calidad del aire, respecto al bióxido de nitrógeno (NOM-023-SSA1-1993); asimismo, los vehículos automotores se someterán a programas estrictos de mantenimiento para garantizar que su operación sea en condiciones mecánicas adecuadas.

III.6.2.2 Ley de Aguas Nacionales

La Ley Aguas Nacionales es el principal marco de referencia legislativo que emana del artículo 27 constitucional en materia de aguas nacionales, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Le corresponde al Ejecutivo Federal, la autoridad y administración en materia de aguas nacionales y de sus bienes públicos inherentes, quien lo ejercerá a través de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA).

Esta Ley contiene disposiciones de orden público e interés social que se ejercen a través de la CONAGUA en coordinación con los gobiernos estatales y municipales.

Algunas de las aportaciones principales de la ley de Aguas Nacionales son: la adecuación de los aspectos institucionales que propician la administración integral del recurso y consolidan a la CONAGUA como autoridad ejecutiva única en la materia; la adecuación de un marco jurídico relacionado con las concesiones y asignaciones que eliminan las prácticas burocráticas que entorpecían el trámite de solicitudes y la expedición de títulos; la creación del Registro Público de Derechos de Agua que, aparte de brindar protección jurídica adicional al usuario acreditado,

permite efectuar transmisiones de derechos y cambios de uso del agua, así como las diversas modificaciones y las adecuaciones que se requieran; el planteamiento de nuevos esquemas de financiamiento que, mediante contratos y concesiones, permitan construir, operar y prestar servicios en la infraestructura pública federal, y el establecimiento de los consejos de cuenca hidrológica que, constituyen la unidad de gestión básica del recurso hidráulico.

Los artículos de la Ley de Aguas Nacionales que se asocian al desarrollo del proyecto se mencionan a continuación.

Artículo 3, establece la definición de "Zona de veda": Aquellas áreas específicas de las regiones hidrológicas, cuencas hidrológicas o acuíferos, en las cuales no se autorizan aprovechamientos de agua adicionales a los establecidos legalmente y éstos se controlan mediante reglamentos específicos, en virtud del deterioro del agua en cantidad o calidad, por la afectación a la sustentabilidad hidrológica, o por el daño a cuerpos de agua superficiales o subterráneos

Artículo 42. Para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas del subsuelo en las zonas reglamentadas o de veda decretadas por el Ejecutivo Federal, incluso las que hayan sido libremente alumbradas, requerirán de:

Fracción III. Permisos para las obras de perforación, reposición o relocalización de pozos, o demás modificaciones a las condiciones de aprovechamiento, que se realicen a partir del decreto de veda o reglamentación.

Artículo 23. *En ningún caso podrá el titular de una concesión o asignación disponer del agua en volúmenes mayores que los autorizados por "la Autoridad del Agua". Para incrementar o modificar de manera permanente la extracción de agua en volumen, caudal o uso específico, invariablemente se deberá tramitar la expedición del título de concesión o asignación respectivo.*

Artículo 24. El término de la concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales no será menor de cinco ni mayor de treinta años. Las concesiones o asignaciones en los términos del Artículo 22 de esta Ley, serán objeto de prórroga hasta por igual término y características del título vigente por el que se hubieren otorgado, siempre y cuando sus titulares no incurrieren en las causales de terminación previstas en la presente Ley, se cumpla con lo dispuesto en el Párrafo Segundo del Artículo 22 de esta Ley y en el presente Artículo y lo soliciten dentro de los últimos cinco años previos al término de su vigencia, al menos seis meses antes de su vencimiento. La falta de presentación de la solicitud a que se refiere este Artículo dentro del plazo establecido, se considerará como renuncia al derecho de solicitar la prórroga.

Artículo 25. Una vez otorgado el título de concesión o asignación, el concesionario o asignatario tendrá el derecho de explotar, usar o aprovechar las aguas nacionales durante el término de la concesión o asignación, conforme a lo dispuesto en esta Ley y sus reglamentos. La vigencia del título de concesión o asignación inicia a partir del día siguiente a aquel en que le sea notificado.

Artículo 85. Establece que las personas físicas o morales, incluyendo las dependencias, organismos y entidades de los tres órdenes de gobierno, que exploten, usen o aprovechen aguas nacionales en cualquier uso o actividad, serán responsables en los términos de Ley de:

- Realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y, en su caso, para reintegrar las aguas referidas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su explotación, uso o aprovechamiento posterior, y
- Mantener el equilibrio de los ecosistemas vitales

Artículo 86. La CONAGUA tendrá a su cargo:

Fracción IV.- Establecer y vigilar el cumplimiento de las condiciones particulares de descarga (CPD) que deben satisfacer las aguas residuales (AR) vertidas directamente en aguas y bienes nacionales o en cualquier terreno cuando dichas descargas puedan contaminar el subsuelo o los acuíferos.

En cumplimiento de estos artículos, el promovente obtuvo la concesión emitida mediante la resolución B00.801.02.01.-1349, por la CONAGUA, con la cual obtendrá el volumen de agua requerido para el proceso de la Central, en apego del artículo 33, fracción I, que establece que “En el caso de cambio de titular, cuando no se modifiquen las características del título de concesión, procederá la transmisión mediante una solicitud por escrito presentada ante “la Autoridad del Agua”, quien emitirá el acuerdo correspondiente de aceptación o no, así como la inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua.”

III.6.2.3 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos

Esta ley clasifica a los residuos de cuatro formas: residuos sólidos urbanos; residuos peligrosos, residuos incompatibles y residuos de manejo especial. En la ley también se establecen los instrumentos de la política de prevención y la gestión integral de los mismos, los planes de manejo y los esquemas de participación social y denuncia popular, así como la responsabilidad acerca de la contaminación y la remediación de sitios contaminados. A continuación se indican los artículos que están vinculados con el proyecto EVM II.

La Ley general parte de una serie de principios, entre los que se encuentran:

- Prevenir, valorizar y hacer un manejo integral bajo criterios de eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social
- Responsabilidad compartida de productores, consumidores y autoridades
- El generador de residuos debe asumir los costos de su disposición
- Los lugares que han sido afectados por la disposición inadecuada de residuos deben ser atendidos para que dejen de ser fuente de contaminación
- Es indispensable que los procesos de producción se realicen bajo condiciones de eficiencia ambiental, en términos de uso de recursos, insumos y generación de residuos

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 20. La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las

normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.

Artículo 21. Indica que con objeto de prevenir y reducir los riesgos a la salud y al ambiente, asociados a la generación y manejo integral de residuos peligrosos, se deberán considerar cuando menos alguno de los siguientes factores que contribuyan a que los residuos peligrosos constituyan un riesgo: la forma de manejo; la cantidad; la persistencia de las sustancias tóxicas y la virulencia de los agentes infecciosos contenidos en ellos; la capacidad de las sustancias tóxicas o agentes infecciosos contenidos en ellos, de moverse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento; la biodisponibilidad de las sustancias tóxicas contenidas en ellos y su capacidad de bioacumulación; la duración e intensidad de la exposición, y la vulnerabilidad de los seres humanos y demás organismos vivos que se expongan a ellos.

Artículo 22. Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si éstos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

Artículo 28. Estarán obligados a la formulación y ejecución de los planes de manejo, 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, y

Artículo 29. Los planes de manejo aplicables a productos de consumo que al desecharse se convierten en residuos peligrosos, deberán considerar, entre otros, los siguientes aspectos:
I. Los procedimientos para su acopio, almacenamiento, transporte y envío a reciclaje, tratamiento o disposición final, que se prevén utilizar.

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:

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

I. Aceites lubricantes usados; II. Disolventes orgánicos usados; III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores; IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo; V. Baterías eléctricas a base de mercurio o de níquel-cadmio; VI. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio; VII. Aditamentos que contengan mercurio, cadmio o plomo; VIII. Fármacos; IX. Plaguicidas y sus envases que contengan remanentes de los mismos; 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;

Artículo 32. Los elementos y procedimientos que se deben considerar al formular los planes de manejo, se especificarán en las normas oficiales mexicanas correspondientes, y estarán basados en los principios que señala la presente Ley.

Artículo 95. La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la

presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.

Artículo 106. De conformidad con esta Ley y su Reglamento, serán sancionadas las personas que lleven a cabo cualquiera de las siguientes actividades:

- Incumplir durante el manejo integral de los residuos peligrosos, las disposiciones previstas por esta ley y la normatividad que de ella se derive para evitar daños al ambiente.

La preparación del sitio y construcción del proyecto generará residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial, entre otros, residuos de oficina, restos de vegetación, trozos de concreto y ladrillos, cartón, papel, vidrio, metal, material impregnado con grasas y aceites. Durante la operación se generarán, entre otros, residuos sólidos urbanos y residuos peligrosos, como material de oficina, materiales impregnados de grasas y aceites producto de las tareas de mantenimiento y tratamiento de aguas residuales. Dentro de las acciones a ser llevadas a cabo para el cumplimiento de la legislación en materia de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se implementarán planes de manejo que considerarán la recolección, almacenamiento y confinamiento de todos los residuos y la minimización de su generación, en todas las etapas del proyecto EVM II; dichos planes se ajustarán a lo que establece esta Ley y su Reglamento.

III.6.2.4 Ley General de Vida Silvestre

La SEMARNAT promueve la participación de todos los sectores de la sociedad para el cumplimiento de esta Ley, cuyo propósito fundamental es la conservación de la fauna y la flora silvestre, mediante la protección y el aprovechamiento sustentable, de modo que se mantenga y promueva su diversidad e integración. A continuación se presenta brevemente el articulado de la Ley, que aplica al proyecto EVM II.

Artículo 56. La Secretaría identificará, a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.

Artículo 58. Entre las especies y poblaciones en riesgo estarán comprendidas las que se identifiquen como: a) en peligro de extinción: aquellas cuyas áreas de distribución o tamaño de sus poblaciones en el territorio nacional han disminuido drásticamente poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores tales como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros; b) amenazadas: aquellas que podrían llegar a encontrarse en peligro de desaparecer a corto o mediano plazos, si siguen operando los factores que inciden negativamente en su viabilidad, al ocasionar el deterioro o modificación de su hábitat o disminuir directamente el tamaño de sus poblaciones; y c) sujetas a protección especial: aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que inciden negativamente en su viabilidad, por lo que se determina la necesidad de propiciar su

recuperación y conservación o la recuperación y conservación de poblaciones de especies asociada

Artículo 106. Sin perjuicio de las demás disposiciones aplicables, toda persona física o moral que ocasione directa o indirectamente un daño a la vida silvestre o a su hábitat, está obligada a repararlo o compensarlo de conformidad con lo dispuesto por la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

Artículo 122. Son infracciones a lo establecido en esta Ley: realizar cualquier acto que cause la destrucción o daño de la vida silvestre o de su hábitat.

No se identificaron especies en riesgo en el predio en donde se instalará la Central. Para prevenir daños a la fauna silvestre, antes de iniciar la preparación del sitio se ejecutará un plan de rescate y reubicación de los individuos que se encuentren en el predio. También, para prevenir daños a la flora y fauna silvestre y sus hábitats se realizarán pláticas de sensibilización a los trabajadores y directivos que participen en cualquiera de las etapas del proyecto,

III.6.2.5 Ley General de Cambio Climático

La implementación y cumplimiento de esta Ley representa la estrategia para hacer frente a los efectos adversos del cambio climático y el compromiso mexicano de reducir las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; al mismo tiempo, se busca posicionar al país hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones.

La Ley tiene como principal objetivo regular las emisiones para lograr la estabilización de la concentración en la atmósfera de gases de efecto invernadero (GEI) a un nivel que impida interferencias peligrosas en el sistema climático, atribuibles directa o indirectamente a la actividad humana. La primera meta es reducir para el año 2020 el 30% de las emisiones, con respecto de aquellas emitidas en 2000; y la meta siguiente es que tal reducción sea del 50% para 2050.

La puesta en marcha y eficacia de la Ley requieren del esfuerzo responsable, coordinado y continuo de los tres niveles de gobierno: federal, estatal, municipal; así como la activación de mecanismos de acceso para la participación social y privada en la evaluación del desempeño de las políticas públicas de acciones de mitigación y adaptación. Esta compleja estructura requiere, para su engranaje, de la creación y ajuste de organismos y sistemas de información especializados y de entes coordinadores y de evaluación, por un lado y, por el otro, de instrumentos jurídicos y económicos que hagan posible implementar e incentivar el cumplimiento de sus objetivos.

Artículo 1 La ley establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático, para la protección al ambiente, el desarrollo sustentable, y la preservación y restauración del equilibrio ecológico.

En el Artículo 2, fracción II, establece que para garantizar el derecho a un medio ambiente sano se deben 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.

Artículo 26. En la formulación de la política nacional de cambio climático se observarán los principios de: responsabilidad ambiental (Fracción VIII): quien realice obras o actividades que afecten o puedan afectar al medio ambiente, estará obligada a prevenir, minimizar, mitigar, reparar, restaurar y, en última instancia, a la compensación de los daños que cause.

Artículo 87. La Secretaría deberá integrar el registro de emisiones generadas por las fuentes fijas y móviles de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte. Las disposiciones reglamentarias de la presente Ley identificarán las fuentes que deberán reportar en el Registro por sector, subsector y actividad, asimismo establecerán los siguientes elementos para la integración del Registro: I. Los gases o compuestos de efecto invernadero que deberán reportarse para la integración del Registro; II. Los umbrales a partir de los cuales los establecimientos sujetos a reporte de competencia federal deberán presentar el reporte de sus emisiones directas e indirectas; III. Las metodologías para el cálculo de las emisiones directas e indirectas que deberán ser reportadas; IV. El sistema de monitoreo, reporte y verificación para garantizar la integridad, consistencia, transparencia y precisión de los reportes, y V. La vinculación, en su caso, con otros registros federales o estatales de emisiones.

Artículo 88. Las personas físicas y morales responsables de las fuentes sujetas a reporte están obligadas a proporcionar la información, datos y documentos necesarios sobre sus emisiones directas e indirectas para la integración del Registro.

Dado que el objetivo de esta Ley es el derecho a un medio ambiente sano, establece la concurrencia de facultades entre federación, entidades federativas y municipios, para regular emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero. Como en este caso sería la generación y uso de energía, regular acciones para mitigación y adaptación, reducir la vulnerabilidad

Durante la operación del proyecto EVM II se emitirán gases efecto invernadero, como dióxido de carbono y óxidos de nitrógeno, que se producirán por la combustión del gas natural. Sin embargo, como se hizo mención, el proyecto usará equipos de una alta eficiencia termodinámica y baja emisión de NO_x , lo que redundará en una central con baja emisión de GEI.

Con respecto del Registro Nacional de Emisiones (RNA) generadas por fuentes fijas de emisiones que se identifiquen como sujetas a reporte, cuando la central inicie la operación se cumplirá con la entrega del reporte correspondiente a la autoridad.

III.6.2.6 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental

Artículo 1. Regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños.

Artículo 6º. No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioro no sean adversos en virtud de:

I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y

autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,

II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.

En atención de esta Ley, se presentará la MIA para el proyecto EVM II, en la cual se manifiestan los impactos ambientales que generará el proyecto y las medidas de prevención, mitigación y compensación; asimismo se asegurará que ninguna de las actividades que se realicen rebasen las disposiciones establecidas en leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas.

III.7 Reglamentos

III.7.1 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental

En este instrumento se establecen claramente las obras que requieren autorización en esta materia:

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

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

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

Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la información general referente al proyecto, la descripción de las obras o actividades, la vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; incorporar los aspectos relacionados con el sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región; evidentemente con relación a la identificación del sistema ambiental se deberá presentar la evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; así como las estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; identificar los pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y como parte de la sustentación técnica y de procedimiento de la manifestación

de impacto ambiental identificarán los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.

Artículo 17. Indica el procedimiento a seguir para la presentación de la manifestación de impacto ambiental de acuerdo con lo siguiente. El promotor deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: la manifestación de impacto ambiental; un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete y una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes. Cuando se trate de obras y actividades que involucren actividades altamente riesgosas en los términos de la Ley, deberá incluirse un estudio de riesgo.

Artículo 36. Establece que quienes elaboren los estudios deberán observar lo establecido en la Ley, este reglamento, las normas oficiales mexicanas y los demás ordenamientos legales y reglamentarios aplicables. Asimismo, declararán, bajo protesta de decir verdad, que los resultados se obtuvieron a través de la aplicación de las mejores técnicas y metodologías comúnmente utilizadas por la comunidad científica del país y del uso de la mayor información disponible, y que las medidas de prevención y mitigación sugeridas son las más efectivas para atenuar los impactos ambientales.

Conforme lo dispuesto en el artículo 5° inciso K, el proyecto EVM II requiere la autorización en materia de impacto ambiental. En este sentido, se presenta esta MIA en su modalidad regional y se atenderán las disposiciones y requerimientos normativos y lo que establezca la autoridad en específico para este proyecto.

III.7.2 Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales

A continuación se indican los artículos vinculados con el proyecto EVM II, considerando también los requerimientos de la concesión varias veces mencionada, dado que el proyecto se localiza dentro del acuífero Cuautitlán-Pachuca.

Artículo 30.- Conjuntamente con la solicitud de concesión o asignación para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se solicitará, en su caso: el permiso de descarga de aguas residuales, el permiso para la realización de las obras que se requieran para el aprovechamiento del agua y la concesión para la explotación, uso o aprovechamiento de cauces, vasos o zonas federales a cargo de "La Comisión".

Artículo 33.- Las aguas residuales podrán usarse por un tercero distinto del concesionario o asignatario, antes de llegar al punto de descarga señalado en el título de concesión o asignación, o en el permiso de descarga correspondiente, siempre y cuando no se afecten derechos de terceros, ni las reservas existentes y se cumpla con las normas oficiales mexicanas y las condiciones particulares de descarga; para tal efecto el titular de la concesión, asignación o permiso deberá dar aviso a "La Comisión" en un término no mayor a diez días hábiles, contado a partir del inicio de su uso.

Artículo 64.- Se podrán transmitir los derechos derivados de las concesiones o asignaciones para la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales dentro de una misma cuenca, o de aguas del subsuelo dentro de un mismo acuífero, cuando estén vigentes e inscritos en el "Registro". La localización y los límites de los acuíferos serán definidos por

"La Comisión" conforme a la información y los estudios hidráulicos disponibles, los cuales estarán a disposición del público para su consulta.

En relación con los requisitos establecidos sobre la transmisión de la concesión de un particular al promovente del proyecto EVM II, se tiene plenamente atendidos requisitos establecidos en este Reglamento. Asimismo, el promovente atenderá todos los aspectos relacionados con el tema del uso y distribución del agua tratada producto de la operación del proyecto; las aguas residuales serán tratadas para cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996.

III.7.3 Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Prevención y Control de la Contaminación a la Atmósfera

A continuación se indican los artículos vinculados con el proyecto EVM II.

Artículo 7°. Fracción IV, establece que es competencia de la autoridad ambiental responsable del sector ambiental, la expedición de normas "para la certificación de la autoridad competente de los niveles de emisión de contaminantes a la atmósfera provenientes de fuentes determinadas"; para tal efecto, la Secretaría ha emitido normas en lo que respecta a monitoreo ambiental, fuentes fijas, características de combustibles, contaminación por ruido y fuentes móviles. En la sección de normas oficiales mexicanas se hace referencia a las normas vigentes en esta materia que aplican al proyecto.

Artículo 16. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes fijas, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión e inmisión, por contaminantes y por fuentes de contaminación que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que para tal efecto expida la Secretaría en coordinación con la Secretaría de Salud, con base en la determinación de los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente que esta última determina. Asimismo, y tomando en cuenta la diversidad de tecnologías que presentan las fuentes, podrán establecerse en la norma técnica ecológica diferentes valores al determinar los niveles máximos permisibles de emisión o inmisión, para un mismo contaminante o para una misma fuente, según se trate de: II.- Nuevas fuentes, como es el caso de la central EVM II.

Artículo 17. Los responsables de las fuentes fijas de jurisdicción federal, por las que se emitan olores, gases o partículas sólidas o líquidas a la atmósfera, estarán obligados a:

II.- Integrar un inventario de sus emisiones contaminantes a la atmósfera, en el formato que determine la Secretaría;

III.- Instalar plataformas y puertos de muestreo;

IV.- Medir sus emisiones contaminantes a la atmósfera, registrar los resultados en el formato que determine la Secretaría y remitir a ésta los registros, cuando así lo solicite;

VI.- Llevar una bitácora de operación y mantenimiento de sus equipos de proceso y de control.

Artículo 17bis. Para los efectos del presente Reglamento, se consideran subsectores específicos pertenecientes a cada uno de los sectores industriales señalados en el artículo 111 bis de la Ley, como fuentes fijas de jurisdicción Federal:

Fracción J) Generación de energía eléctrica

- I. Generación de energía eléctrica; incluyendo las instalaciones que usan cualquier tipo de combustibles fósiles: líquidos, sólidos o gaseosos, y
- II. Generación de energía eléctrica por procedimientos no convencionales contaminantes; se excluyen las núcleo eléctricas.

La Ley General de Salud establece en los Artículos 116 y siguientes que, en materia de efectos del ambiente en la salud de la población, corresponde a las autoridades de salubridad establecer normas, tomar medidas y realizar actividades tendientes a proteger la salud humana ante los riesgos y daños que pudieran ocasionar las condiciones del ambiente, así como determinar los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de los contaminantes atmosféricos. Con base en lo anterior, la Secretaría de Salud ha emitido diversas normas oficiales mexicanas en la materia las cuales se presentan en el apartado correspondiente de esta MIA.

La central EVM II generará en la etapa de operación emisiones de óxidos de nitrógeno y CO₂ a la atmósfera por el proceso de combustión de gas natural. Se utilizarán equipos de una alta eficiencia termodinámica y baja emisión de NO_x, lo que garantiza que se cumplirá con lo especificado en el articulado anterior y con las normas oficiales correspondientes. el proyecto.

III.7.4 Reglamento para la Protección del Ambiente contra la Contaminación Originada por la Emisión del Ruido

A continuación se indican los artículos vinculados con el proyecto EVM II:

Artículo 6o. Se consideran como fuentes artificiales de contaminación ambiental originada por la emisión de ruido las siguientes:

- I. Fijas. Todo tipo de industria, máquinas con motores de combustión, terminales y bases de autobuses y ferrocarriles, aeropuertos, clubes cinegéticos y polígonos de tiro; ferias, tianguis, circos y otras semejantes;
- II. Móviles. Aviones, helicópteros, ferrocarriles, tranvías, tractocamiones, autobuses integrales, camiones, automóviles, motocicletas, embarcaciones, equipo y maquinaria con motores de combustión y similares.

La Secretaría de Salubridad y Asistencia (hoy Secretaría de Salud) podrá adicionar otras a la lista de las fuentes antes mencionadas, escuchando la opinión de la Comisión Intersecretarial de Saneamiento Ambiental.

Artículo 11. El nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y de 65 dB de las veintidós a las seis horas. Estos niveles se medirán en forma continua o semicontinua en las colindancias del predio, durante un lapso no menor de quince minutos, conforme a las normas correspondientes.

Artículo 15. Los establecimientos industriales, comerciales, de servicio público y en general toda edificación, deberán construirse de tal forma que permitan un aislamiento acústico suficiente para que el ruido generado en su interior, no rebase los niveles permitidos en el artículo 11 de este Reglamento, al trascender a las construcciones adyacentes, a los predios colindantes o a la vía pública, lo anterior sin perjuicio de las facultades que competen al Departamento del Distrito Federal.

En caso de que técnicamente no sea posible conseguir este aislamiento acústico, dichas construcciones deberán localizarse dentro del predio, de tal forma que la dispersión acústica cumpla con lo dispuesto en el citado artículo.

En las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se aplicará un programa de mantenimiento para los vehículos y maquinaria con el fin de que se mantengan en condiciones mecánicas adecuadas, para garantizar el cumplimiento de los niveles de emisión de decibeles estipulados en este Reglamento. Durante la operación también se garantizará que los niveles de ruido emitidos se ubicarán por debajo del umbral establecido.

III.7.5 Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

El presente Reglamento establece disposiciones que se refieren a: planes de manejo de residuos y procedimiento para su registro ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales; también establece la definición de los residuos de competencia federal; los criterios para definir a los residuos peligrosos; las autorizaciones con las que deben contar los generadores y el procedimiento para su otorgamiento.

A continuación se hace una referencia a los artículos que le son aplicables al proyecto EVM II:

Artículo 11. La determinación para clasificar a un residuo como de manejo especial, en términos del artículo 19, fracción IX, de la Ley, se establecerá en la norma oficial mexicana correspondiente.

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,

Artículo 17. Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlo en los términos previstos en el presente Reglamento o las NOM correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos. La adhesión a un plan de manejo establecido se realizará de acuerdo a los mecanismos previstos en el propio plan de manejo, siempre que los interesados asuman expresamente todas las obligaciones previstas en él.

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 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.

En la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se generarán residuos sólidos urbanos, peligrosos y de manejo especial; entre otros: residuos de oficina, restos de vegetación, trozos de concreto y ladrillos, cartón, papel, vidrio, metal, material impregnado con grasas y aceites. Durante la operación se generarán, entre otros, residuos sólido urbanos y residuos peligrosos, como material de oficina, materiales impregnados de grasas y aceites producto de las tareas de mantenimiento y tratamiento de aguas residuales. Dentro de las acciones a ser llevadas a cabo para el cumplimiento de la legislación en materia de Prevención y Gestión Integral de los Residuos, se implementarán planes de manejo que considerarán la recolección, almacenamiento y confinamiento de todos los residuos y la minimización de su generación, en todas las etapas del proyecto. Dichos planes se ajustarán a lo que establece esta Ley y su Reglamento. En el caso de los residuos peligrosos, todos ellos quedarán registrados en las bitácoras y cadenas de custodia de la empresa responsable del proyecto y en la etapa de operación se reportarán en la Cédula de Operación Anual.

III.7.6 Reglamento de la Ley General de Cambio Climático en Materia del Registro Nacional de Emisiones

Este Reglamento persigue objetivos de regular las emisiones de efecto invernadero, así como las acciones de mitigación del Cambio Climático; establece la obligación para algunos sectores y subsectores de registrar y medir sus emisiones a la atmósfera; determina los establecimientos y gases sujetos a reporte, y los parámetros a seguir para cumplimentar dicha obligación.

Artículo 3. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, de la Ley, se identifican como sectores y subsectores en los que se agrupan los establecimientos sujetos a reporte, se encuentra el sector energético y los subsectores como sigue:

I. Sector energía:

- a. Subsector generación, transmisión y distribución de electricidad, y
- b. Subsector explotación, producción, transporte y distribución de hidrocarburos;

Artículo 4. Las actividades que se considerarán como establecimientos sujetos a reporte agrupadas dentro de los sectores y subsectores señalados en el artículo anterior, está la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Artículo 5. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción I de la Ley, los gases o compuestos de efecto invernadero sujetos a reporte en los términos del Reglamento, son:

- I. Bióxido de carbono;
- II. Metano;
- III. Óxido nitroso;
- IV. Carbono negro u hollín;
- V. Clorofluorocarbonos;
- VI. Hidroclorofluorocarbonos;
- VII. Hidrofluorocarbonos;
- VIII. Perfluorocarbonos;
- IX. Hexafluoruro de azufre;
- X. Trifluoruro de nitrógeno;
- XI. Éteres halogenados;
- XII. Halocarbonos. Mezclas de los anteriores, y
- XIII. Los gases y compuestos de efecto invernadero que el Panel Intergubernamental determine como tales, y que la SEMARNAT dé a conocer como sujetos a reporte mediante Acuerdo que se publique en el Diario Oficial de la Federación.

Artículo 6. Para los efectos del artículo 87, segundo párrafo, fracción II de la Ley, el umbral a partir del cual los establecimientos sujetos a reporte, identificados conforme a los artículos 3 y 4 del presente Reglamento, deben presentar la información de sus emisiones directas o indirectas, será el que resulte de la suma anual de dichas emisiones, siempre que tal resultado sea igual o superior a 25,000 toneladas de bióxido de carbono equivalente. La suma anual a la que se refiere el párrafo anterior resultará del cálculo de las emisiones de cada una de las fuentes fijas y móviles identificadas en dichos establecimientos sujetos a reporte. El umbral establecido en el presente artículo será aplicable para aquellos establecimientos regulados por otros órdenes de gobierno que conforme a lo previsto en los artículos 3 y 4 del presente Reglamento se identifican como Sujetos a Reporte.

Artículo 12. La presentación del reporte de gases o compuestos de efecto invernadero ante el Registro, se realizará a través de la Cédula de Operación Anual (COA).

En cumplimiento de lo establecido en este Reglamento, cuando la central EVM II inicie la operación, medirá y presentará el reporte de gases o compuestos de efecto invernadero a través de la COA.

III.8 Normas Oficiales Mexicanas

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) sirven para garantizar la sustentabilidad de la actividad económica, son de cumplimiento obligatorio en territorio nacional y tienen por objeto:

1. Establecer los requisitos, especificaciones, condiciones, procedimientos, metas, parámetros y límites permisibles que deberán observarse en regiones, zonas, cuencas o ecosistemas, en aprovechamiento de recursos naturales, en el desarrollo de actividades económicas, en el uso y destino de bienes, en insumos y en procesos;
2. Considerar las condiciones necesarias para el bienestar de la población y la preservación o restauración de los recursos naturales y la protección al ambiente;
3. Estimular o inducir a los agentes económicos para reorientar sus procesos y tecnologías a la protección del ambiente y al desarrollo sustentable;
4. Otorgar certidumbre a largo plazo a la inversión e inducir a los agentes económicos a asumir los costos de la afectación ambiental que ocasionen, y
5. Fomentar actividades productivas en un marco de eficiencia y sustentabilidad.

Las NOM, de acuerdo con la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, son la regulación técnica de observancia obligatoria expedida por las dependencias competentes, conforme a las finalidades establecidas en el artículo 40, que establece reglas, especificaciones, atributos, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como, aquellas relativas a terminología, simbología, embalaje, marcado o etiquetado y las que se refieran a su cumplimiento o aplicación. Aquellas NOM que regulan las actividades del proyecto EVM II, se enlistan a continuación:

III.8.1 Normas de Salud Ambiental, elaboradas por la Secretaría de Salud

A continuación se mencionan las normas de Salud Ambiental que pueden ser aplicables al proyecto:

Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993: Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente, como medida de protección a la salud de la población.

Durante la operación de la central EVM II se cumplirá con lo establecido en esta NOM. Se realizó un estudio de simulación de la dispersión de NO₂; el impacto del proyecto en las áreas urbanas del Sistema Ambiental Regional se encuentra por debajo del límite máximo que establece la NOM-023-SSA1-1993. La población que recibe el mayor impacto por parte del proyecto es Jaltepec, con una concentración de 69.62 µg/m³, que representa un 82.3% por abajo del umbral máximo indicado en esta norma.

III.8.2 Norma Oficial Mexicana y acuerdo en Materia de Aguas Nacionales

NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

NOM-003-SEMARNAT-1997, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Se instalarán sistemas para tratar los diferentes tipos de aguas residuales (aceitosas, sanitarias y de proceso) que se generen en la operación de la Central. La calidad del agua después del tratamiento cumplirá con estas normas.

III.8.3 Norma Oficial Mexicana en materia de Ruido

NOM-080-SEMARNAT-1994.- Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruidos provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

En las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se aplicará un programa de mantenimiento para los vehículos y maquinaria con el fin de que se mantengan en condiciones mecánicas adecuadas, para garantizar el cumplimiento de los niveles de emisión de decibeles estipulados en esta norma. Durante la operación también se garantizará que los niveles de ruido emitidos por la central se ubiquen por debajo del umbral establecido en esta norma; lo anterior se corroborará con las pruebas de emisión de ruido que realizará un laboratorio acreditado en la etapa de pruebas y puesta en servicio.

III.8.4 Normas Oficiales Mexicanas sobre emisiones a la atmósfera por fuentes fijas

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica - Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

Durante la operación de la Central se cumplirá con lo establecido en esta NOM. Los equipos que se instalarán garantizan las emisiones que se presentan en la tabla III.6. Además, se instalará en cada chimenea un sistema de monitoreo continuo de emisiones para vigilar que la central opere cumpliendo con esta norma.

Tabla III.6 Emisiones de la EVM II y las establecidas en la NOM-085-SEMARNAT-2011

Parámetro	Nivel de emisión de la central EVM II	Nivel máximo permisible de emisión
NO _x (ppmV)	67	70
CO (ppmV)	350	400

Mediciones referidas al 5% de O₂, 25°C y 1 atm en base seca

III.8.5 Normas Oficiales Mexicanas sobre emisiones a la atmósfera por fuentes móviles

Norma Oficial Mexicana NOM-041-SEMARNAT-2006 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Norma Oficial Mexicana 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.

Durante todas las etapas del proyecto, se asegurará que los vehículos y maquinaria que se utilice se apeguen al cumplimiento de estas normas, mediante un programa de mantenimiento con la finalidad de que sus filtros y escapes estén en óptimas condiciones de funcionamiento y con ello se controlen los niveles de emisión de contaminantes y no se rebasen los límites establecidos en la normativa vigente en la materia.

III.8.6 Normas Oficiales Mexicanas en materia de prevención y gestión integral de los residuos

Norma Oficial Mexicana NOM- 052-SEMARNAT-1993, Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.

NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.

NTEA-011-SMA-RS-2008, que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México.

NTEA-013-SMA-RS-2011, que establece las especificaciones para la separación en la fuente de origen, almacenamiento separado y entrega separada al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de México.

Todos los residuos que se generen en las diferentes fases del proyecto serán tratados conforme lo establece el marco normativo en esta materia. Se prepararán programas de manejo específicos para cada tipo de residuo y se establecerá la infraestructura necesaria para su manejo. La información sobre cantidades generadas, almacenamiento temporal y confinamiento o tratamiento final quedará registrada en bitácoras.

III.8.7 Norma Oficial Mexicana en materia de biodiversidad

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.

No se encontraron especies en riesgo en el predio; no obstante, como acción preventiva se aplicará un programa de rescate y reubicación de fauna antes de que inicie la preparación del sitio.

III.8.8 Norma Oficial Mexicana en materia Seguridad e Higiene Industrial

NOM-001-STPS-1999, Edificios, locales, instalaciones y áreas de los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-002-STPS-2000, Condiciones de seguridad-Prevención, protección y combate de incendios en los centros de trabajo.

NOM-004-STPS-1999, Sistemas de protección y dispositivos de seguridad de la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.

NOM-005-STPS-1998, Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.

NOM-010-STPS-1999, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se manejen, transporten, procesen o almacenen sustancias químicas capaces de generar contaminación en el medio ambiente laboral.

NOM-011-STPS-2001, Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.

NOM-015-STPS-2001, Condiciones térmicas elevadas o abatidas de- Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-017-STPS-2001, Equipo de protección personal-Selección, uso y manejo en los centros de trabajo.

NOM-018-STPS-2000, Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo.

NOM-021-STPS-1993, Relativa a los requerimientos y características de los informes de los riesgos de trabajo que ocurran, para integrar las estadísticas.

NOM-022-STPS-1999, Electricidad estática en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-024-STPS-2001, Vibraciones- Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo

NOM-025-STPS-1999, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo

NOM-026-STPS-1998 Colores y señales de seguridad e higiene, e identificación de riesgos por fluidos conducidos en tuberías.

NOM-027-STPS-2000, Soldadura y corte. Condiciones de seguridad e higiene.

NOM-100-STPS-1994, Seguridad- Extintores contra incendio a base de polvo químico seco con presión contenida-Especificaciones.

Las normas en materia Seguridad e Higiene Industrial, se utilizarán para garantizar las condiciones mínimas de seguridad e higiene en las instalaciones del Proyecto. Dentro de las cuales se tendrá el cumplimiento en relación con la implementación de un Plan de Protección Contra Incendios para el cumplimiento de la norma aplicable en todas las áreas de trabajo sujetas a riesgo de incendio. El Proyecto dará cumplimiento a la NOM-010-STPS-1999 en las áreas donde podría haber sustancias químicas para garantizar la seguridad e higiene. Asimismo, el Proyecto no rebasará los límites de ruido, ni de exposición térmica y contarán con uniformes que tengan resistencia a este tipo de exposición, así como a la electricidad estática según lo establecen las normas en la materia. La Central EVM II cumplirá con lo establecido en la normatividad aplicable para dar a sus trabajadores equipo de protección personal, así como para garantizar la identificación y comunicación En cuestiones de soldadura y corte, el desarrollo del Proyecto cumplirá con lo establecido en la normativa así como lo relacionado con extintores a base de polvo químico seco con presión contenida los cuales seguirán la norma que se señala.

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

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

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

Para la delimitación del SAR se consideró básicamente el criterio de cuencas hidrográficas. Resulta conveniente utilizar un enfoque de cuenca hidrográfica para entender las interrelaciones de los recursos naturales (clima-relieve-suelo-vegetación), así como la forma en que se organiza la población para apropiarse de ellos y su impacto en la calidad, cantidad y temporalidad del agua. Este enfoque brinda la posibilidad de evaluar y de explicar las externalidades existentes de los diferentes usos del suelo. Por esta razón se considera que la cuenca hidrográfica constituye un marco apropiado para el análisis de los procesos ambientales generados como consecuencia de las decisiones en materia de uso y manejo de los recursos suelo, agua y vegetación (Cruickshank, 2003; Cotler, 2004, Maass, 2004).

En la búsqueda de instrumentos de gestión que posibiliten la interrelación de políticas sectoriales, diversos países han reconocido a las grandes cuencas hidrográficas como un instrumento de planeación y de gestión adecuado. El manejo integral de cuencas hidrográficas no solo permite la gestión equilibrada de los actores involucrados en una sola problemática en lugar de atender varios problemas sectoriales dispersos. La elaboración de un enfoque integrado que supere la fragmentada visión sectorial es determinante para la optimización de los recursos naturales (Cotler, 2004).

Manejar los problemas ambientales del SAR, con apoyo de la regionalización por cuencas hidrográficas, permite definir los sistemas naturales a distintos niveles jerárquicos con límites fácilmente reconocibles.

Por todo lo anterior, el SAR del presente proyecto comprende una superficie total de 28,541.78 ha y abarca un total de cuatro microcuencas hidrográficas: microcuencas Otumba, microcuenca Nopaltepec, microcuenca Tecuautitlán y microcuenca San Bernardino de Sahagún. Las dos primeras pertenecientes totalmente al Estado de México, la tercera comparte los estados de México e Hidalgo, en tanto que la última se ubica totalmente en el estado de Hidalgo como se aprecia en la figura IV.1.

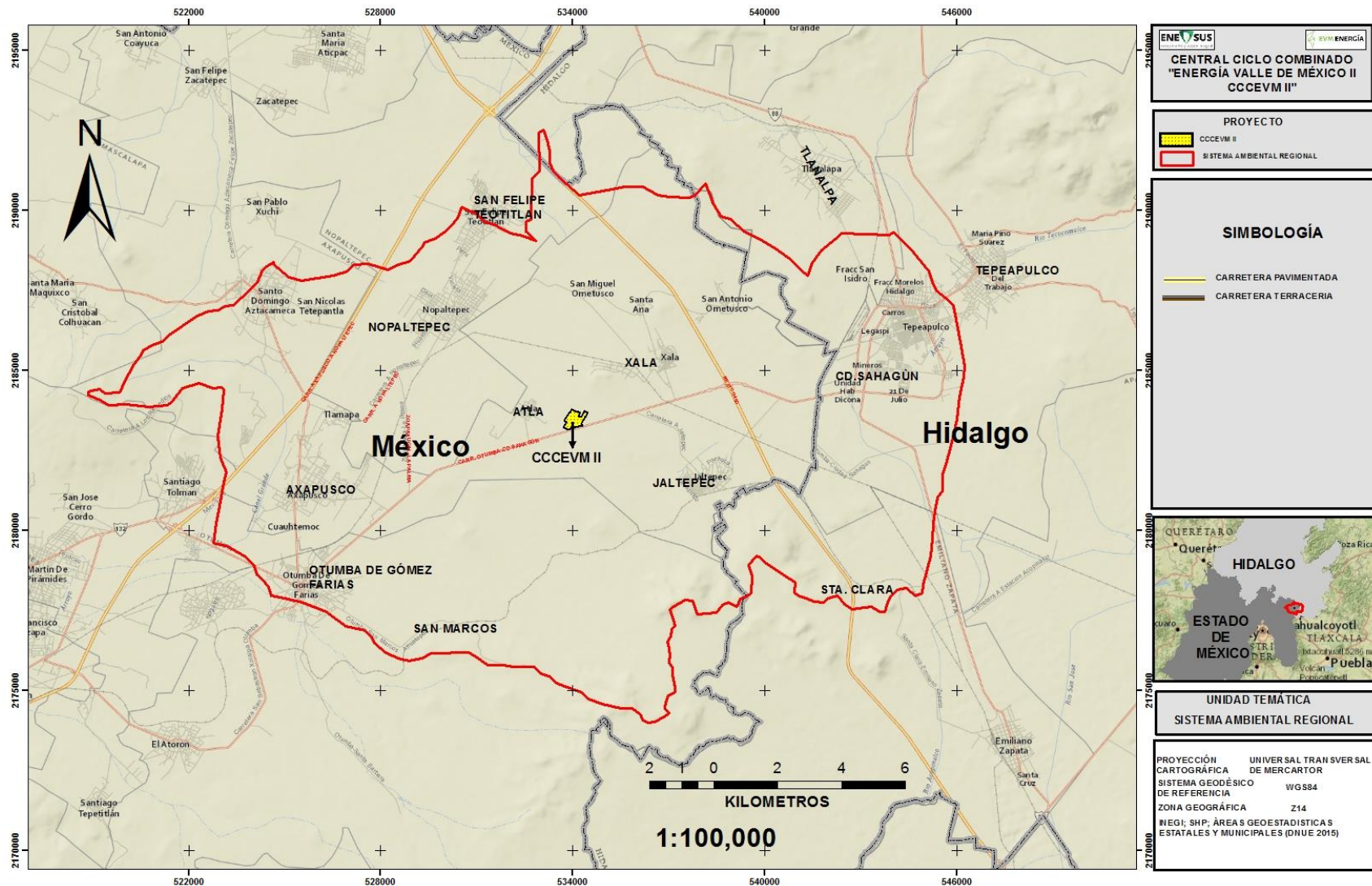


Figura IV.1. Sistema Ambiental Regional del proyecto EVM II

IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional

IV.2.1. Aspectos Abióticos

IV.2.1.1 Clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988), en el Sistema Ambiental Regional predominan dos tipos de climas que pertenecen al tipo templado subhúmedo con verano fresco **-C** -C(w1)(i)g- y **BS** -BS1kw(i)- semiárido, con cociente de precipitación/temperatura mayor a 22,9 por lo que se clasifican como los menos secos de los BS (Figura IV.2).

De acuerdo con los datos climatológicos de las estaciones Otumba (2349 msnm) y Ciudad Sahagún (2450 msnm) (smn.cna.gob.mx), la temperatura media anual que prevalece en el SAR oscila entre 14.1°C (estación climatológica de Otumba) y 14.4°C (estación climatológica de Ciudad Sahagún); en tanto que las temperaturas máximas mensuales se presentan en mayo y junio con valores que van de 16.7°C (estación climatológica de Ciudad Sahagún) a 17.1°C (estación climatológica de Otumba). Las temperaturas mínimas mensuales se presentan en diciembre y enero con valores que varían de 10.4°C (estación climatológica Otumba) a 11.5°C (estación climatológica de Ciudad Sahagún) (Tabla IV.1 y Figuras IV.3a y IV.3b).

Considerando lo anterior, la oscilación anual de las temperaturas medias mensuales, es decir, la diferencia en temperatura entre el mes más frío y el más caliente del año, es de 6.7°C (estación climatológica de Otumba) y 5.2°C (estación climatológica de Ciudad Sahagún).

Para el caso de la precipitación anual, ésta se encuentra en el rango de 310 mm/año (estación climatológica de Ciudad Sahagún) a 515 mm/año (estación climatológica de Otumba). Las precipitaciones medias mensuales máximas se presentan en los meses de junio, julio y agosto, con valores que van de los 48.6 mm (estación climatológica de Ciudad Sahagún) a 77.2 mm (estación climatológica de Otumba); en tanto que las temperaturas mínimas mensuales se presentan en los meses de diciembre y enero con valores de precipitación mínima de 1.8 mm (estación climatológica de Ciudad Sahagún) y de 6.5 mm (estación climatológica de Otumba) (ver tabla IV.1 y Figuras IV.3a y IV.3b).

El porcentaje de precipitación invernal para los tipos de climas que prevalecen en el SAR 4.6 (ver tabla IV.1).

El cociente de precipitación/temperatura para el tipo de clima BS es de 21.5 (estación climatológica de Ciudad Sahagún); en tanto que para el tipo C, este cociente es de 36.5 (estación climatológica de Otumba) (ver tabla IV.1).

IV.2.1.2 Fenómenos climatológicos

Vientos. Los vientos dominantes en el SAR provienen principalmente del suroeste. De acuerdo con la zonificación eólica de la CFE usada por el Atlas Nacional de Riesgos, particularmente el municipio de Axapusco se ubica en una zona con rangos de vientos máximos de 100 - 130 km/h, considerándose como el rango más bajo según la clasificación.

Frecuencia de heladas y granizadas. De acuerdo con el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el proyecto se encuentra en una zona catalogada como de probabilidad muy baja de ocurrencia de heladas, aunque registros meteorológicos del Estado de México indican la presencia de heladas en la zona durante el mes de enero.

De acuerdo con el INEGI (1981), las heladas en los climas secos (S) es de 10 a 100 días, pero predomina el rango de 40 a 60 días al año. Los climas templados (C) presentan una frecuencia de 20 a 120 días al año, destacando principalmente el rango de 80 a 100 días.

Las granizadas no guardan una regla de comportamiento definida, aunque se encuentren asociadas a los periodos de precipitación. La mayor incidencia de granizadas se observa en los meses de junio, julio y agosto.

Las granizadas en los climas secos (S) varían entre los 0 y 6 días, predominando el de 2 a 4 días al año. En lo que respecta a los climas templados (C), éstos registran una incidencia de 0 a 18 días al año, destacando el rango de 2 a 4 días.

Frecuencia de inundaciones y huracanes. De acuerdo con el Atlas de Inundaciones de la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), en cuatro municipios del SAR existen dos sitios con potencial de inundación, los cuales comprenden una superficie de 79,294 m² (Gobierno del Estado de México, s/f)

La zona del proyecto no presenta riesgos de inundación, sin embargo, el Programa Municipal de Desarrollo Urbano de Axapusco menciona que la zona de la cabecera municipal, localizada aproximadamente a 8 km al oeste del proyecto, puede llegar a inundarse, ya que anteriormente en esa parte del municipio existió un jagüey, pero en general las inundaciones no son un problema en el SAR.

En cuanto a los eventos relacionados con huracanes o ciclones, la posición geográfica de la zona en la que se ubica el SAR no la hace propensa a sufrir embates ocasionados por estos fenómenos.

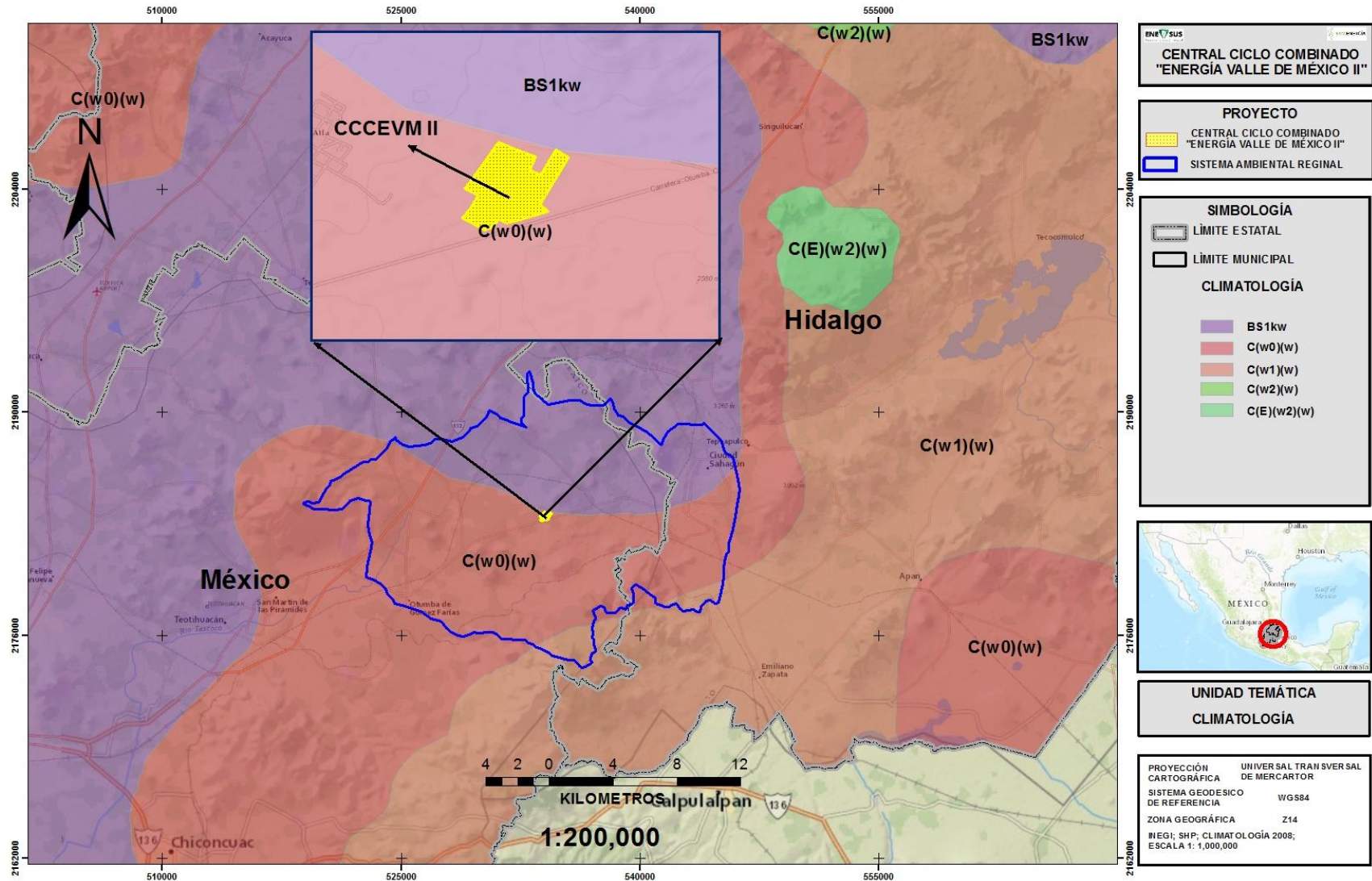


Figura IV.2. Tipos climáticos prevaletientes en el Sistema Ambiental Regional del proyecto EVM II

Tabla IV.1. Valores de temperatura y precipitación mensual, temperatura y precipitación media anual, relación precipitación-temperatura, PI, Oscilación térmica y Tipos de clima de las estaciones climatológicas Otumba y Ciudad Sahagún

Est. Climatológica	Longitud		Latitud			ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic	Anual	P/T	%PI	OSC	Clima
						T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	
OTUMBA 23390m	-98°	45'	19°	42'	T	10.4	11.8	13.5	15.8	17.1	17.0	15.9	15.6	15.1	13.9	11.9	10.7	14.1	36.5	4,6	6.7	C(wo)(w)(i)g
					P	6.5	11.0	16.7	36.8	47.9	77.2	94.8	83.0	76.0	43.6	15.7	6.6	515.2				
CIUDAD SAHAGUN 2450m	-98°	34'	19°	46'	T	11.5	12.4	14.3	15.7	16.7	16.5	15.7	15.6	15.6	14.4	12.9	11.8	14.4	21.5	4,6	5.2	BS1kw(i)
					P	6.4	6.3	15.0	19.3	39.0	57.1	54.4	48.6	38.1	17.6	3.5	1.8	310				

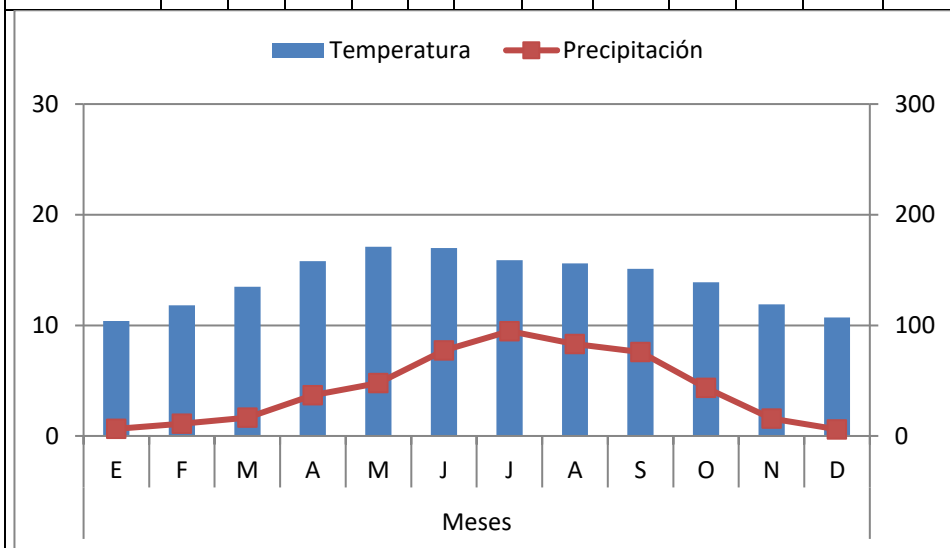


Figura IV.3a. Diagrama ombrotérmico de la Estación Climatológica Otumba

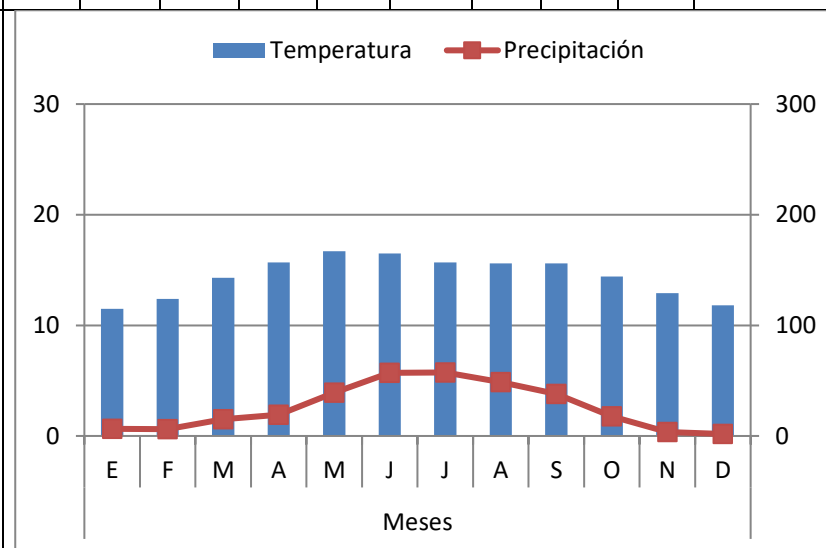


Figura IV.3b. Diagrama ombrotérmico de la Estación Climatológica Ciudad Sahagún

IV.2.2 Calidad del aire

El inventario de emisiones permite identificar las principales fuentes emisoras, el tipo y cantidad de contaminantes y su temporalidad, es decir, permite conocer qué y cuánto se emite de contaminantes como resultado de los procesos industriales, la operación de vehículos automotores y otras actividades específicas. Por tanto, el inventario de emisiones es un instrumento estratégico para la gestión de la calidad del aire, ya que, a partir de éste, se pueden establecer políticas y estrategias para el control y reducción de emisiones contaminantes. Los tipos de fuentes emisoras consideradas en el inventario de emisiones consisten principalmente en cuatro grupos:

Fuentes puntuales: corresponden a los establecimientos industriales que generan o pueden generar emisiones contaminantes a la atmósfera.

Fuentes de área: son aquellos establecimientos o actividades que de manera individual emiten cantidades relativamente bajas de contaminantes a la atmósfera, pero que en conjunto sus emisiones representan un aporte considerable de contaminantes a la atmósfera. Este tipo de fuentes incluye a la mayoría de los establecimientos comerciales y de servicio.

Fuentes móviles: comprende los vehículos automotores, tanto de uso privado, el transporte público de pasajeros y de carga. Las aeronaves se incluyen en las fuentes de área,

Fuentes naturales: son aquellas que emiten contaminantes atmosféricos que no provienen directamente de actividades humanas. Entre éstas se incluyen las emisiones provenientes de la erosión del suelo ocasionada por el viento (tolvaneras) y de la vegetación, entre otras.

Considerando lo anterior, en la tabla IV.2 se presentan las emisiones promedio de contaminantes en un periodo de tres años: 2000, 2002 y 2004 (Gobierno del Estado de México, 2007). Es importante aclarar que estos valores promedio representan a toda la Zona Metropolitana del Valle Cuautitlán-Texcoco; sin embargo, dan una idea de la situación de las emisiones en el SAR.

En la tabla IV.2 se puede apreciar que la principal fuente de emisión de partículas PM_{10} son las fuentes de área con 6,620 t/año.

Respecto al bióxido de azufre (SO_2), las fuentes puntuales son las principales emisoras de este contaminante con 4,121 t/año. Las fuentes móviles emiten 846,544 t/año de monóxido de carbono (CO). Con relación a los óxidos de nitrógeno (NO_x) participan dos fuentes principales: las puntuales y las móviles, con 69,742 t/año y 50,709 t/año, respectivamente. En cuanto a los compuestos orgánicos totales (COT), son las fuentes de área su principal emisor (293,933 t/año).

Tabla IV.2. Emisiones de contaminantes según fuente de emisión en la Zona Metropolitana del Valle de Cuautitlán-Texcoco

Tipo de Fuente	Contaminante (t/año)				
	PM_{10}	SO_2	CO	NO_x	COT
Puntuales	2 404	4 121	6 586	69 742	32 878
Área	6 620	28	2 759	5 300	293 933
Móviles	1 363	1 612	846 544	50 709	82 581
Suelo y Veget.	1 606	N.A.	N.A.	10 696	435

Específicamente en el SAR la afectación principal a la calidad del aire resulta principalmente por vehículos automotores que congestionan las vialidades. En cuanto a los contaminantes generados por la industria, éstos son mínimos, ya que las actividades industriales son escasas. No obstante, existen ciertos establecimientos en el SAR, como la actual Central Energía del Valle de México I, que pueden llegar a alterar la calidad del aire, así como la práctica de la quema de pastos antes de la época de siembra, además de los incendios forestales. Las principales emisiones de los generadores de contaminantes atmosféricos son de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) y a éstos se les suman las partículas suspendidas totales provenientes de zonas de construcción y tolvaneras que se generan en los terrenos agrícolas y en las zonas de explotación de bancos de materiales.

IV.2.3 Ruido

Actualmente en el SAR existen ciertos establecimientos industriales que pueden generar contaminación auditiva, como la actual Central Energía del Valle de México I y la Ciudad Industrial de Ciudad Sahagún; también hay dentro del SAR los centros urbanos, una línea de ferrocarril en el límite oriente y la carretera estatal que comunica a las comunidades circunvecinas como Teotihuacán de Arista, San Martín de las Pirámides y Axapuco.

IV.2.3 Geología y geomorfología

IV.2.3.1 Geología

El Sector Oriental de la Faja Volcánica Transversa, en la que se ubica el SAR, (Demant, 1982, Ferraro, 2000, y Gómez Tuena, 2005, en Luna, I., J. J. Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007), se caracteriza por las estructuras volcánicas que se presentan alineadas a lo largo de estructuras corticales, superpuestas a una corteza sedimentaria de edad mesozoica (roca sedimentaria jurásica y cretácica), metamórfica del Paleozoico y metamórficas del Precámbrico.

Las rocas más recientes del SAR consisten en rocas ígneas o volcánicas de la época Plioceno-Holoceno de la era Cenozoica, con una edad de entre 37 y 10 millones de años de antigüedad. Este tipo de rocas son de composición clástica, andesítica y basáltica, con depósitos piroclásticos y sedimentos fluviales y lacustres producidos simultáneamente con el vulcanismo. Como ejemplos de este tipo de rocas están: andesita, tobas, brecha, basaltos, riolitas y dacitas.

El Cerro Gordo es el más joven y constituye el tipo más característico de un volcán moderno. Éste surgió a partir de la formación de dos volcanes del Pleistoceno y por lo menos tuvo dos etapas de actividad hasta su colapso. El cerro tiene flujos hídricos superficiales que forman un drenaje radial y debido a la topografía y a las abundantes fallas funcionan geohidrológicamente como una zona de recarga natural y no de extracción (Gobierno del Estado de México, s/f).

La estructura geológica del SAR se compone de dos tipos líticos (Figura IV.4):

Rocas ígneas extrusivas

Tipo Tobas básicas –Q(Tb)
Tipo Basalto –Q(B)
Tipo Brecha volcánica básica- Q(Bvd)
Tipo Basáltico-Brecha volcánica básica –Q(B-Bvb)
Tipo Toba ácida – Ts(Ta)
Tipo Vulcanoclástico – Ts(Vc)
Tipo Toba básica –Ts(Tb)
Tipo Toba intermedia – Ts(Ti)
Tipo Andesita –Ts(A)

Suelos de depósito. Aluvial – Q(AI). Debido a que el SAR se encuentra en el Sistema Orográfico de la Provincia Volcánica Transversal y de la Subprovincia de Lagos y Volcanes del Anáhuac, existen riesgos sísmicos latentes.

De acuerdo con la Carta Geológica de INEGI, dentro del SAR no existen fallas ni fracturas geológicas de trascendencia; sin embargo, de acuerdo con la carta geológica-minera del Estado de México E14-2 Escala 1: 250,000 (SGM, 2002), existe una falla geológica en las faldas de Cerro Gordo, al norte del poblado de Santiago Tolman. A pesar de ello, la zona del proyecto no se ve afectada por dicha falla.

Susceptibilidad a riesgos ambientales. Con base en el Atlas Nacional de Riesgos del CENAPRED, el SAR se encuentra en un área donde es susceptible a varias amenazas hidroclimáticas. En cuanto a heladas, la zona es de riesgo alto; por lo tocante a sequías, el nivel de riesgo es muy severo; estas condiciones representan la mayor problemática en la zona, al afectar directamente a la actividad económica predominante, que es la agricultura. De igual manera, en este Atlas, la zona donde se ubica el proyecto se clasifica como de riesgo medio en lo que respecta a granizadas. Con relación a movimientos telúricos y de acuerdo con el CENAPRED, el SAR se localiza en una región que está clasificada como Zona B, que presenta sismicidad con menor frecuencia, y las aceleraciones del terreno no sobrepasan el 70% del valor de la gravedad. En la zona del SAR, según CENAPRED, hay probabilidades de hundimientos y deslizamientos a causa de sobreexplotación de acuíferos, además se reporta que no existe riesgo por actividad volcánica y actualmente no se tienen reportes sobre afectación o registros sobre daños por sismos en el área.

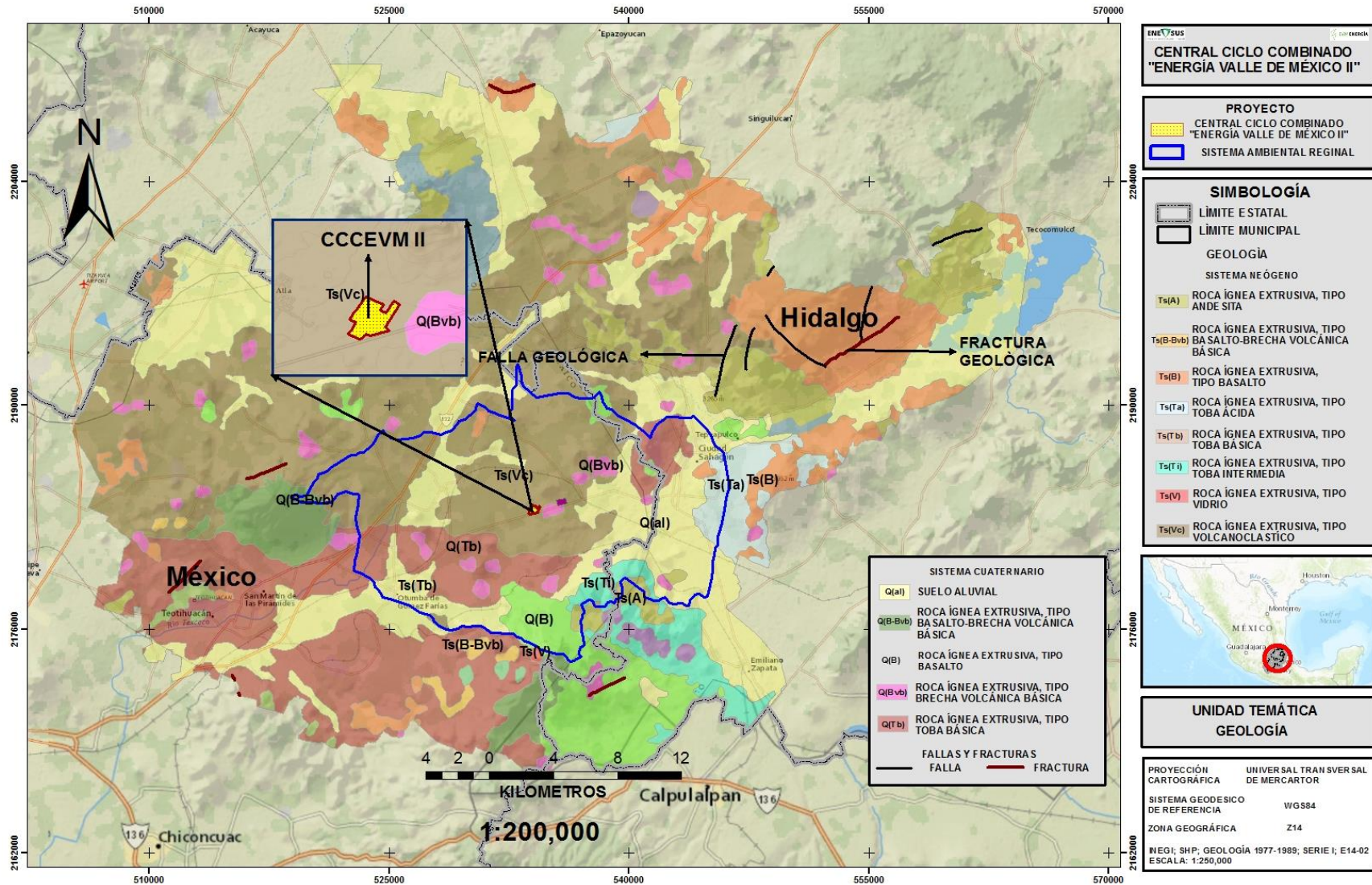


Figura IV.4. Composición geológica del Sistema Ambiental Regional del proyecto EVM II

IV.2.3.2 Características geomorfológicas

El relieve de la Faja Volcánica Transmexicana, a la que pertenece el SAR, consiste en una serie de planicies escalonadas, las cuales en varios casos rebasan los 2000 msnm. Las planicies están desmembradas por volcanes de todo tipo: mares, conos de escoria (cineríticos), volcanes de escudo y grandes volcanes compuestos aislados (estratovolcanes) y en conjunto.



Figura IV.5. Al fondo de la fotografía se muestran los volcanes que conforman la cuenca endorreica y al frente se observan la planicie escalonada

El relieve actual se debe a una conjugación de tectónica de bloques y actividad volcánica, ambas manifiestas en el Cuaternario. Una característica de su juventud y actividad es el poco desarrollo que tienen los procesos erosivos, dominados por una mayor intensidad de los endógenos, sobre todo los volcánicos. Una muestra de lo anterior son las cuencas endorreicas (Velasco De Leon *et al*, en Luna, I., J. J, Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007).

Fisiográficamente el SAR se localiza en la provincia denominada Eje Neovolcánico, específicamente en la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, localizada al noreste y este del SAR. Esta subprovincia está constituida por laderas escarpadas formadas por erosión de material de lahar.

Como ya se ha mencionado anteriormente, geomorfológicamente el SAR presenta lomeríos con pendientes menores al 10% en sentido este-oeste y por pequeños cerros entre los cuales se encuentran llanuras que son utilizadas para las actividades agrícolas en terrenos ejidales (Velasco de León *et al*, en Luna, I., J. J, Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007). Entre los cerros destacan el Tepayotl, Tlacoyo, Santa Ana Tesoyo, Jaltepec y el de Las Campanas. Todos estos cerros tienen una altitud que oscila entre los 2,400 y 2,800 m sobre el nivel del mar.

IV.2.3.3 Presencia de fallas y fracturamientos

En el SAR existe una falla geológica en las faldas de Cerro Gordo, ubicada al norte del poblado de Santiago Tolman; sin embargo, el área del proyecto no se ve afectada por tal falla (SGM, 2002).

IV.2.3.4 Suelos

El suelo es un cuerpo tridimensional con propiedades que reflejan el impacto del clima, la vegetación, la fauna y el hombre, la topografía sobre la superficie del suelo y el material parental sobre la variable del lapso del tiempo (Dokuchaev, 1967, en García Calderón N.E, et al, 2007). Por lo tanto, la naturaleza y la importancia relativa de cada uno de estos factores formadores del suelo varían en el tiempo y en el espacio. Al estar en proceso de cambio, la morfología del perfil del suelo refleja los signos de alteración del material edáfico durante los procesos de edafogénesis (García Calderón N.E, et al, 2007, en Luna, I. J. J, Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007).

Con base en la carta edafológica de INEGI, el tipo de suelo que predomina en el SAR es el Feozem háplico (PH). De acuerdo con la clasificación mundial de suelos (IUSS, ISRIC, FAO, 2006) los Feozems se presentan en todo el SAR, ya sea unidad primaria o secundaria, existiendo solo algunas variantes en cuanto a los otros tipos de suelos (Durisol, Leptosol y Vertisol) presentes en el SAR (Figura IV.6).

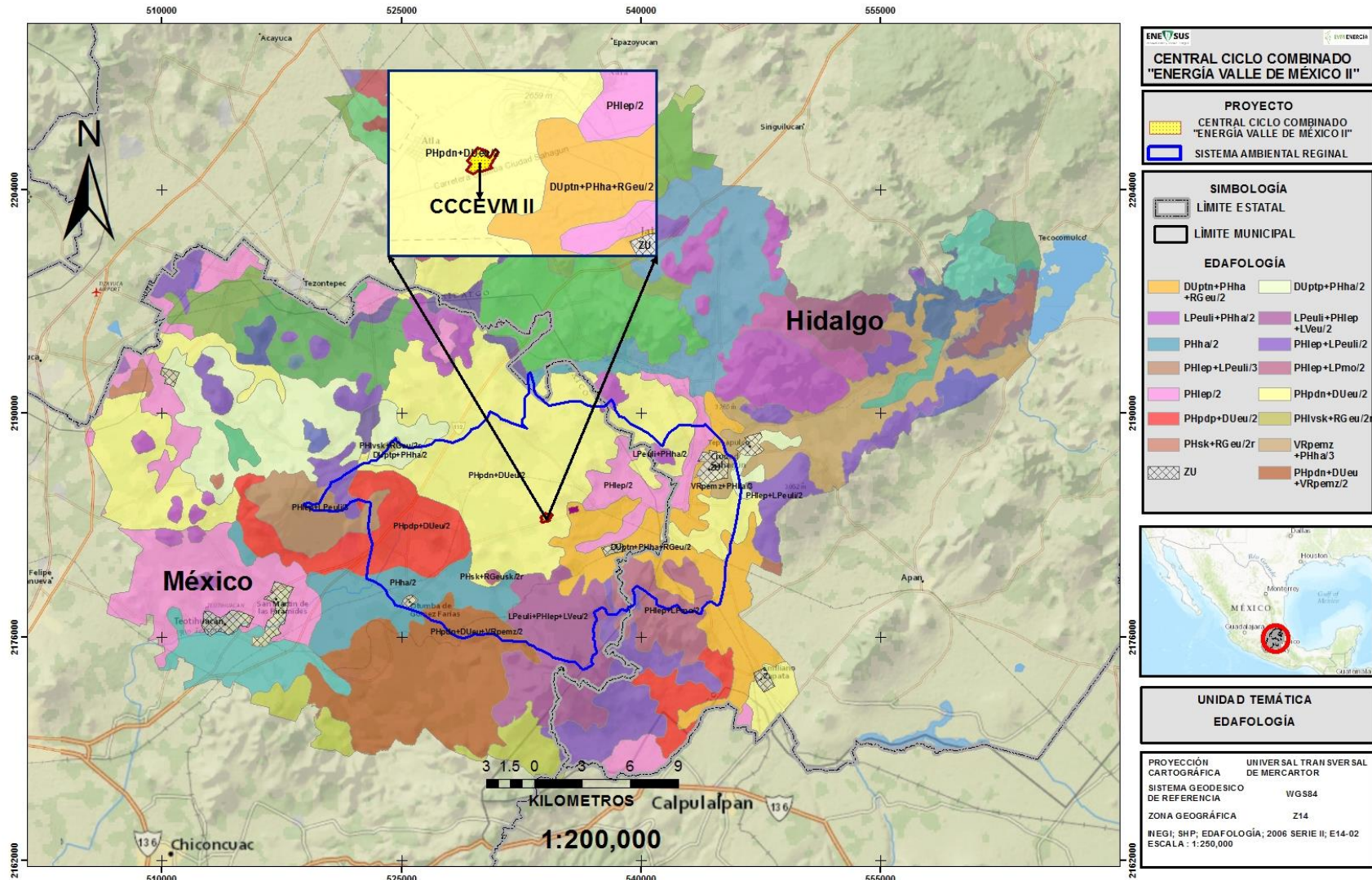


Figura IV.6. Unidades edáficas presentes en el Sistema Ambiental Regional de la Central EVM II

Los Feozems (Figura IV.7) (del Gr, Phaios=oscuro y del Ruso zemlja=tierra) son suelos minerales condicionados por un clima de estepa (García Calderón N.E, et al, 2007, en Luna, I., J. J, Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007) horizonte mólico. Tienen una saturación de bases NH_4OAc 1 M) de 50% o más y una matriz del suelo libre de carbonato de calcio, por lo menos hasta una profundidad de 100 cm desde la superficie del suelo, o hasta una capa contrastante (contacto lítico o paralítico, horizonte petrocálcico) entre 25 y 100 cm, y no tienen otros horizontes de diagnóstico que no sean un horizonte álbico, árgico, cámbico o vértico, o un horizonte petrocálcico en el substrato (FAO-ISRIC-ISSS, 1998, en García Calderón N.E, et al, 2007). A escala global dichos suelos están generalmente relacionados con los paisajes transicionales de praderas a bosques.

Los Feozems se encuentran en un amplio rango de ambientes, donde las condiciones permiten la acumulación de bases y la acumulación de las sustancias húmicas en el suelo, pero los carbonatos libres se lixivian del perfil.

Los Feozems háplico son suelos desarrollados a partir de rocas sedimentarias silicatadas, producto de intemperismo y coluviación de las rocas ígneas en los climas semihúmedos, bajo vegetación de praderas. Son los suelos que corresponden al clima y los paisajes actuales; muchos de ellos tienen evidencia de iluviación de arcillas. (García Calderón N.E, et al, 2007, en Luna, I., J. J, Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007).



Figura IV.7. Suelos oscuros del tipo Feozem, dedicados a las labores agrícolas en las zonas de planicie.

IV.2.4 Zonas susceptibles a la erosión en el SAR

La erosión es un fenómeno geológico natural causado por la acción del agua y del viento, que consiste en el desprendimiento y acarreo de partículas del suelo. La erosión se origina por la combinación de varios factores, tales como el intemperismo, la inclinación del relieve, los incendios forestales, además de ciertas características intrínsecas del suelo que pueden hacerlo más propenso a la erosión, como el escaso desarrollo de los horizontes superiores, textura limosa o bajo contenido de materia orgánica. No obstante, las actividades humanas pueden acelerar de forma importante la tasa de erosión debido al uso inadecuado del suelo, lo que conlleva a la reducción de su capacidad para sostener los ecosistemas naturales y urbanos (Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México –SMAGEM-, 2008).

Entre las formas más comunes de utilización no sostenible del suelo están el cultivo y pastoreo excesivo, la deforestación, las prácticas inadecuadas de riego, los cambios del uso de suelo y la incorrecta disposición de residuos peligrosos y municipales. El alto grado de deterioro de la tierra refleja un profundo desconocimiento a nivel político, social y económico sobre el papel ambiental que cumple este recurso; los límites que se tienen para su aprovechamiento; el uso de técnicas apropiadas; y los beneficios que puede brindar la instrumentación de políticas sostenibles y la aplicación de normativa en torno a la conservación y al uso del suelo.

Entre los factores principales que afectan la calidad del aire del SAR, específicamente el caso de partículas suspendidas o PM_{10} , están las actividades humanas tales como la deforestación, las quemas y prácticas agrícolas, lo que a su vez ha llevado a la alteración del régimen hidrológico y, con ello, a una mayor susceptibilidad a la erosión, o bien, a la remoción de suelos (Figura IV.8). Dicha situación se magnifica al considerar los fuertes vientos, principalmente en época de secas, los cuales se producen durante las horas más calientes del día, provocando remolinos que se levantan a gran altura y suspenden grandes cantidades de polvo y partículas finas. Por lo anterior, la erosión eólica puede representar un problema ambiental, de salud y económico al deteriorar la calidad del aire tanto en zonas rurales como en urbanas debido a la emisión de partículas de fracción respirable menores a 10 micras o PM_{10} .

Zonas con potencial de erosión según uso del suelo. De acuerdo con el SMAGEM (2008), la región Pánuco, en la que se encuentra el proyecto **EVM II**, tiene una superficie con potencial de erosión de 3,951.80 km², siendo el uso del suelo de agricultura de temporal con cultivos anuales el que presenta la mayor superficie (2,100.42 km²), seguido por el uso de suelo con pastizal inducido, las áreas urbanas y las áreas sin vegetación aparente, con superficies de 1,093.43 km², 674.24 km² y 83.71 km², respectivamente.

Por lo anterior, a SAR se clasifica como de alta prioridad como se muestra en la figura IV.8.

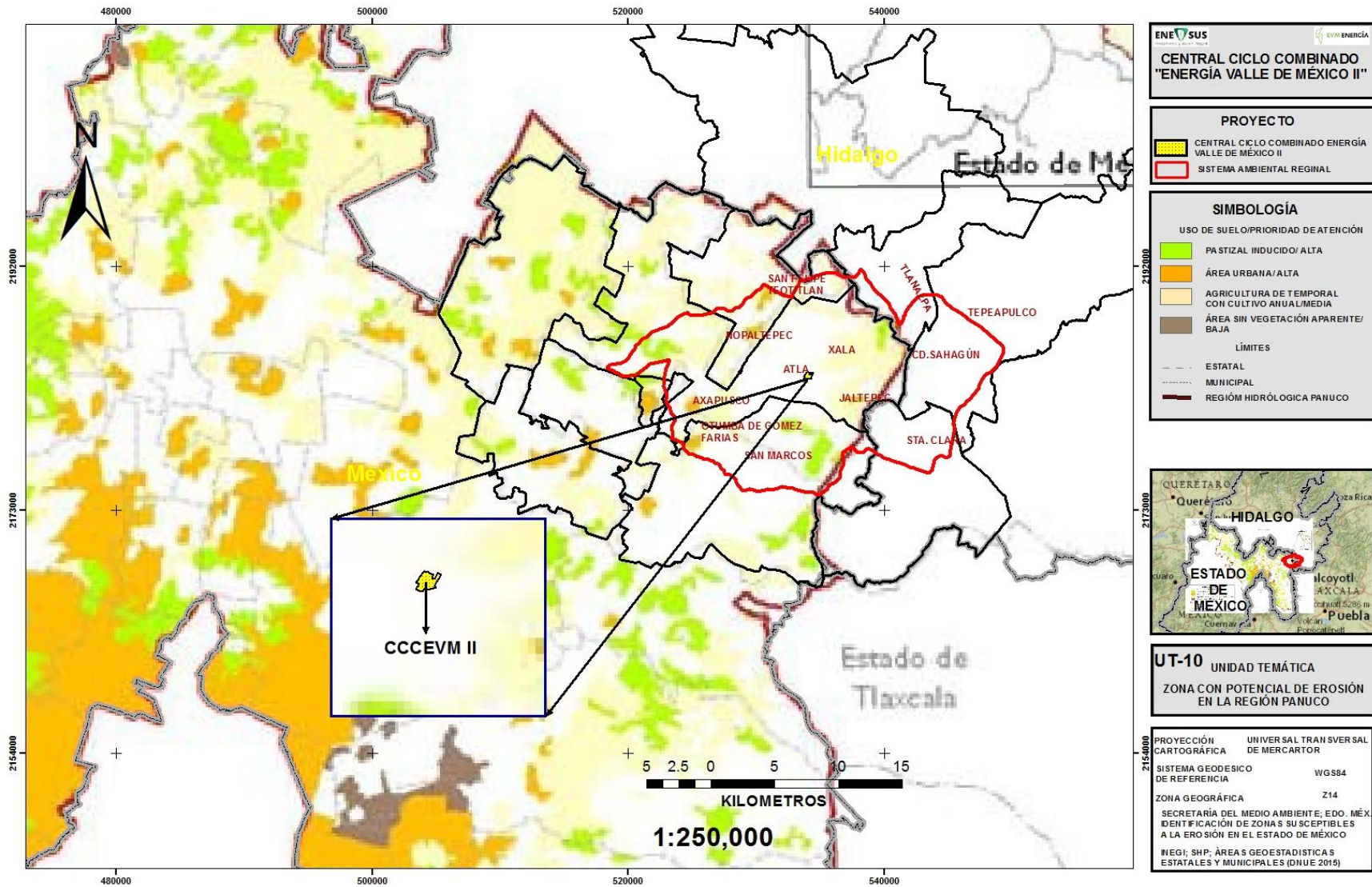


Figura IV.8. Suelos descubiertos en que se observa el material parental, producto de las actividades humanas y naturales que provocan procesos erosivos eólicos e hídricos

Zonas con potencial de erosión según uso y tipo de suelo, La superficie de la región Pánuco con potencial de erosión según uso y tipo de suelo es de 2,996.35 km², siendo el uso de suelo de agricultura de temporal con cultivos anuales el que representa la mayor superficie (1,695.98 km²), seguido por el uso de pastizal inducido (913.30 km²), el de área urbana (375.92 km²) y finalmente las áreas sin vegetación aparente con 11.68 km².

Zonas con potencial de desertificación según tipo de suelo, uso actual e influencia del clima. De acuerdo con la SMAGEM (2008), la región Pánuco, en la que se inserta el proyecto **EVM II**, presenta una superficie con potencial de desertificación de 1,922.54 km².

Parte de la superficie del SAR es considerada una de las zonas más críticas (área en color café) por su condición de aridez (Figuras IV.9, IV.10 y IV.11).



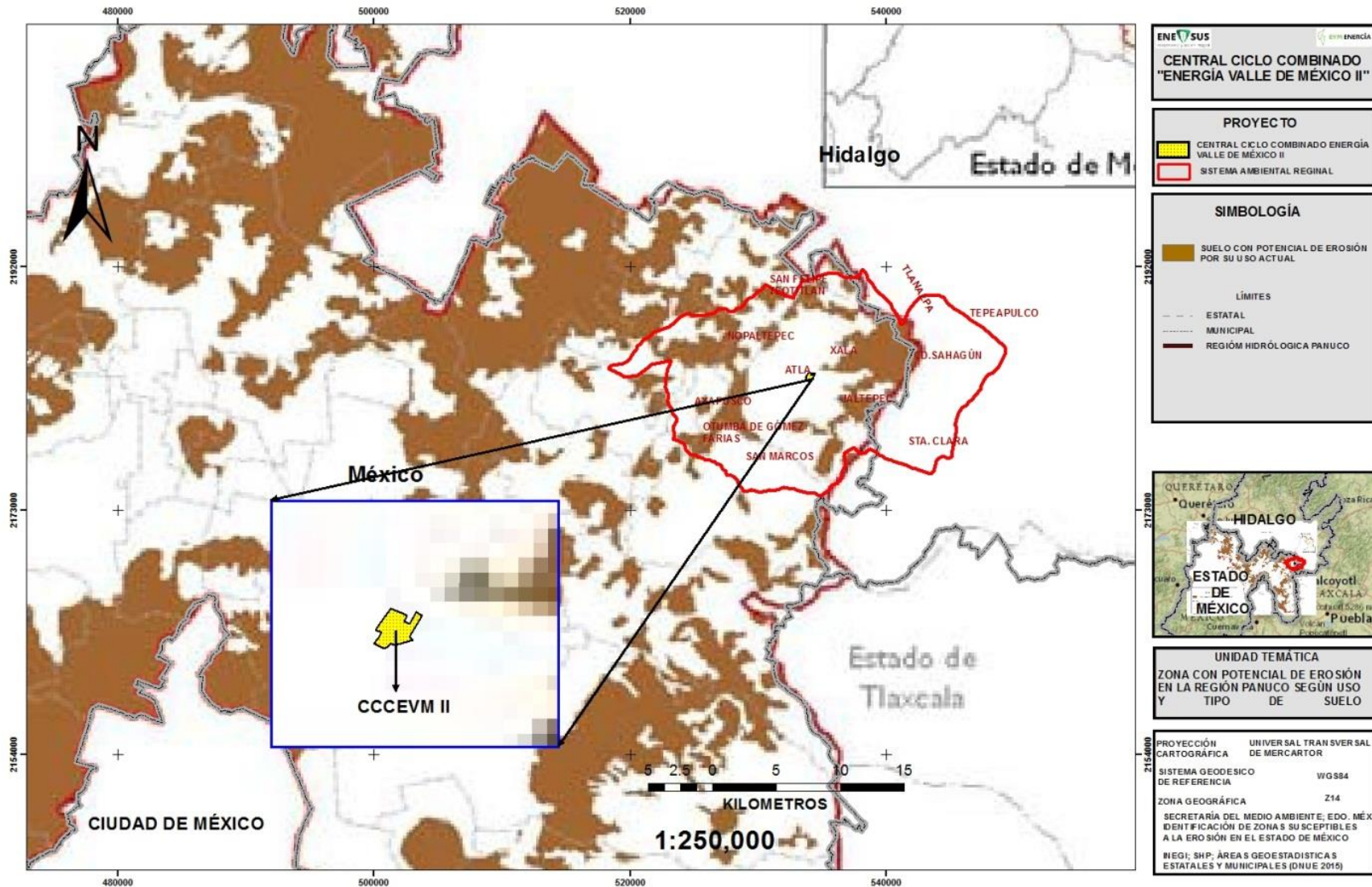


Figura IV.10. Superficie con potencial de erosión, según uso y tipo de suelo, en el SAR de la Central EVM II

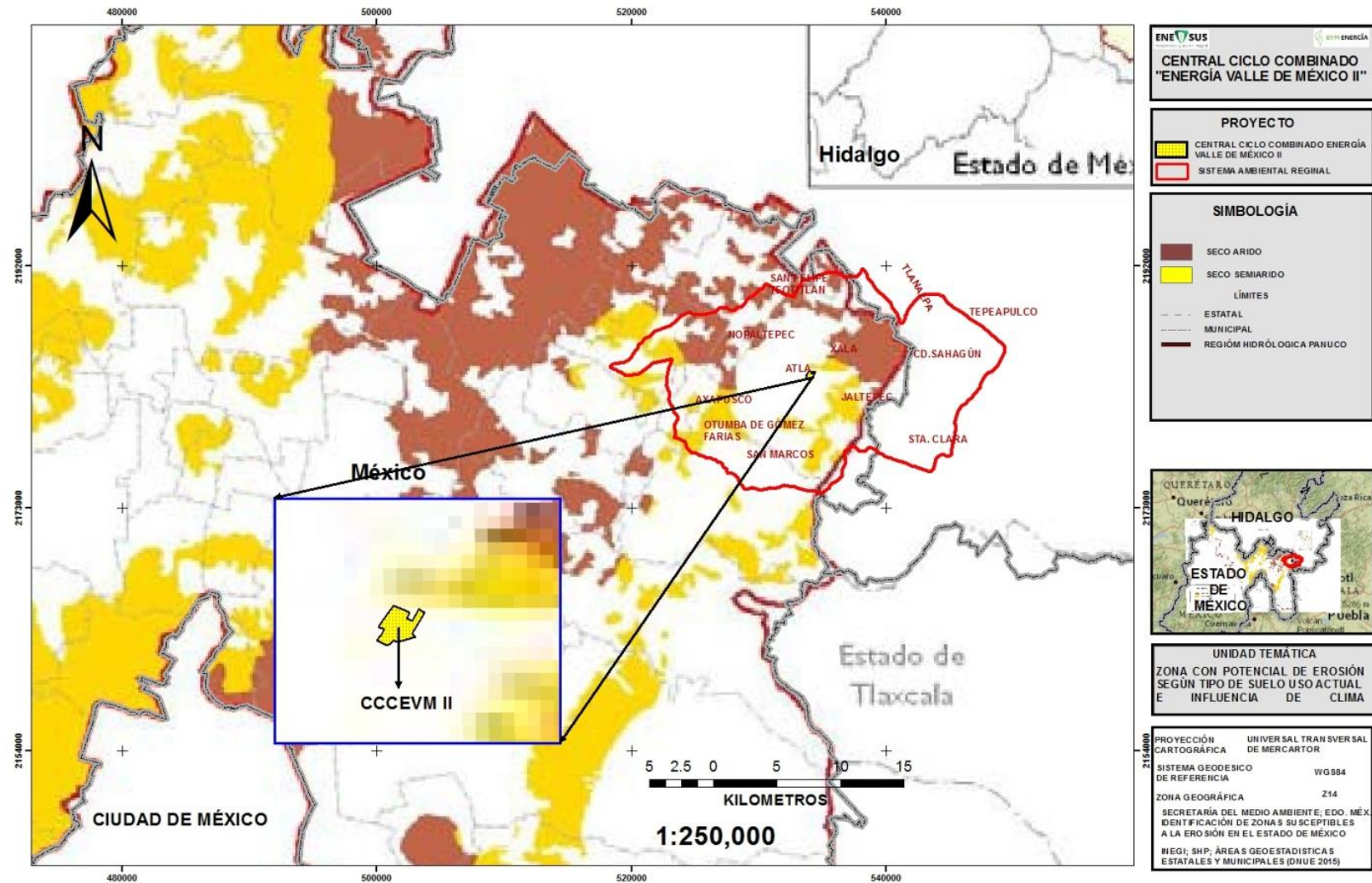


Figura IV.11. Superficies con potencia a la desertificación, según tipo de suelo, uso actual e influencia del clima, en el SAR de la Central EVM II

IV.2.5 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.5.1 Hidrología superficial

El SAR se localiza en la Región Hidrológica (RH) No. 26 “Alto Pánuco”, que se ubica en la parte centro-noroeste de la República Mexicana y se considera una de las regiones hidrológicas más importantes, ya que el volumen de sus corrientes superficiales la sitúan dentro de las cinco más grandes del país. Es drenada por un conjunto de corrientes intermitentes pequeñas y por corrientes perennes, presentando un patrón de drenaje dendrítico.

A nivel de cuenca, el SAR se ubica en la cuenca del río Pánuco, localizada hacia la parte norte y oriente del Estado de México, abarca 902,628 hectáreas que equivalen al 40% del territorio estatal. La importancia de esta cuenca radica en que de ella depende la mayor parte de la industria del centro de México, consumidora de grandes cantidades de agua. Así mismo, ocupa el primer lugar del estado en el abastecimiento de agua a centros más poblados de la entidad. La cuenca del valle de México es endorreica (ya que no tiene salida natural hacia el mar) pero debido a las grandes obras de ingeniería como el “Tajo de Nochistongo” y las obras del desagüe profundo, adquiere el carácter de exorreica. En las obras hidráulicas de la cuenca del Pánuco se vierte el 26% del total de agua almacenada, la cual se destina principalmente para el riego (Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México-POETEM, 2006).

El río Moctezuma es el principal afluente del río Pánuco, teniendo como origen al río San Juan y al río Tula. La cuenca del río Moctezuma está considerada como de primer orden en cuanto al nivel de contaminación, al ser una de las principales zonas de descarga del área metropolitana y recibir 82.7% de las descargas domésticas y 80.3% de las industriales.

Las subcuencas que comprende el SAR son: Subcuenca Río Tezontepec, Subcuenca L. Texcoco y Zumpango y Subcuenca L. Tochac y Tecocomulco,

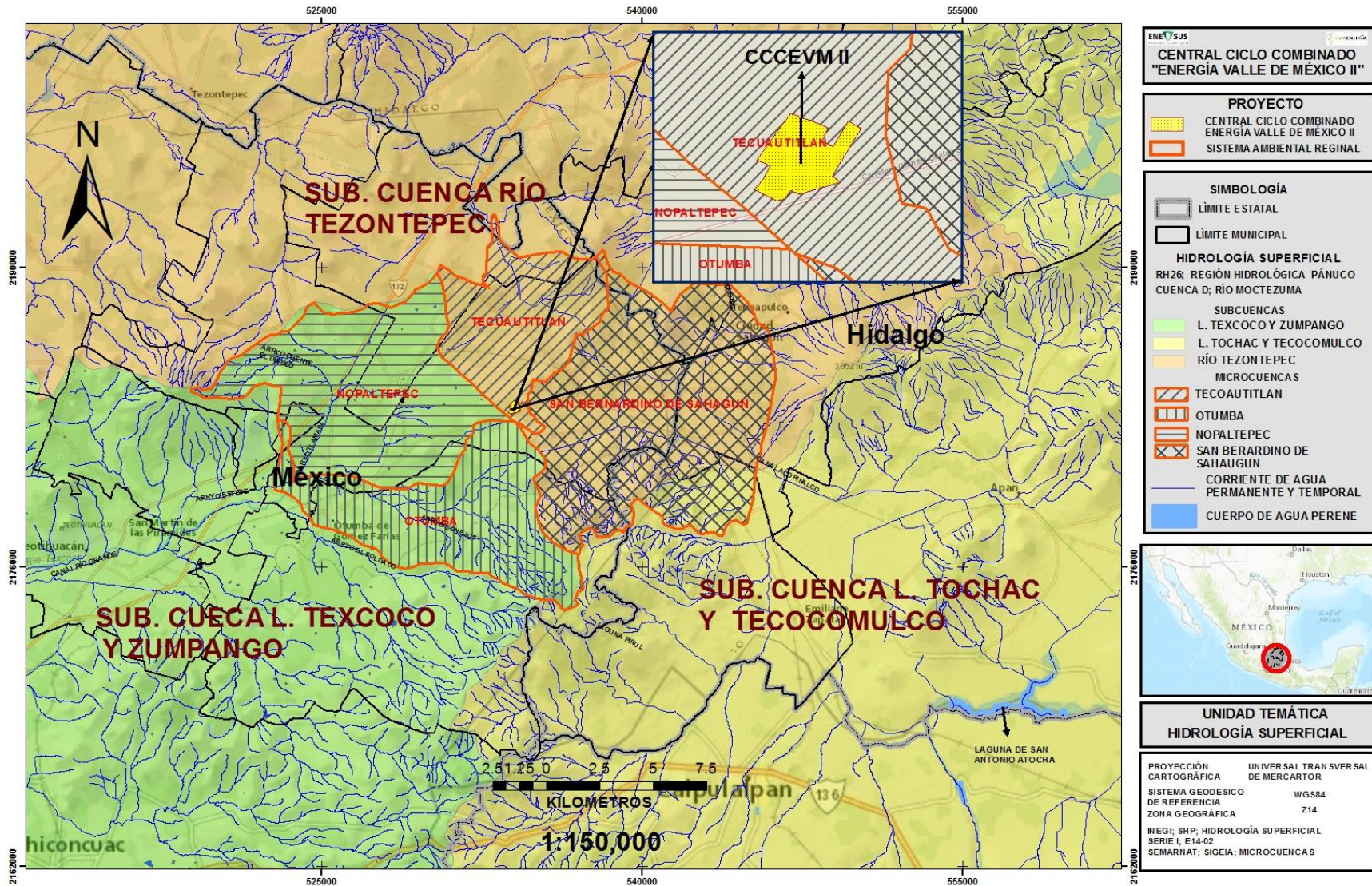
Las microcuencas que involucra el SAR son: Microcuenca Tecuautitlán, Microcuenca Otumba, Microcuenca Nopaltepec y Microcuenca San Bernardino de Ciudad Sahagún (Figura IV.12).

Específicamente, el polígono de construcción del proyecto **EVM II** se ubica en la subcuenca del Río Tezontepec y en la microcuenca Tecuautitlán.

No existen ríos de cauce constante en el área del SAR, solamente pequeños arroyos que se forman durante la temporada de lluvias en las partes cerriles del SAR.

Cuerpos de agua (bordos). La cantidad de agua que se precipita es fundamental para la existencia de bordos temporales o permanentes; la textura del suelo y las características del sustrato geológico son determinantes en el proceso de permeabilidad, lo que a su vez condiciona la posibilidad de almacenamiento de agua. En el SAR la mayoría de estos bordos son temporales.

De acuerdo con el inventario de cuerpos de agua de 1991 (Gobierno del Estado de México, 2006), en el SAR se reportan alrededor de 171 cuerpos de agua que ocupan una superficie de 77.4 ha.



IV.2.5.2 Hidrología subterránea

De acuerdo con el Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2002), el SAR se encuentra en el acuífero Cuautitlán-Pachuca (Figura IV.13), el cual se localiza al norte de la Ciudad de México. Este acuífero es uno de los más importantes de esta región; con una superficie aproximada de 4.349 km, representa el 23,6% de la Cuenca del Valle de México y es la principal fuente de abastecimiento de la zona norte de la Ciudad de México. Las principales poblaciones demandantes de agua subterránea son dos importantes zonas metropolitanas: Pachuca de Soto, con una tasa de crecimiento poblacional medio anual del 2,8% -de las más elevadas del país- y la Ciudad de México, con una tasa del 0,8% (CONAPO, 2005). Esto ha traído graves problemas ambientales, ya que la deforestación, la erosión de suelos y la pérdida de zonas de recarga por el crecimiento urbano impiden la retención e infiltración del agua, provocando su escasez (Galindo Castillo *et al*, 2010). Para el año 2020 se prevé que se necesitarán 37 mil hectáreas adicionales para albergar a la población urbana de estas dos ciudades (Garza, 2006).

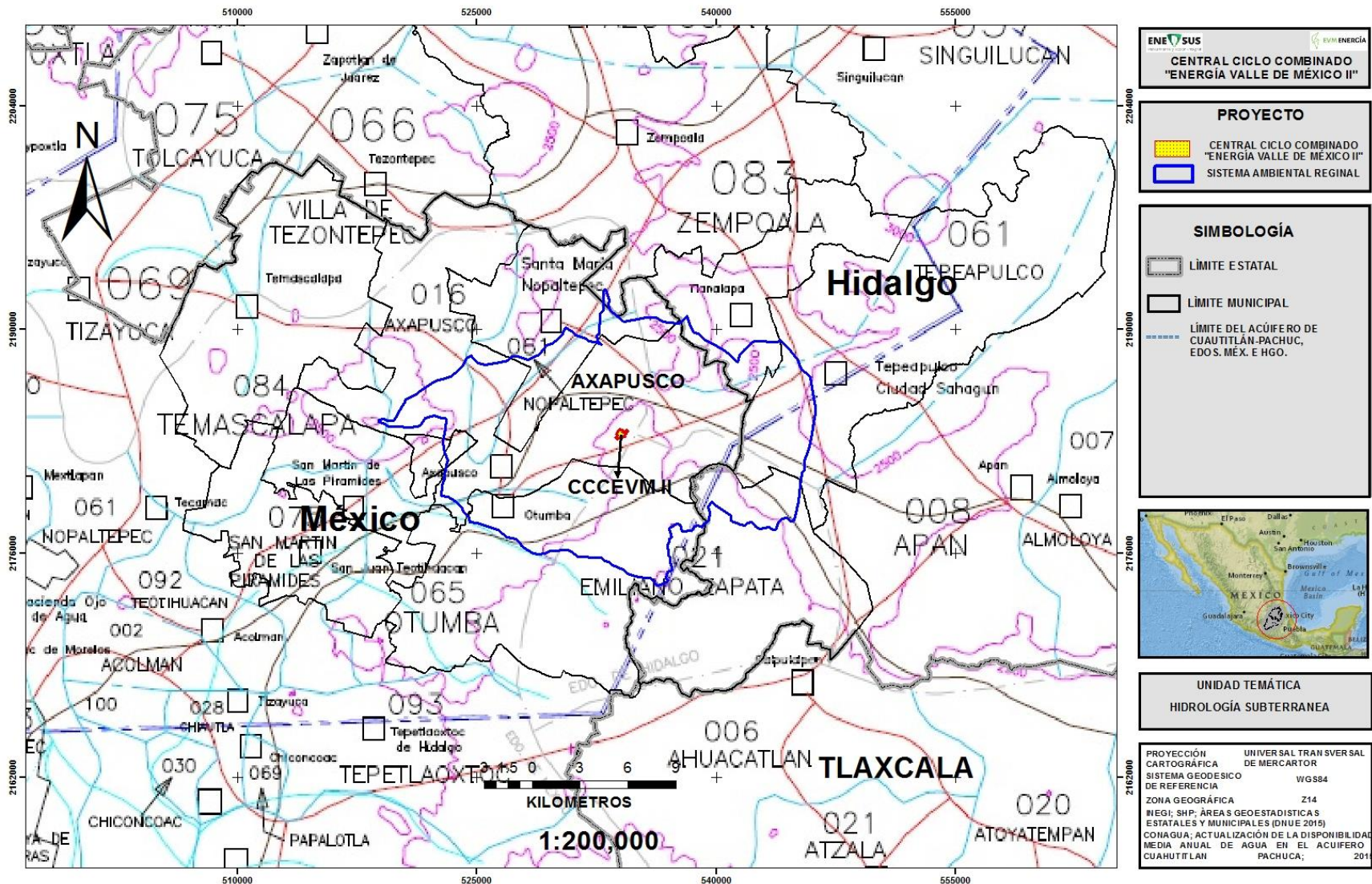
Tipo de acuífero. La secuencia Oligo-Miocénica forma parte de la unidad hidrogeológica denominada Volcánicos Inferiores del Terciario, que está representada por materiales riolíticos, con algo de material dacítico y andesítico intercalado. Hacia la cima se presenta un predominio de materiales andesíticos. Esta unidad puede dividirse en dos unidades:

La unidad basal está representada por los materiales riolíticos, donde el fracturamiento es moderado, al cual se le atribuye una permeabilidad baja.

La unidad superior corresponde con los materiales andesíticos, con intenso fracturamiento, asociada con brechas volcánicas poco consolidadas y tobas arenosas, de grano grueso y bastante alteradas, por lo que se considera tienen una buena permeabilidad, constituyen el principal acuífero profundo.

Sobre la unidad anterior descansa una secuencia de materiales basálticos del Terciario, la cual es considerada dentro de la unidad geohidrológica denominada Volcánicos Superiores del Terciario. Dentro de esta unidad se incluye a la secuencia de basaltos, brechas y tobas intercalada con materiales piroclásticos finos y sedimentos lacustres, que probablemente correspondan con la segunda actividad volcánica del Terciario; de acuerdo con la estructura que presentan se consideran altamente permeables.

Finalmente sobre esta última secuencia se tienen arenas, arcillas y tobas poco permeables del Cuaternario-Reciente, además de derrames de lava intercalados con tobas, comúnmente drenadas pero con buena permeabilidad; estos materiales constituyen la unidad hidrogeológica del Cuaternario. Localmente constituyen acuíferos subordinados de baja capacidad productora.



De acuerdo con los materiales que conforman el valle, se considera que el acuífero de Cuautitlán-Pachuca es de tipo semiconfinado (CONAGUA, 2002).

Profundidad al nivel estático. La profundidad al nivel estático en el acuífero Cuautitlán-Pachuca, para el año de 2005, variaba entre 30 y 130 metros. En general se puede decir que las profundidades al nivel estático de este acuífero son superiores a los 70 metros con algunas excepciones, por lo que, de seguir sobreexplotando el acuífero, cada vez se tendrán mayores consecuencias por este fenómeno, tanto en el deterioro ecológico como en costos de bombeo, reposición de pozos y mantenimiento de los mismos, entre otros aspectos (Diario Oficial de la Federación, 2016)

Balance de agua subterránea. De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media anual que recibe el acuífero Cuautitlán-Pachuca, es de 356.7 hm³/año, integrada por la suma de la entrada por flujo subterráneo de 115.8 hm³/año, y la recarga vertical de 240.9 hm³/año.

Las salidas del acuífero corresponden totalmente a la extracción de 751.3 hm³/año, debido a que no existen salidas naturales del acuífero. El cambio de almacenamiento en el acuífero es de 394.6 hm³/año, en los que el signo negativo indica que corresponde a un minado de la reserva no renovable del acuífero, lo que provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea (Diario Oficial de la Federación, 2016)

Disponibilidad de aguas subterráneas del acuífero Cuautitlán-Pachuca. La disponibilidad media anual de agua subterránea (DMAAS) se obtiene de la siguiente manera:

$$\text{DMAAS} = \text{Recarga total media anual} \quad (\text{menos}) \quad \text{Descarga natural comprometida} \quad = \quad \text{Volumen anual de aguas subterráneas concesionado e inscrito en el REPDA}$$

Donde:

La recarga total media anual corresponde con la suma de todos volúmenes que ingresan al acuífero, en forma de recarga natural, más la recarga inducida, que para este caso es de 356.7 mm³/año.

La descarga natural comprometida se cuantifica básicamente mediante la medición de los volúmenes de agua procedentes de manantiales o de caudal base de los ríos alimentados por el acuífero, que son aprovechados y concesionados como agua superficial, Para el caso de la zona en estudio, la descarga natural comprometida es nula.

Volumen anual de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua, de acuerdo con los títulos de concesión inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA) al 30 de junio de 2014, es de 415.07 mm³/año.

Al realizar la operación anterior, se obtiene un resultado de -58,374597 hm³/año, por lo que la cifra anterior indica que no existe volumen disponible para nuevas concesiones en la unidad hidrogeológica denominada Acuífero Cuautitlán-Pachuca, Estado de México e Hidalgo.

Dicho de otra manera, el balance hidrológico es negativo, es decir, se extrae más agua de la que se ingresa; esto representa un serio problema de sobreexplotación.

Como ya se ha mencionado anteriormente, el SAR se encuentra inmerso en el acuífero Cuautitlán-Pachuca, el cual es la principal fuente de abastecimiento de agua potable para los habitantes de la zona. La recarga natural del acuífero ocurre a través de la infiltración del agua de lluvia principalmente en las sierras que se encuentran en el NO y SO del acuífero y en menor medida en la planicie central, la cual asciende a 530.1 hm³/año. De acuerdo con la información presentada en el Plan de Desarrollo Urbano del municipio de Axapusco, el acuífero se explota a través de pozos que se han perforado en el área y llegan a ser un total de 1,089 pozos, de los cuales 223 se encuentran inactivos; del resto se extraen aproximadamente 24,234 l/s. Dentro del SAR la demanda de agua se satisface mediante 5 pozos profundos que se usan para abastecer al sector agrícola e industrial así como para uso doméstico; se ubican en las comunidades de Guadalupe Relinas, Ex Hacienda de Hueyapam, Jaltepec, Santa María y San Antonio Ometusco.

IV.3. Medio biótico

Para abordar el presente apartado se realizaron muestreos de campo para identificar las especies de flora y fauna, y sus principales procesos biológicos de las comunidades o de sus poblaciones, determinando y analizando la calidad ambiental del Sistema Ambiental Regional (SAR) en dos niveles:

- Un inventario de flora en el predio donde se desarrollará el proyecto, considerando su condición ambiental actual.
- Muestreos de flora y fauna en los ecosistemas que componen el SAR determinado para el proyecto.

Lo antes expuesto permitirá obtener la “Línea Cero” o “Escenario Base”, y a su vez determinar los indicadores de biodiversidad existente y el nivel de influencia que se tendrá con el desarrollo del proyecto, en la conservación o integridad funcional de los ecosistemas de la región.

IV.3.1 Ecosistemas (Vegetación)

El territorio mexicano es considerado como la zona de transición entre dos grandes regiones: La Neotropical (constituida por Sudamérica y Centroamérica) y La Neártica (que corresponde a Norteamérica), las cuales hicieron contacto hace aproximadamente seis millones de años. Debido a esto, México constituye una zona biogeográficamente compuesta, donde el contacto entre biotas ancestrales ha dado como resultado una rica mezcla de flora y fauna, por lo que es considerado uno de los países megadiversos (CONABIO, 1998). Las dos grandes cadenas montañosas al oriente y occidente del territorio junto con los vientos provenientes de los dos grandes océanos han diversificado la gran variedad de climática. Su diversidad biológica también resulta de los variados ambientes, constituidos por planicies, cañadas, costas, desiertos, sierras y cumbres con más de 3000 msnm en la zona templada (Neártica); los ambientes secos en zonas áridas; y los ambientes húmedos, bosques y pastizales en la región tropical (Neotropical). Los ambientes secos están representados por las selvas secas y los matorrales espinosos, y los ambientes húmedos por las selvas altas y medianas perennifolias (INE, 2007).

Desde el punto de vista florístico, el Valle de México tiene una situación privilegiada, pues a la gran diversidad de hábitats se une su ubicación en la mitad meridional de la República, que se considera como una de las regiones más ricas en el mundo en cuanto a su flora. Así, con una superficie de 7,500 km², el Valle de México posee un número de especies vegetales comparable con el de muchos países europeos y con el de diversos estados de la Unión Americana (Rzedowski, 2005).

En resumen, el Estado de México, por su situación geográfica, variado relieve y diversidad de áreas climáticas, es una entidad con gran biodiversidad. Los registros establecen que dentro del Estado existen al menos 3,524 especies de plantas y 125 especies de mamíferos y 490 de aves, lo que es sólo un ejemplo de la magnitud de la riqueza biológica con que cuenta el estado (CONABIO, 2009).

Particularmente, el área en que se desarrollará la Central **EVM II** y su Sistema Ambiental Regional, se encuentran ubicados en la parte central del país al nor-noreste del Estado de México y norte de la Ciudad de México, en la Región Fisiográfica del Eje Neovolcánico, el cual es un sistema montañoso que marca el extremo meridional de la Altiplanicie Mexicana y separa la Depresión del Balsas como se aprecia en la figura IV.14.



Figura IV.14. Ubicación del proyecto respecto al Eje Neovolcánico

Los ecosistemas que caracterizan la región del norte del Valle de México, son comunidades vegetales denominadas como matorrales crasicuales, según la clasificación de INEGI serie V y como matorrales xerófilos según Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005.

Por lo antes expuesto, a continuación se realiza la descripción de la vegetación del Sistema Ambiental Regional donde se insertará el proyecto, considerando la clasificación de INEGI.

IV.3.1.1 Vegetación terrestre

En los últimos 20 años el principal cambio que se ha observado en el SAR es el crecimiento urbano desordenado, el cual ha ejercido una fuerte presión del Sistema Ambiental. Este fenómeno ha sido particularmente visible en los municipios de Ecatepec, Chimalhuacán, Netzahualcóyotl, Chicoloapan, Tecámac, Chalco, Ayotla, Ixtapaluca, Teotihuacán, en el Estado de México y el crecimiento industrial que ha presentado Ciudad Sahagún, en el estado de Hidalgo, entre otros municipios que se ubican relativamente cerca de Axapusco. La demanda de servicios primarios, así como falta de políticas de desarrollo urbano adecuadas, ha implicado no sólo la desaparición de terrenos agrícolas, sino también mayor demanda de servicios de salud, drenaje y energía, acelerando el deterioro ambiental.

A esta degradación también contribuye la construcción de grandes redes carreteras y centros comerciales, lo cual además ha modificado el paisaje rural y trastocado las relaciones comerciales, sociales y culturales (CONABIO, 2007).

La vegetación del SAR ofrece una amplia diversidad florística que se desarrolla en diversos ecosistemas, producto de la interacción de los diferentes factores climáticos, geológicos, edáficos, fisiográficos y ecológicos. Esta variedad florística está determinada, además, por el gradiente altitudinal que influye en la heterogeneidad de las comunidades que viven en un lugar o en otro (INEGI, 2001).

Asimismo, en gran parte de los lugares que originalmente sustentaban matorral crasicuale, se desarrolla una agricultura de temporal veraniego que produce una gran variedad de cultivos, pero sobre todo avena y trigo. Estos lugares poseen una amplia diversidad de condiciones climáticas y topográficas, muchos de ellos poseen pendientes pronunciadas y suelos con características poco propicias para llevar a cabo estas actividades. Aunado a esto existe poca capacidad técnica y económica para hacer más rentable esta labor, los rendimientos sirven para autoconsumo y se afectan de esta manera extensiones de matorral exponiendo el suelo a la erosión; también se acostumbra abrir espacios para inducir pastizales y mantenerlos en producción indefinidamente a través de quemadas periódicas que impiden la regeneración (INEGI, 2001).

En el SAR, la vegetación ha sido intervenida en diferentes intensidades por los asentamientos humanos locales; así como por sus actividades productivas existentes, siendo los principales agentes de intervención la explotación del espacio (ampliación de la frontera agrícola) y la explotación de bancos de material. La cubierta vegetal se encuentra tan perturbada por diversas y sucesivas alteraciones que difícilmente puede tener una funcionalidad ecológica.

Las comunidades vegetales originales presentes en el Sistema Ambiental Regional se encuentran fragmentadas, perturbadas o eliminadas. Particularmente en el predio (polígono) donde se desarrollará el proyecto no existe vegetación natural, debido a que se trata de terrenos de uso agrícola de temporal y la vegetación presente son especies que dominan es el pirul (*Schinus molle*), maguey pulquero (*Agave salmiana*) y el nopal tunero (*Opuntia albicarpa*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*), el agave y el *O. streptacantha*. En algunas ocasiones son usados como barreras o para dividir las parcelas y de las cuales se pueden obtener productos como el pulque, la tuna y las propias pencas del nopal como verdura.

Debido al tipo de clima, variedad de suelos, al relieve y las actividades humanas, los tipos de vegetación o asociaciones de ellas que se desarrollan en el área del sistema ambiental regional son; 1) agricultura (permanente, permanente anual y temporal), con un 83.75 %, 2) pastizal inducido con un 4.78 %, 3) vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino con un 4.63 %, 4) matorral crasicuale (M. Xerófilo) con un 4.02 %, 5) zonas urbanas con un 1.83 %, 6) vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino con un 0.19 %, 7) vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino con un 0.02 %, 8) bosque cultivado de eucalipto, pirul y casuarina con 0.27 %, y 9) vegetación secundaria herbácea de bosque de encino 0.52 % (Tabla IV.3).

De los citados tipos de asociaciones vegetales, el más representativo del SAR es el uso agrícola, sigue la vegetación secundaria, el pastizal inducido y finalmente el matorral crasicuale. La vegetación secundaria arbustiva del bosque de encino y pino se presenta solo en algunas áreas del sistema ambiental regional, principalmente en zonas altas; pero aun así se considera como vegetación secundaria por la alteración que se ha presentado por las actividades antropocéntricas, como la ampliación de la frontera agrícola, quema intencional de bosques, basureros a cielo abierto, entre otros factores.

Tabla IV.3. Tipos de vegetación y uso del suelo en el sistema ambiental regional de la Central de Ciclo Combinado Energía del Valle de México II (EVM II)

Uso de suelo y vegetación	Superficie en m ²	Superficie en hectáreas	Porcentaje
Asentamientos humanos y Zona urbana	5215712.465	521.5712	1.83
Bosque cultivado	769015.47	76.9015	0.27
Matorral crasicuale	11461691.86	1146.1692	4.02
Pastizal inducido	13648376.37	1364.8376	4.78
Agricultura de riego anual y semipermanente, A. de temporal anual, A. de temporal anual y permanente y A. de temporal permanente	239037030.7	23903.7031	83.75
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino	537566.6445	53.7567	0.19
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	61271.73779	6.1272	0.02
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	13212188.97	1321.2189	4.63
Vegetación secundaria herbácea de bosque de encino	1479139.586	147.9140	0.52
Total:	285421993.77	28542.1993	100.00

Particularmente en el polígono donde se construirá la **EVM II**, el uso de suelo es agrícola permanente y temporal, caracterizado por el cultivo de *Opuntia sp.*, y la avena. En los límites de cada parcela, se utilizan como cercos vivos especies arbóreas como el pirul, tepozán y el maguey pulquero (Tabla IV.4 y Figura IV.15), de donde se obtienen productos alimenticios, así mismo se realizan actividades pecuarias como es la producción semi-extensiva (pastoreo libre) de ganado ovino.

Tabla IV.4. Tipos de vegetación y uso del suelo en el polígono de afectación directa donde se construirá la Central EVM II

Uso de suelo	Sup. en m ²	Sup. en hectáreas	Porcentaje
Agricultura de temporal anual y permanente	260 591.21	26.0591	100.00

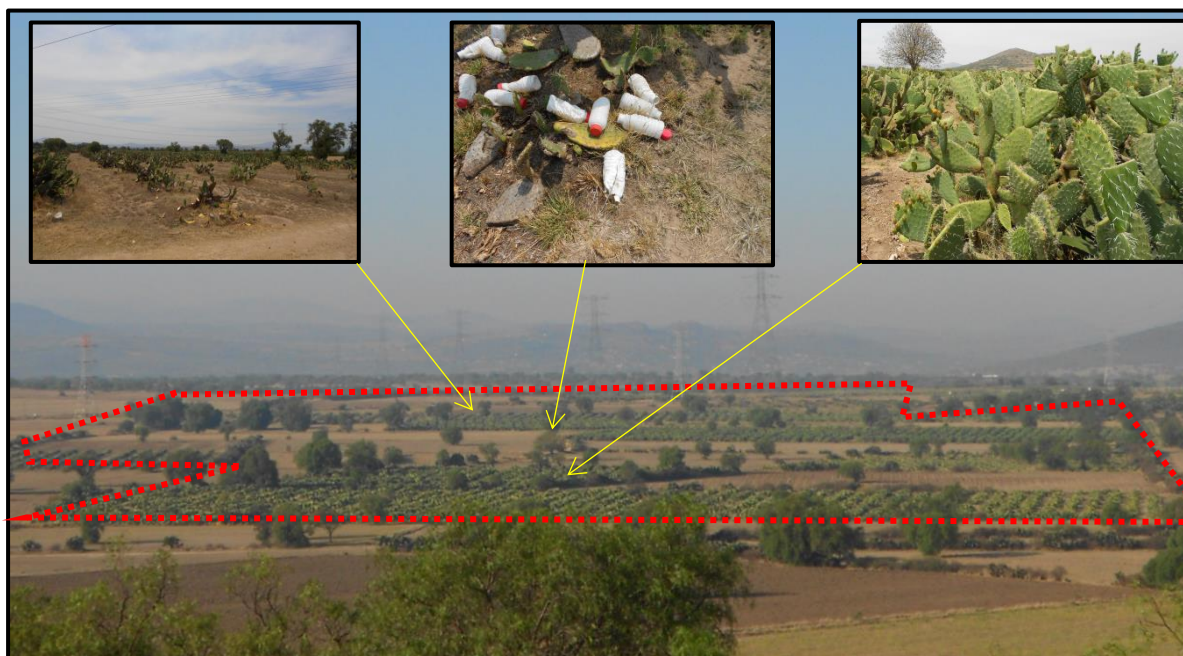


Figura IV.15. Uso de suelo en el polígono donde se construirá la planta EVM II

IV.3.1.2 Metodología para la evaluación de la vegetación

Se realizó una revisión bibliográfica exhaustiva en busca de información sobre la vegetación de la región, con la finalidad de obtener un listado preliminar de la zona de estudio.

Métodos de muestreo en parcelas. Para el presente proyecto se utilizó el muestreo estratificado, el cual consiste en la división previa de la población de estudio en grupos o clases que se suponen homogéneos respecto a las características o aspectos a estudiar. A cada uno de estos estratos se le asignaría una cuota que determinaría el número de miembros del mismo que compondrán la muestra.

En general, el muestreo estratificado es el más utilizado en la práctica. Una vez definidos los estratos, dentro de cada uno de ellos se lleva a cabo un muestreo aleatorio simple o sistemático para elegir la submuestra correspondiente al mismo.

Por ejemplo, para el estudio de un bosque compuesto por diferentes tipos de ecosistemas se puede determinar una muestra por cada uno de los ecosistemas que lo componen, al igual que si se tuviera una zona con pendientes pronunciadas y zonas planas, se podrían establecer muestras en las zonas que representen ambas variaciones; otro caso podría ser en un área con árboles de diferentes edades tomando una muestra que represente cada grupo.

De cada sitio de muestreo se obtuvo su posición geográfica expresada en coordenadas UTM, el cual se obtuvo a través de un GPS RINO610 (GARMIN). Las unidades de muestreo se establecieron en sitios incluidos en el Sistema Ambiental Regional y en el polígono donde se desarrollará la **EVM II**. Con base en lo anterior, se realizaron varios recorridos (los muestreos de flora se realizaron del 3 al 6 de abril de 2017), en los cuales se recolectó material botánico para su posterior identificación. A su vez se realizaron conteos directos en cada tipo de asociación vegetal, así como la determinación de las coordenadas geográficas de cada zona forestal dentro del sistema ambiental regional, con el fin de obtener la información necesaria para estimar el número de familias y especies.

Intensidad de muestreo. De acuerdo con Carrillo (2008), la intensidad de muestreo está en función de parámetros, dentro de los que se pueden señalar:

- Variabilidad de la población
- Precisión de la información
- Error de muestro a tolerar
- Grado de confiabilidad de la estimación
- Recursos disponibles

El mismo autor señala que, de acuerdo a experiencias, son aceptables intensidades que van de 1 a 10%, siendo más notable en el rango de 2-4%.

Para la determinación de la intensidad de muestreo, en el predio que ocupará el proyecto y su sistema ambiental regional, se realizó un análisis general de la variabilidad, constancia y superficie de las comunidades vegetales presentes, así como de las características dasométricas del arbolado.

Para el levantamiento de la información, se determinó una intensidad de muestreo mayor a la establecida por este autor, debido a que la superficie ocupada por vegetación forestal donde se realizó el muestreo dentro del SAR está dispersa y muy variable.

Tamaño de la muestra. Una vez establecida la intensidad de muestreo, se realizó el cálculo del tamaño de muestra, tomando como base la siguiente expresión:

$$n = \left(\frac{IM}{100} \right) * N$$

Donde:

n = Superficie a muestrear (ha)

IM = Intensidad de muestreo (20.0 %)

N = Superficie de afectación por la construcción del proyecto **EVM II** (26.0591 ha^{**})

Sustituyendo los valores en la fórmula anterior, la superficie a muestrear es de 5.00 hectáreas.

^{**}Nota: Se toma en consideración solo 26.0591 ha, que es la superficie de afectación permanente por el desarrollo del proyecto.

Forma y tamaño de sitios de muestreo. Para la realización de las unidades muestrales se estableció una forma básica: la circular de una hectárea. El tamaño de las unidades es variable y están en función de los objetivos buscados. Para el caso particular de los inventarios forestales, el tamaño de los sitios de muestreo más comunes es de un décimo de hectárea (1000 m²).

En los terrenos en donde se construirá la Central **EVM II**, se realizaron muestreos circulares de 1000 m², esto derivado de las características del área a estudiar.

$$NS = \frac{n * 10000m^2}{Ts}$$

Donde:

NS = Número de sitios

n = Superficie a muestrear (ha)

Ts = Tamaño de la unidad de muestreo (m²)

Se hicieron cinco muestreos utilizando parcelas circulares (Figura IV.16), cada uno con promedio de cerca de 1,000 m², lo cual da un total de 5,000 m², siendo esta cantidad más del 20 % del total de área que se solicita modificar su uso de suelo actual o donde existe presencia de vegetación introducida como es el pirul (*Schinus molle*) y el nopal (*Opuntia sp*). Por lo cual, se considera que para el caso de la vegetación, el esfuerzo de muestreo es suficiente para caracterizar al SAR en que se ubicará el proyecto, por lo que se concluye lo siguiente:

La intensidad de muestreo es lo suficientemente confiable para representar la riqueza y abundancia florística presente en el SAR.

IV.3.1.4 Determinación del tipo de vegetación

Los tipos de vegetación fueron diferenciados con base en atributos fisonómicos, florísticos y fenológicos, y la nomenclatura de los mismos está basada en el criterio de Miranda y Hernández X. (1963) y Rzedowski (1978) y complementados con la clasificación definida por INEGI.

Los siguientes criterios se tomaron en cuenta para la presentación de las listas de las especies encontradas (Anexo 4-1 Listado florístico): para los helechos y plantas afines se siguió el sistema de clasificación propuesto por Morán y Riba (1995), para gimnospermas se siguió a Cronquist (1985), para las monocotiledóneas a Dahlgren *et al.* (1985) y para las dicotiledóneas a Cronquist (1981). Las familias, géneros y especies fueron ordenados alfabéticamente. Los autores de los taxa se abreviaron de acuerdo con los criterios de Brummitt y Powell (1992).

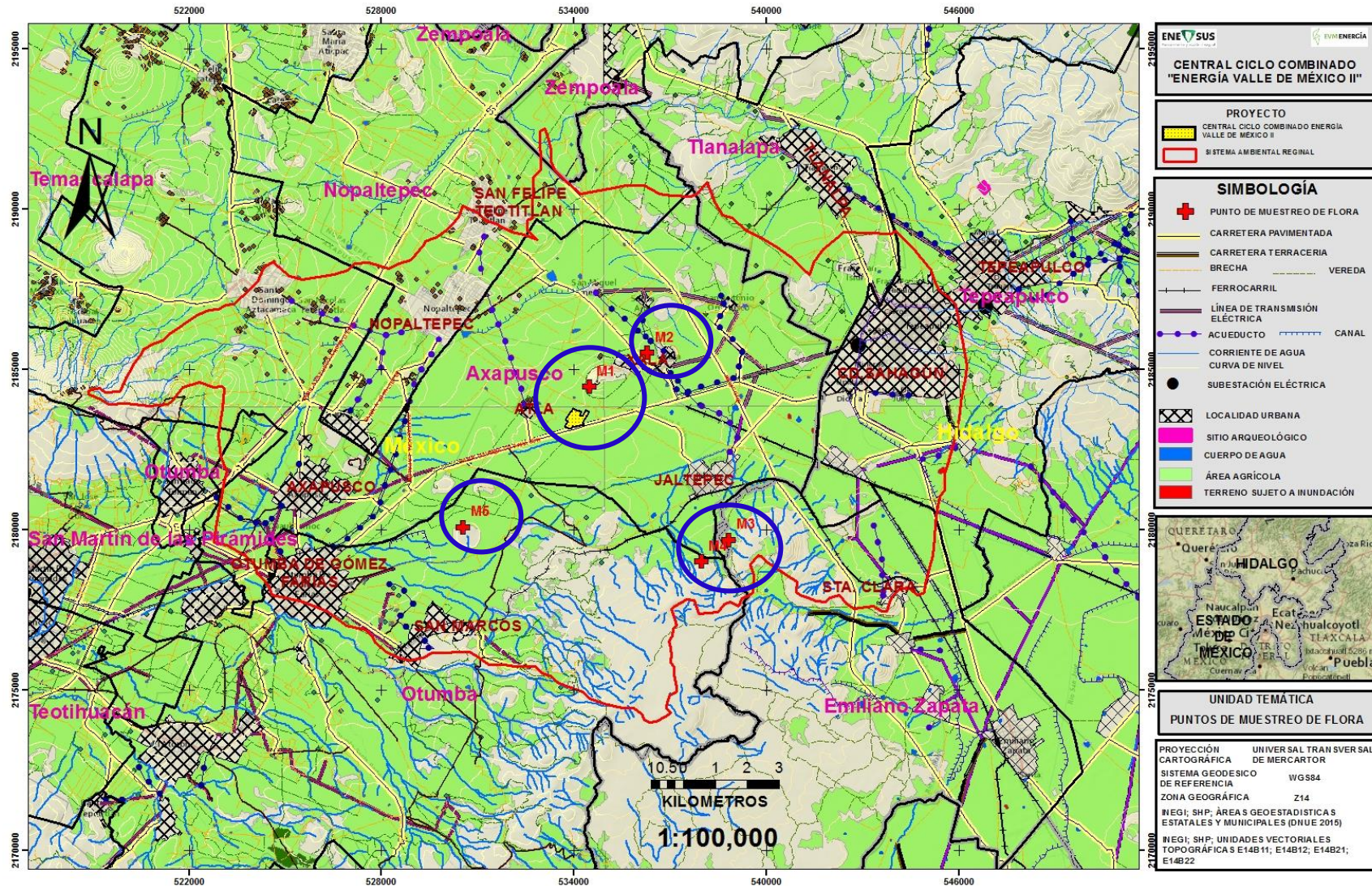


Figura IV.16. Sitios de muestreo de flora en el polígono y en el sistema ambiental regional en donde se insertará el proyecto

A continuación se presenta una descripción de las principales asociaciones vegetales que componen el área del SAR, sin considerar las áreas urbanas o agrícolas existentes:

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. Esta comunidad está compuesta generalmente por arbustos bajos, cuyas especies dominantes son *Quercus frutex* Trel., *Quercus greggii* Née y *Quercus rugosa* Née, las cuales forma una cubierta muy densa debido a su reproducción vegetativa a través de las partes subterráneas y forma una cubierta densa de arbustos bajos variando de entre 20 a 100 cm, con mayor frecuencia entre 40 a 80 cm de altura, y en raras ocasiones pueden alcanzar hasta 4 metros de altura. Son de hoja caediza, aunque pierde el follaje sólo por un periodo breve, se encuentran principalmente en áreas de suelos someros que no tienen humedad suficiente para la existencia de vegetación boscosa, o bien desarrollándose como comunidad secundaria en sitios donde tal vegetación ha sido destruida.

En el SAR este tipo de vegetación se localiza en las parte altas y/o laderas, aunque también se encuentra asociado a bosque cultivado de pirul y eucalipto, también se encuentran frecuentemente elementos de *Dasyllirion acrotiche* (Schiede) Zucc., *Nolina parviflora* (HBK) Hemsl., y algunas especies del género *Opuntia* sp., así como algunos otros elementos arbustivos como *Arctostaphylos* sp., y *Yucca filifera*; existen evidencias de que el matorral de encinos en la cuenca de México es una comunidad inducida por la acción humana sobre áreas antiguamente ocupadas por bosques de encinos. El elemento que induce y mantiene estos matorrales son los incendios periódicos. El uso principal de esta comunidad es la obtención de madera para leña; sin embargo, se practica el pastoreo de ganado caprino, ovino y bovino, principalmente.

La fase secundaria que presenta este tipo de vegetación se debe a la extracción de madera para la elaboración de tablas y carbón para uso doméstico, así como aquellas áreas que son incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria.

El ambiente en que se desarrollan es muy parecido al que ocupan los bosques de pinos, y con frecuencia ambas especies, pinos y encinos, crecen juntas formando comunidades mixtas. Al igual que los pinos, existe un número grande de especies de encinos en la cuenca de México.

Pastizales inducidos. El pastizal surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Existen comunidades de pastizales en varias partes del SAR, las cuales prosperan en laderas y lomeríos entre los 2,300 y 2,700 m de altitud, con precipitaciones anuales cercanas a 600 y 700 mm. En áreas fuertemente perturbadas se desarrolla una comunidad de pastizal en la que dominan gramíneas anuales (*Aristida adscencionis* L. y *Bouteloua simplex* Lag.), acompañadas a veces por árboles espaciados de pirul (*Schinus molle* L.) y algunos nopales (*Opuntia* spp.), se desarrollan también los pastizales del género *Muhlenbergia* y *Festuca*. Estos pastos o zacatonés, de crecimiento amacollado, forman matas erectas de 60 a 120 cm de altura. Esta comunidad vegetal es muy susceptible a los incendios.

Los pastizales inducidos algunas veces corresponden a una fase de 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 por la tala, incendios y pastoreo, y en muchas ocasiones 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.

De esta manera se tiene la categoría de pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de táscate, *Quercus* y del propio matorral crasicaule, como es el caso del SAR.

Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido son: *Aristida adscensionis* L. (zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Kunth) Tateoka (zacate borreguero), *Bouteloua simplex*, *Paspalum notatum* (zacate burro), *Cenchrus spp.* (zacate cadillo o roseta), *Lycurus phleoides*, *Enneapogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Matorrales crasicaules (xerófilos). Este tipo de vegetación comprende varias comunidades arbustivas dominadas por distintas especies crasicaules o xerófilas. Su rasgo más distintivo no es la identidad taxonómica de las especies que lo componen, sino la fisonomía arbustiva y las adaptaciones de las plantas a la aridez.

Se agrupan bajo este nombre varias comunidades arbustivas que se desarrollan de manera preferente en las porciones más secas del SAR. Son muy frecuentes en suelos someros o profundos de laderas de cerros con precipitación media anual de 400 a 700 mm y con temperatura promedio anual de 12 a 16°C.

La asociación más estudiada es la dominada por *Opuntia streptacantha*, *Zaluzania augusta*, *Mimosa biuncifera* y *Painteria leptophylla*, que prevalece en la mitad boreal del valle. Es un matorral espinoso, abierto o denso, de 1 a 3 m de alto, a veces con eminencias arbóreas aisladas de *Schinus molle* o *Yucca filifera*. Gracias a *Opuntia*, durante todo el año tiene aspecto verde, aunque la gran mayoría de sus componentes pierde las hojas o todas las partes aéreas en la época seca. Otras especies frecuentes y a veces muy abundantes son: *Eupatorium espinosarum*, *Eysenhardtia polystachya*, *Jatropha dioica*, *Brickellia veronicifolia*, *Gymnosperma glutinosum*.

El matorral de *Eysenhardtia* es frecuente en el sector central de la Sierra de Guadalupe y también se presenta en la parte meridional. Es un matorral alto (de 3 a 4 m), generalmente denso y mucho menos espinoso que los anteriores. La dominante, *Eysenhardtia polystachya*, así como la mayor parte de los componentes son de hoja caediza. Entre otros arbustos más o menos comunes pueden mencionarse *Montanoa tomentosa*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia spp.*

El matorral de *Senecio praecox* es característico de terrenos muy rocosos y pobres, de 2 a 3 m de alto, permanece sin hojas durante la temporada seca y proporciona a la comunidad un aspecto característico, con una floración amarilla llamativa.

Para el estrato arbustivo y herbáceo se puede citar como frecuentes *Dodonaea viscosa*, *Senna sememtrionalis*, *Montanoa tomentosa*, *Verbesina virgata* y *Wigandia urens*.

En algunas zonas esta comunidad está tan fuertemente perturbada por las actividades antrópicas asociadas a las actividades agrícolas y por el desarrollo urbano. La presente

comunidad compuesta básicamente por *Eysenhardtia polystachya* (Ortega) Sarg., que frecuente encontrarlo en las porciones limítrofes de los asentamientos urbanos en Xala, Jaltepec y Otumba.

Es de destacar que en el SAR se detectaron cuatro especies de *Cactáceas* *Ferocactus latispinus*, *Mammillaria uncinata*, *Mammillaria rhodantha* sp. *rhodantha* y *Coryphantha radians*, independientemente de las especies del genero *Opuntia*. Las biznagas son especies usadas como ornamentales y en ocasiones como medicinales, sin darle un valor ecológico o ambiental (Figura IV.17); cabe mencionar que de las especies de flora *Dasyllirion acrotriche*, se encuentra catalogada como endémica y amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.



Figura IV.17. En primer plano se observa a un individuo de *Mammillaria uncinata* quemada y en segundo plano uno de *Ferocactus latispinus*, arrancado de su sitio.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino. Fase sucesional secundaria de la vegetación, con predominancia de arbustos. Es una fase relativamente inmadura y con el tiempo puede o no dar lugar a una formación vegetal similar a la vegetación original. Los pinares, en general, son comunidades muy características de las montañas de México y se les encuentra también en muchas partes de la cuenca endorreica del Valle México.

Esta comunidad vegetal, en su conjunto, se puede localizar en altitudes entre 2350 y 4000 m, pero en realidad se trata de varias asociaciones vegetales distintas en las que prevalecen especies diferentes del género *Pinus*.

En general estos bosques prosperan en lugares en que llueva entre 700 y 1200 mm anuales, aunque en ocasiones pueden trascender de estos límites. Crecen en suelos profundos o someros y a veces bastante rocosos. Las trepadoras y las epífitas son escasas y en general, aunque no siempre, los pinares tienen un sotobosque relativamente pobre en arbustos, pero con abundancia de gramíneas amacolladas. Esta condición obedece a los frecuentes incendios que sufren estas comunidades vegetales. Es posible que algunos de los pinares del Valle de México no sean bosques clímax, sino que constituyen asociaciones secundarias mantenidas por el fuego. La gran mayoría de los bosques de *Pinus* se encuentra concentrada en la mitad meridional entre 2350 y 2600 m de altitud. Los pinares son casi exclusivamente

dominados por *P. leiophylla*, bosques mixtos, en los que intervienen una o varias especies de *Quercus* y a veces algunos otros árboles. Generalmente miden de 8 a 12 m de alto y por lo común no son muy densos; sin embargo, en condiciones de perturbación se presentan algunas especies de pinos con alturas menores a 5 m.

Los componentes herbáceos y arbustivos de la vegetación secundaria de bosque de pino son individuos de los géneros de: *Alchemilla*, *Archibaccharis*, *Arenaria*, *Bidens*, *Eryngium*, *Eupatorium*, *Festuca*, *Geranium*, *Gnaphalium*, *Lupinus*, *Muhlenbergia*, *Penstemon*, *Ribes*, *Senecio*, *Stevia* y *Stipa*.

Particularmente en el SAR este tipo de vegetación secundaria de arbustos del género *Pinus* se localiza solo en manchones aislados en la sierra de Guadalupe y zona altas del SAR, fuertemente alterado por los constantes incendios provocados por las actividades del ser humano.

Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino. Se trata de una comunidad abierta y baja que apenas amerita el término de bosque. Ocupa extensiones relativamente grandes sobre laderas de cerros y también en lugares más o menos planos en las partes norte, noreste y este del Valle, en altitudes entre 2450 y 2800 m.

Las temperaturas medias anuales varían de 11 a 14°C y el promedio anual de la precipitación varía entre 600 y 800 mm.

Este tipo de vegetación está caracterizado por *Pinus leiophylla* y por *P. oocarpa*, en muy baja proporción, asociados con *Quercus frutex*, *Quercus rugosa* y *Q. greggii*, conocidos como bosques mixtos. Generalmente miden entre 2 y 6 m de alto y por lo común no son muy densos; sin embargo, en condiciones de perturbación se presentan algunas especies de pinos con alturas menores a 5 m.

La especie dominante es *Pinus leiophylla*, árbol de 3 a 4 m de alto. Las trepadoras y las epífitas son en general escasas o ausentes. Los árboles tienen entre sí mucho espacio libre que favorece la presencia de arbustos y plantas herbáceas heliófilas, como, por ejemplo: *Agave inaequidens*, *Quercus microphylla*, *Gymnosperma glutinosum*, *Brickellia veronicifolia*, *Eupatorium espinosarum*, *E. scorodonioides* y *Stevia salicifolia*.

La asociación de vegetación de las localidades que ocupa en el Valle de México, no parece ser una comunidad clímax, sino más bien una fase de sucesión secundaria que se establece después de la destrucción de los bosques de *Pinus* y de *Quercus*.

En el SAR se localiza en las zonas o en laderas, donde la vegetación original fue destruida por la apertura de campos de cultivo o inducción de pastos para el pastoreo de ganado ovino, caprino y bovino, y que actualmente presenta especies de Pino y *Quercus* en forma aislada o casi nula.

Bosque cultivado. Es aquel que se establece mediante la plantación de diferentes especies arboladas realizadas por el hombre, sobre todo en aquellas áreas que han sido degradadas y presentan una marcada perturbación debido a las actividades humanas. Estas poblaciones pueden considerarse como bosques artificiales, ya que son consecuencia de una reforestación con árboles de distintos géneros, por lo general, con especies exóticas. Los fines de estas plantaciones son el recreativo, ornamental y forestal, además de conservar el medio ambiente,

así como evitar la erosión del suelo. Algunas de las especies registradas en el SAR son: pino (*Pinus spp.*), eucalipto (*Eucalyptus sp.*), cedro (*Cupressus sp.*), casuarina (*Casuarina sp.*), pirul (*Schinus molle L.*), entre otros.

Este tipo de vegetación se encuentra en altitudes variables, dado que el establecimiento es artificial y se plantan especies adaptadas a las condiciones del lugar; por ello los suelos son de profundidad variable, de acuerdo con la zona de reforestación.

Esta asociación presenta en lo general tres estratos, dependiendo del tipo de plantación realizada y el relieve del terreno en que se ubican: el primero o el arbóreo, con tamaños de plantas leñosas de hasta 15 metros, se compone de varios ejemplares de eucalipto (*Eucalyptus spp.*), pirul (*Schinus molle L.*), pinos (*Pinus spp.*), etc.; los arbustos ocasionales son huizaches (*Acacia spp.*) y algunas jarillas (*Baccharis conferta Kunth.*). El estrato herbáceo contiene plantas con alturas de 30 a 55 cm, principalmente se encuentran hierbas amacolladas como los siguientes géneros: *Briza*, *Bouteloua*, *Stipa* y *Muhlenbergia*, pastos y otras hierbas como *Bidens*, *Milla biflora Cav.*, *Anoda spp.*, *Avena fatua L.* y *Taraxacum officinalis Webber.*

Los enebros o juníperos también son elementos que se encuentran dentro de este tipo de vegetación, los cuales se encontraron como arbustos o árboles de poca altura (menos de 6 m). La especie más común es *Juniperus deppeana Steud.*, el cual es un elemento de alrededor de 4 m de alto, con tallos verdes y hojas pequeñas y escamosas. Este tipo de vegetación se encuentra en diferentes áreas del SAR, principalmente en zonas cercanas a las zonas urbanas o suburbanas o aquellas zonas con una problemática de erosión.

Vegetación secundaria herbácea de encino. Bajo esta denominación se incluyen aquellas superficies que muestran físionómicamente alguna especie que vislumbra que en algún momento existió vegetación natural y que por las condiciones edáficas imperantes del lugar, a la explotación selectiva de especies vegetales y al pastoreo extensivo, principalmente de ganado ovino, se perdió la vegetación natural.

En las partes cerriles se presentan procesos erosivos moderados, por lo que las comunidades son de baja cobertura. Estas especies habitan suelos escasos en nutrimentos y de baja capacidad para sustentar capa vegetal; en su mayor parte las poblaciones presentan disturbios, los cuales principalmente son con fines de extracción selectiva por parte de los lugareños, así como por el aprovechamiento pastoril en terrenos con grandes pendientes, debido a las restricciones de movilidad de otros tipos de ganado. De ahí que el ovino, por su excelente característica de adaptación a condiciones adversas, ofrezca una mejor alternativa de producción, aunque no así es el óptimo y en muchos lugares existe sobrepastoreo y pisoteo de ganado que impiden el desarrollo de las especies que son más apetecidas por el ganado y disminuye la cobertura del suelo y con ello se expone a la erosión.

En el SAR este tipo de asociación vegetal está caracterizado por elementos como *Quercus frutex Trel.*, *Quercus rugosa*, *Quercus greggii*, *Mimosa auleaticarpa var. biuncifera*, *Painteria leptophylla (DC.) Britton & Rose* y *Eysenhardtia polystachya (Ortega) Sarg.* El estrato herbáceo está escasamente representado; dentro de las especies dominantes cabe mencionar al género *Muhlenbergia*, las cuales se encuentran asociadas a una gran cantidad de herbáceas valiosas en palatabilidad forrajera.

Los usos de suelo y tipos de asociación vegetal del polígono donde se construirá la Central y su sistema ambiental regional, se describen en la figura IV.18.

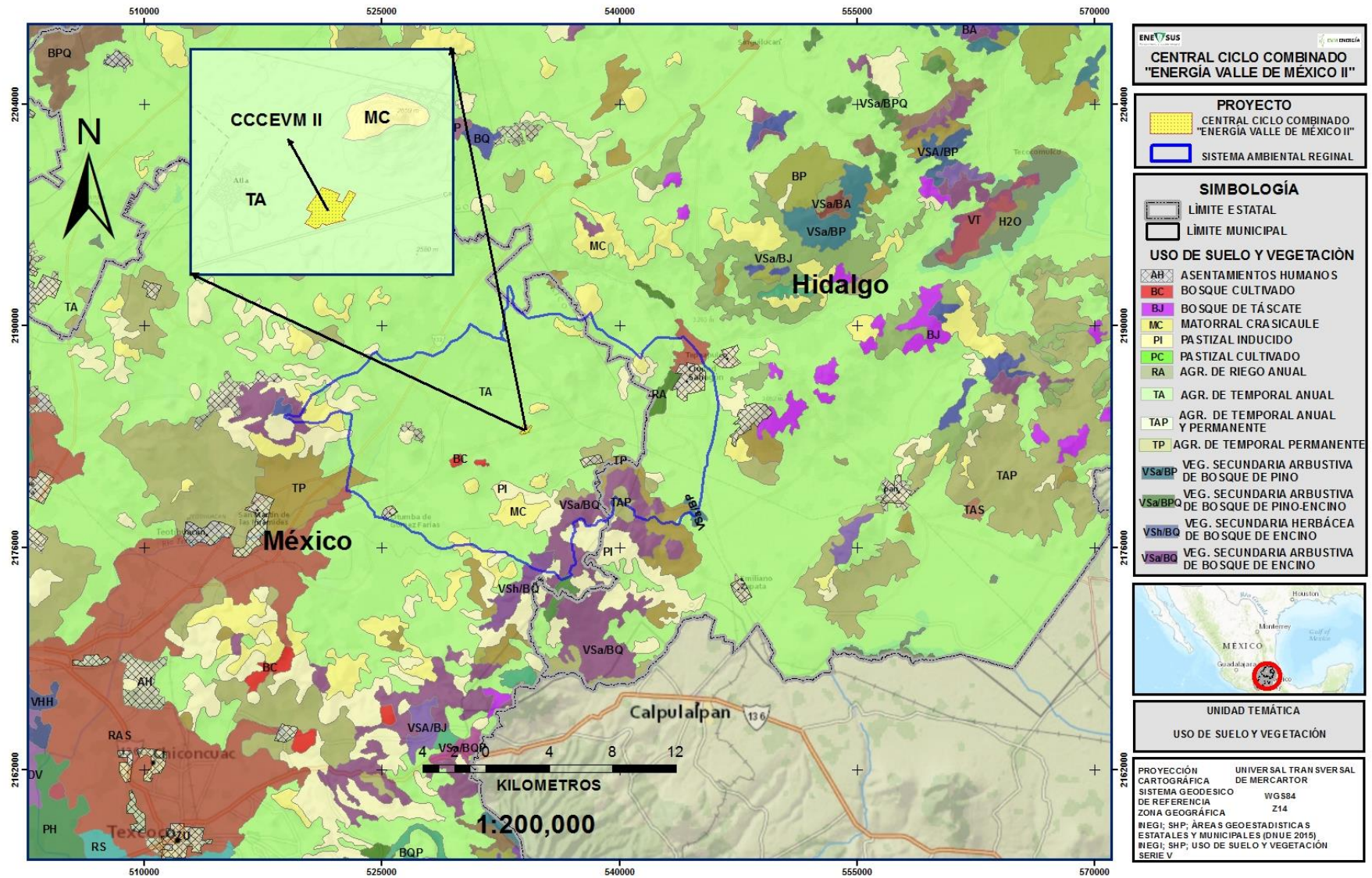


Figura IV.18. Tipos de vegetación y uso del suelo en el polígono y del sistema ambiental regional en donde se insertará el proyecto EVM II

IV.3.2 Diversidad ecológica

Los estudios sobre medición de biodiversidad se han centrado en la búsqueda de parámetros para caracterizarla como una propiedad emergente de las comunidades ecológicas. Sin embargo, las comunidades no están aisladas en un entorno neutro. En cada unidad geográfica, en cada paisaje, se encuentra un número variable de comunidades. Por ello, para comprender los cambios de la biodiversidad con relación a la estructura del paisaje, la separación de los componentes alfa, beta y gamma (Whittaker, 1972), puede ser de gran utilidad, principalmente para medir y monitorear los efectos de las actividades humanas.

Diversidad alfa.- La diversidad alfa es la riqueza de especies de una comunidad particular a la que consideramos homogénea.

Diversidad beta.- La diversidad beta es el grado de cambio o reemplazo en la composición de especies entre diferentes comunidades en un paisaje, y

Diversidad gamma.- Es la riqueza de especies del conjunto de comunidades que integran un paisaje, resultante tanto de las diversidades alfa como de las diversidades beta.

Esta forma de analizar la biodiversidad resulta muy conveniente en el contexto actual, ante la acelerada transformación de los ecosistemas naturales, ya que un simple listado de especies para una región dada no es suficiente. Para monitorear el efecto de los cambios en el ambiente es necesario contar con información de la diversidad biológica en comunidades naturales y modificadas (*diversidad alfa*) y también de la tasa de cambio en la biodiversidad entre distintas comunidades (*diversidad beta*), para conocer su contribución al *nivel regional (diversidad gamma)* y poder diseñar estrategias de conservación y llevar a cabo acciones concretas a escala local (Whittaker, 1972).

La gran mayoría de los métodos propuestos para evaluar la diversidad de especies se refieren a la diversidad dentro de las comunidades (alfa). Para diferenciar los distintos métodos en función de las variables biológicas que miden, los dividimos en dos grandes grupos: 1) Métodos basados en la cuantificación del número de especies presentes (riqueza específica); y 2) Métodos basados en la estructura de la comunidad, es decir, la distribución proporcional del valor de importancia de cada especie (abundancia relativa de los individuos, su biomasa, cobertura, productividad, etc.). Los métodos basados en la estructura pueden a su vez clasificarse según se basen en la dominancia o en la equidad de la comunidad (Moreno, 2001).

IV.3.2.1 Comunidades vegetales

Las comunidades vegetales pueden caracterizarse con base en su diversidad y su estructura. La riqueza florística es considerada como un reflejo de la diversidad ecológica. En el SAR la riqueza florística medida en número para el SAR (polígono y sitios de muestreo), es de 21 familias, 33 géneros y 40 especies (Figuras IV.19 y IV.20).

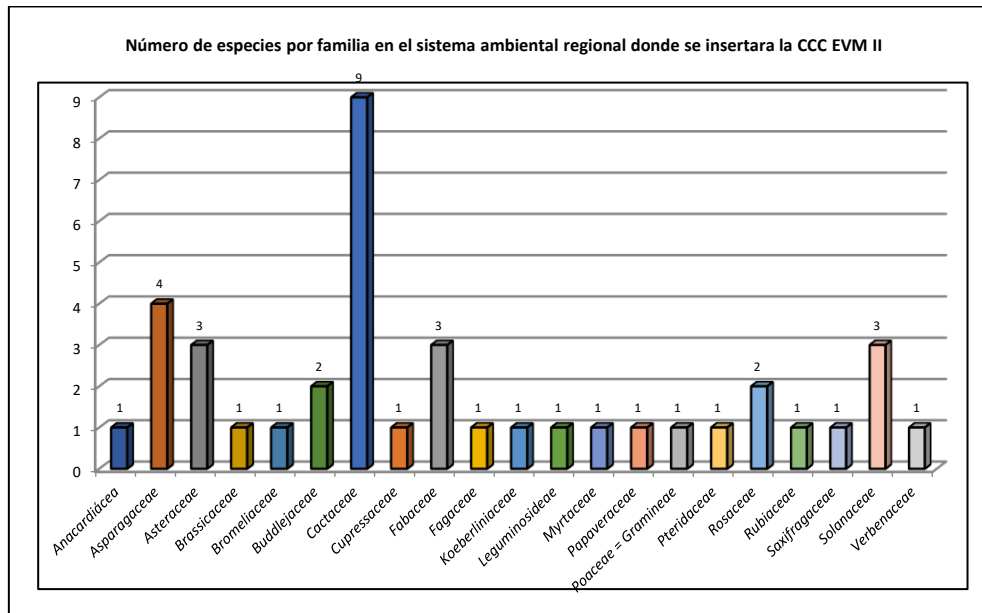


Figura IV.19. Número de especies por familia dentro del sistema ambiental regional en donde se insertará la Central EVM II.

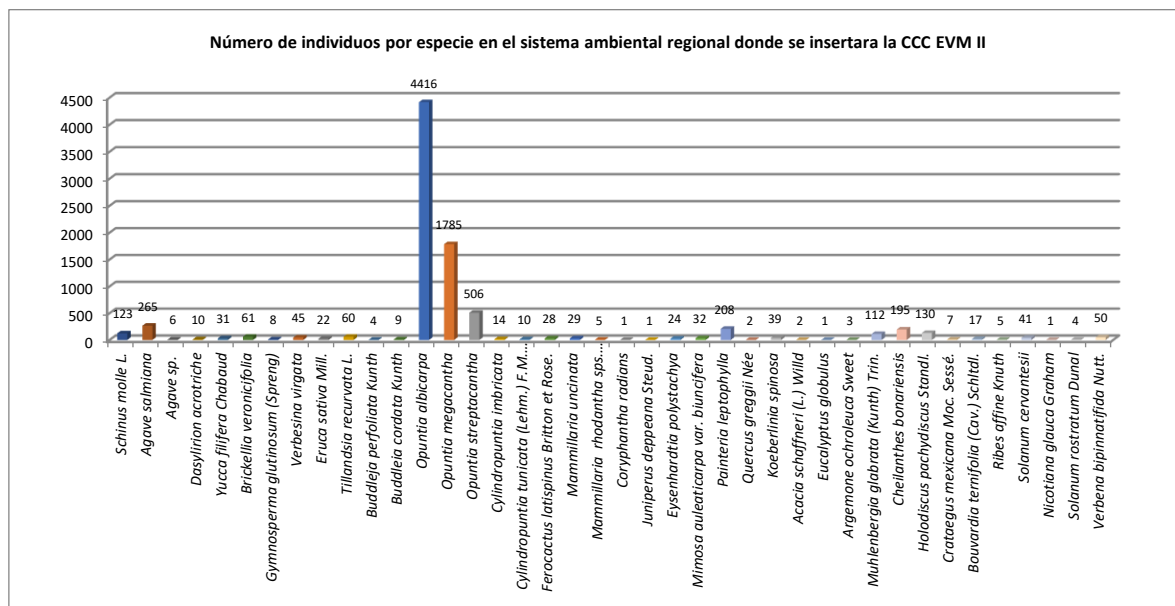


Figura IV.20. Número de individuos por especie presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertará la Central EVM II.

Cabe destacar que en la riqueza florística presente en el SAR es muy baja con una alta dominancia de algunas especies del genero *Opuntia sp.*, por lo que existen n pocos individuos primarios de la vegetación original. En este sentido, se registraron especies arbóreas y arbustivas que en conjunto representan un indicador de las perturbaciones a las cuales se han visto sometidos estos ecosistemas existentes dentro del SAR, obteniendo una idea más clara sobre la pobre complejidad estructural que aún se conserva en la región.

El predio donde se construirá la Central es agrícola permanente y anual, donde se cultiva *Opuntia sp.* y avena forrajera (*Avena sativa L.* y/o *Avena fatua L.*). Por ende, la diversidad es baja, ya que las especies dominantes son *Opuntia albicarpa* y *Opuntia megacantha*, seguido por el *Agave salmiana* (Figura IV.21).

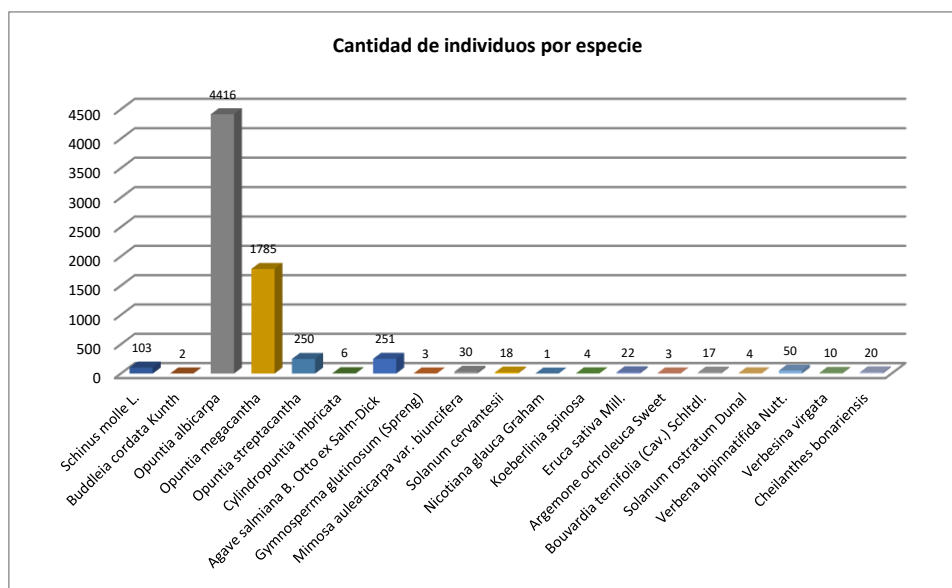


Figura IV.21. Número de individuos por especie presentes en el predio donde se construirá la Central EVM II.

En contraste, en el SAR se pudo detectar una mayor diversidad de familia, géneros y especies, destacando *Opuntia streptacantha*, *Painteria leptophylla* y *Cheilanthes bonariensis* (Figura IV.22).

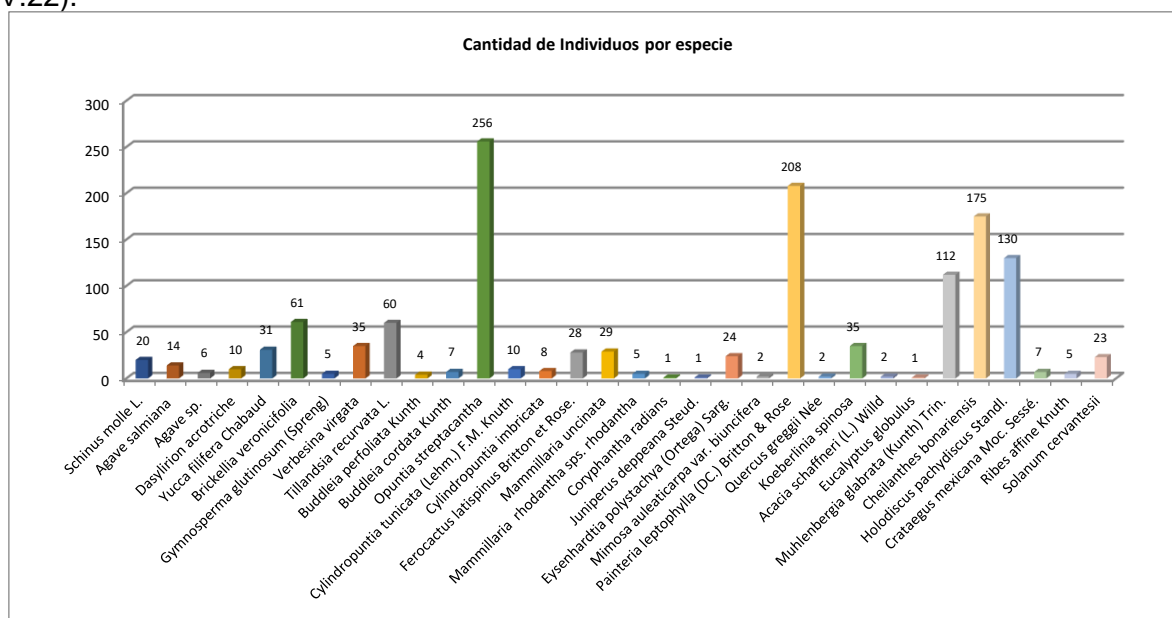


Figura IV.22. Número de individuos por especie presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertará la Central EVM II.

La estructura vertical es otro indicador de esta complejidad; en las comunidades vegetales presentes en el SAR todavía se reconocen tres estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo), a pesar del grado de disturbio y/o manejo que se ha hecho de la comunidad original.

En general, en el SAR, incluido el predio donde se construirá la Central **EVM II**, la estructura vertical está dominada por especies como *Eucalyptus globulus*, *Schinus molle*, *Buddleia cordata*, *Crataegus mexicanus*, *Juniperus deppeana* y *Quercus greggii* como se ve en la figura IV.23.

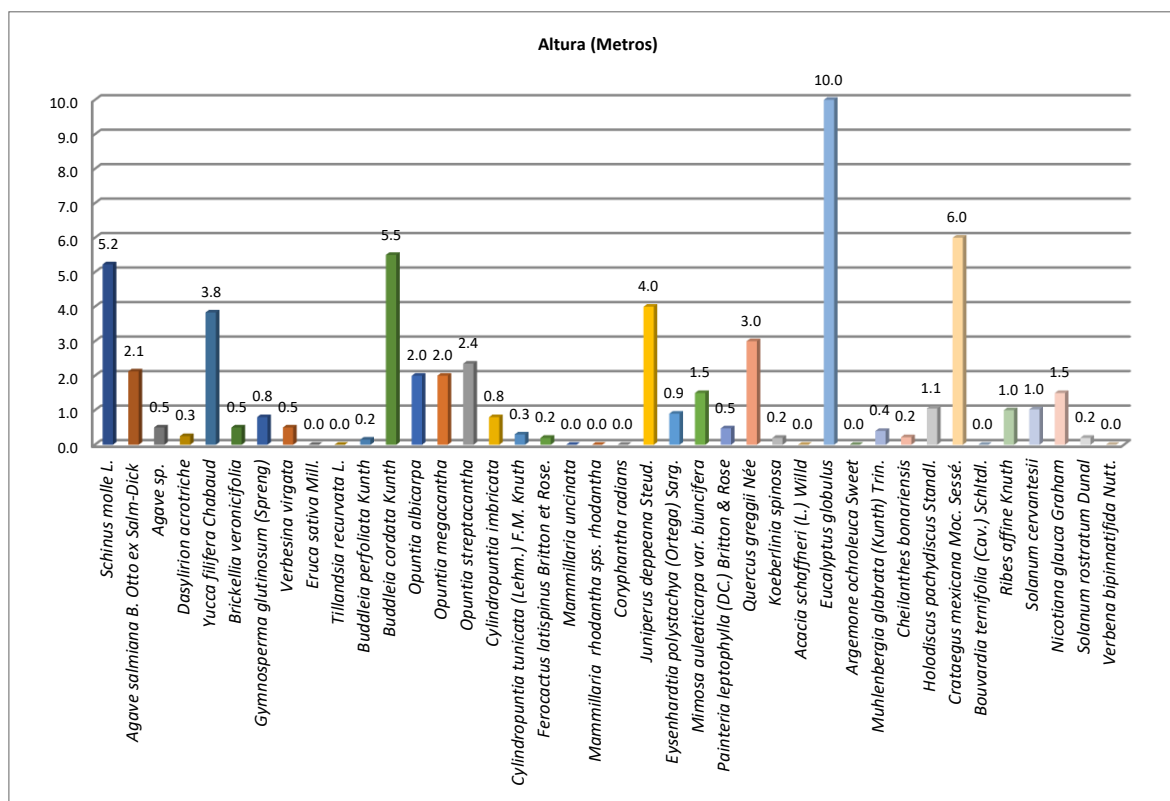


Figura IV.23. Altura promedio de las especies presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertará la Central EVM II.

La estructura horizontal de la vegetación tiene un comportamiento similar debido a que sólo fue posible medir el diámetro de las especies arbóreas maderables, a diferencia de las especies del género *Opuntia* y *Agave*, en las que solo se pueden medir el número de individuos y la biomasa, pero no el diámetro, es así entonces que con base en los resultados de los diámetros y alturas obtenidos de los especies arbóreas las especies dominantes en la estructura horizontal y vertical fueron *Schinus molle*, *Juniperus deppeana*, *Eucalyptus globulus* y *Buddleia cordata* (Figura IV.24).

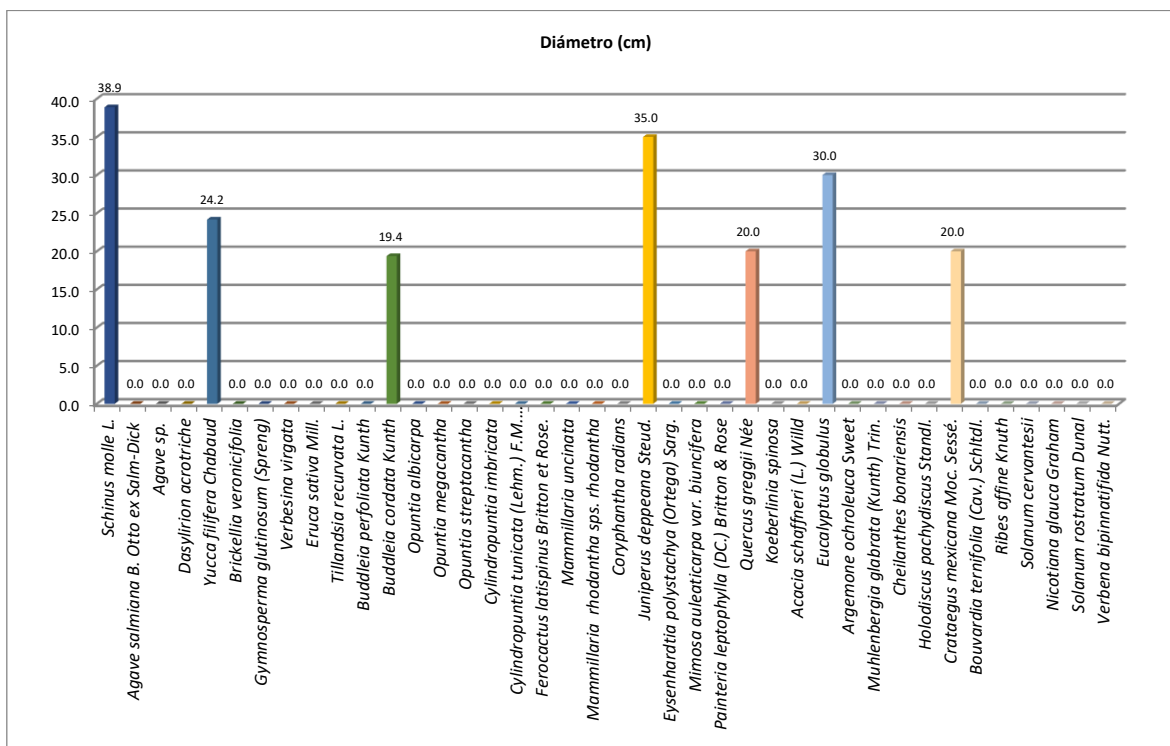


Figura IV.24. Diámetro promedio de las especies presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertará la Central EVM II.

IV.3.2.2 Diversidad alfa

La diversidad alfa del SAR y del polígono donde se construirá la Central, fue estimada a partir del índice de Simpson (Simpson, 1974) y de Shannon y Wiener (Shannon y Wiener, 1949), y se calculó con los datos del muestreo y censo realizados durante el trabajo de campo.

El índice de Simpson se obtiene con la siguiente fórmula:

$$D = 1 - L \quad L = \sum p_1^2$$

Donde:

D = diversidad

L = Índice de Simpson

p_1 = No. de individuos de la especie / No. total de individuos

La dominancia de Simpson es la suma de las probabilidades de extraer al azar dos ejemplares de la misma especie en dos intentos independientes; por lo tanto, valores bajos de L significan una diversidad alta y a su vez valores altos de L representan una diversidad baja.

El índice Shannon y Wiener se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0,5 y 5, aunque su valor normal está entre 2 y 3; valores inferiores a 2 se consideran bajos en diversidad y superiores a 3 son altos en diversidad de especies. La fórmula del índice de Shannon y Wiener es la siguiente:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

Donde;

- S= Número de especies (la riqueza de especies)
- p_i = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos
- n_i = número de individuos de la especie i
- N= Número de todos los individuos de todas las especies

Resultados de los índices de diversidad alfa. El valor del índice de diversidad de Simpson es directamente proporcional a la riqueza específica, es decir, los sitios con mayor número de especies presentan los índices de diversidad altos, al igual que los valores obtenidos para H' , demuestran que en el polígono en donde se construirá el proyecto y en el propio SAR, existe una alta dominancia y baja riqueza de especies, debido a la alteración que ha sufrido en décadas la zona en estudio.

Las especies arbóreas dominantes en el predio de la Central son individuos de *Schinus molle* y una muy baja proporción de *Buddleia cordata*; sin embargo, es de destacar que las especies cultivadas del género *Opuntia* (más de 6500 individuos), marcan una gran diferencia debido a que el número de individuos es elevado por la reproducción vegetativa que realizan los productores de tuna. Es así entonces que el polígono tiene un índice de dominancia de 0.4663 y con una diversidad baja de 0.5337, a diferencia de los sitios de muestreo donde se obtuvieron valores de dominancia baja y una alta diversidad (Tabla IV.5).

Finalmente para H' de Shannon y Wiener, los valores obtenidos en los sitios de muestreo del SAR fue en promedio de 1.8 y para el polígono donde se construirá el proyecto fue de 1.5, en ambos casos se puede observar una baja diversidad y una alta dominancia, sin embargo el SAR comparado con el polígono donde se construirá el proyecto el SER tiene una mayor diversidad. En el anexo 4-2 se incluyen las memorias de cálculo de los índices de diversidad alfa.

Tabla IV.5. Riqueza específica, índice de diversidad y dominancia en el sistema ambiental regional.

Sitios	Riqueza específica (Especies arbóreas)	Índice de Dominancia de Simpson (D)	Diversidad de Simpson (L)	Valor de H'
Polígono donde se construirá la Central EVM II	2	0.4663	0.5337	1.0972
Sitio 1, Coordenadas UTMA (14Q 0534481, 2184461))	1	0.1552	0.8448	2.0924
Sitio 2, Coordenadas UTMA (14Q 0536297, 2185526)	3	0.1302	0.8698	2.2180
Sitio 3, Coordenadas UTM (14Q 0538835, 2179691)	2	0.1991	0.8009	1.8245
Sitio 4, Coordenadas UTM (14Q 0537976, 2179010)	2	0.1806	0.8194	2.0090
Sitio 5, Coordenadas UTM (14Q 0530543, 2180090)	3	0.2572	0.7428	1.5964
Total: 6 Sitios				

IV.3.2.3 Índice de valor de importancia (IVI)

Para valorar la importancia ecológica de las comunidades se practicó el Índice de Valor de Importancia (IVI) (Anexo 4-2) para las especies arbóreas encontradas en el SAR y en el predio donde se construirá el proyecto. Dicho IVI, sugerido por Lamprecht (1990), es una medida de cuantificación para asignarle a cada especie su categoría de importancia y se obtiene de la suma de la abundancia relativa, frecuencia relativa y dominancia relativa (área basal). La abundancia relativa es la proporción porcentual de cada especie entre el número total de los árboles multiplicados por 100. La frecuencia relativa de una especie se obtiene a partir del porcentaje de la suma de una especie entre la suma de las frecuencias de todas las especies multiplicado por 100. La dominancia relativa se calcula como la proporción de una especie en el área basal total evaluada, multiplicado por 100. Esto permite estimar su nivel de contribución o predominancia dentro de la comunidad, en relación con las demás especies presentes. Su valor se estima de 0 a 300; un valor cercano a cero denota una baja contribución, en tanto que un valor próximo a 300 indica mayor predominancia uniespecífica.

Seis especies arbóreas dominan casi una cuarta parte del valor de importancia total (62.26 de 300.46) en los sitios de muestreo del SAR; en orden decreciente son: *Quercus greggii* (4.80), *Crataegus mexicanus* (5.18), *Buddleia cordata* (8.21), *Yucca filifera* (10.44), *Schinus molle* (15.75) y *Eucalyptus globulus* (17.88); sin embargo, debido a su abundancia y presencia en todos los sitios de muestreos, *Opuntia streptacantha* (35.06) y *Painteria leptophylla* (28.29) son de las que tienen el mayor índice de valor de importancia.

Particularmente en el polígono donde se construirá el proyecto, *Opuntia albicarpa* (68.39), *O. megacantha* (30.78) y *Schinus molle* (13.03) tienen más de la mitad del índice de valor de importancia, con 112.20 de un total de 206.86.

Los resultados obtenidos de la riqueza de especies sugieren que se trata de ambientes con altos niveles de perturbación y manejo humano que favorecen la presencia de pirul (*Schinus molle*), tunas cultivadas (*Opuntia albicarpa*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*) y agave pulquero (*Agave salmiana*), principalmente en el polígono donde se construirá la Central. La importancia de estas asociaciones se limita al plano económico y social.

IV.3.2.4 Diversidad beta

La diversidad beta o diversidad entre hábitats es el grado de reemplazamiento de especies o cambio biótico a través de gradientes ambientales (Whittaker, 1972). A diferencia de las diversidades alfa y gamma, que pueden ser medidas fácilmente en función del número de especies, la medición de la diversidad beta es de una dimensión diferente porque está basada en proporciones o diferencias (Magurran, 1988). Estas proporciones pueden evaluarse con base en índices o coeficientes de similitud, de disimilitud o de distancia entre las muestras a partir de datos cualitativos (presencia ausencia de especies) o cuantitativos (abundancia proporcional de cada especie medida como número de individuos, biomasa, densidad, cobertura, etc.), o bien con índices de diversidad beta propiamente dichos (Magurran, 1988).

Para el caso de este estudio se utilizó el Índice de similitud/disimilitud, “Coeficiente de similitud de Jaccard”, con datos cualitativos y el “Coeficiente de similitud de Sørensen”, con datos cuantitativos.

Coeficiente de similitud de Jaccard

$$I_J = \frac{c}{a + b - c}$$

Donde:

a = número de especies presentes en el sitio A

b = número de especies presentes en el sitio B

c = número de especies presentes en ambos sitios A y B

El intervalo de valores para este índice va de 0, cuando no hay especies compartidas entre ambos sitios, hasta 1, cuando los dos sitios tienen la misma composición de especies. Si se consideran los datos de los muestreos del SAR como sitio A y el polígono como sitio B, entonces A = 32, B = 19 y C = 11.

Sustituyendo los datos de la fórmula se obtienen los siguientes resultados:

$$I_j = (11/((32+19)-11)) = 0.275$$

Este resultado representa la similitud entre los sitios de muestreo del SAR y los predios del polígono donde se construirá la Central **EVM II**. Si se representa en porcentaje, las muestras tienen un 27.5 % de similitud, por lo que el SAR es más diverso que el polígono de los predios de la Central **EVM II**.

Coeficiente de similitud de Sørensen”, con datos cuantitativos

$$I_{Scuant} = \frac{2 pN}{aN + bN}$$

Donde:

aN = número total de individuos en el sitio A

bN = número total de individuos en el sitio B

pN = sumatoria de la abundancia más baja de cada una de las especies compartidas entre ambos sitios (Magurran, 1988).

Se consideró como el sitio A, los sitios de muestreo del SAR y el Sitio B, el polígono que conforman los predios donde se construirá la Central **EVM II**, obteniéndose los siguientes resultados.

$$I_{Scuant} = ((2*(75))/(1317+6995)) = 0.0180$$

Este resultado confirma que en el SAR existe una mayor diversidad comparado con el polígono del predio en donde se construirá la Central **EVM II**, donde existe una baja diversidad y una alta dominancia; se presenta una disimilitud; esto obedece tácitamente a que el polígono es una zona agrícola permanente y temporal donde domina el cultivo de *Opuntia sp.* y de *Agave sp.*

IV.3.2.5 Diversidad gamma

Whittaker (1972) define la diversidad gamma como la riqueza en especies de un grupo de hábitats (un paisaje, un área geográfica, una isla) que resulta como consecuencia de la diversidad alfa de las comunidades individuales y del grado de diferenciación entre ellas (diversidad beta). Desgraciadamente, la mayoría de los esfuerzos realizados para medir la biodiversidad en áreas que incluyen más de un tipo de comunidad se limitan a presentar listas de especies de sitios puntuales (diversidad alfa), describiendo la diversidad regional (gamma) únicamente en términos de números de especies, o bien con cualquier otra medida de diversidad alfa. Algunos estudios llegan a hacer comparaciones entre los sitios (diversidad beta), pero no incluyen esta información en una medida de la biodiversidad basada tanto en alfa como en beta.

Schluter y Ricklefs (1993) proponen la medición de la diversidad gamma con base en los componentes alfa, beta y la dimensión espacial:

Gamma = diversidad alfa promedio x diversidad beta x dimensión de la muestra

Donde:

- Diversidad alfa promedio = número promedio de especies en una comunidad
- Diversidad beta = inverso de la dimensión específica, es decir, 1/número promedio de comunidades ocupadas por una especie (1/ el número promedio de sitios muestreados que es de 2)
- Dimensión de la muestra = número total de comunidades.

En este sentido y considerando que el SAR se caracteriza en un 85 % por áreas agrícolas y urbanas y solamente el 15 % de vegetación secundaria, con algunos manchones de matorral crasicaule, la diversidad gamma de acuerdo con esta fórmula, es:

$$\text{Gamma} = (((32+19)/2) \times (1/2) \times (2))$$

$$\text{Gamma} = 25.5 \times 0.61 \times 2$$

$$\text{Gamma} = 31.11$$

De esta forma, el valor de diversidad gamma obtenido está expresado en número de especies y considera los elementos biológicos analizados. El valor obtenido es cercano al número total de especies registradas en todas las comunidades (32).

Otra forma, pero de manera cuantitativa, de calcular el valor de gamma es usando el Índice Cálculo basado en la riqueza de especies definido por la siguiente fórmula:

$$Beta = \sum_j q_j (S_T - S_j)$$

Donde:

q_j = peso proporcional de la comunidad j , basado en su área o cualquier otra medida de importancia relativa.

S_T = Número total de especies registradas en el conjunto de comunidades.

S_j = Número de especies registradas en la comunidad j .

De igual que el ejemplo anterior, el SAR se caracteriza en un 85 % por áreas agrícolas y urbanas y solamente el 15 % de vegetación secundaria, con algunos manchones de matorral crasicaule, la diversidad gamma de acuerdo a esta fórmula es:

Gamma = alfa promedio + beta

Gamma = 32 + [0.15(32-32) + 0.85(32-19)] = 32 + 11.05

Gamma = 32 + 11.05 = 43.05

En este caso resulta que la diversidad alfa comprende el 74.33%, y la diversidad beta el 25.67%, por tanto, la diversidad gamma del paisaje es de 43.05.

En términos generales, la fisonomía de la vegetación muestra diversos grados de intervención y manejo con fines de aprovechamiento; como es la producción de tuna y nopal como verdura, producción de agave para pulque, apertura de campos de cultivo para avena y otras especies como maíz y frijol. La vegetación se ve interrumpida constantemente por la fragmentación del ambiente debido a la construcción de caminos y áreas de cultivo, tanto permanente como temporal, así como la explotación de bancos de materiales.

IV.3.3 Flora

La flora de la zona ha sido principalmente estudiada en áreas cercanas al SAR, como es el Plan de Manejo desarrollado para el Parque Estatal "Sierra de Guadalupe", en donde las especies características son vegetación secundaria de *Quercus sp.*, así como especies introducidas como *Schinus* y *Eucaliptus*.

Es de mencionarse que dentro del SAR no ha sido estudiada a detalle la vegetación; el listado florístico que se presenta es el resultado del análisis bibliográfico de los estudios de zonas adyacentes y de la identificación de los ejemplares colectados en la zona de estudio (Anexo 4-1 y Anexo 4-3).

El listado se presenta en cuatro grupos (pteridofitos, Pinophyta (coníferas), monocotiledóneas y dicotiledóneas); las familias se encuentran ordenadas alfabéticamente.

El análisis que aquí se presenta es el resultado de las colectas que se realizaron en el predio de EVM y en los sitios de muestreo del SAR; cabe señalar que la época del año no permitió poder identificar algunas otras especies.

Con base en este análisis se puede señalar que para la flora del SAR se reportan 21 familias, 33 géneros y 40 especies, de la cuales los pteridofitos presentan 1 familia, 1 género y 1 especie; las coníferas 1 familia, 1 género y 1 especies; las dicotiledóneas son las que mejor se presentan con 16 familias, 24 géneros y 32 especies; mientras que las monocotiledóneas están representadas por 3 familias, 5 géneros y 6 especies.

Las familias más importantes en cuanto al número de géneros y especies que concentran son:

Cactaceae: con 9 especies y 5 géneros
Asparagaceae: con 4 especies y 3 géneros
Asteraceae: con 3 especies y 3 géneros
Fabaceae: con 3 especies y 3 géneros
Solanaceae: con 3 especies y 3 géneros

Los géneros mejor representados para el estrato arbóreo son *Opuntia*, con tres especies y *Mammillaria* y *Cylindropuntia*, con dos especies cada uno.

En el caso de las arbustivas y herbáceas, la familia mejor representada es la Asparagaceae, con 3 géneros y cuatro especies, la Asteraceae, Fabaceae y Solanáceas con tres géneros y tres especies como se muestra en la tabla IV.6.

Tabla IV.6. Listado de familias y especies identificados en el inventario forestal del polígono donde se construirá Central EVM II y los muestreos del SAR.

Número	Familia	Número de especies por familia	Especie	No. de Individuos por especie
1	Anacardiácea	1	<i>Schinus molle</i> L.	123
1	Asparagaceae	4	<i>Agave salmiana</i>	265
			<i>Agave</i> sp.	6
			<i>Dasyilirion acrotiche</i>	10
			<i>Yucca filifera</i> Chabaud	31
1	Asteraceae	3	<i>Brickellia veronicifolia</i>	61
			<i>Gymnosperma glutinosum</i> (Spreng)	8
			<i>Verbesina virgata</i>	45
1	Brassicaceae	1	<i>Eruca sativa</i> Mill.	22
1	Bromeliaceae	1	<i>Tillandsia recurvata</i> L.	60
1	Buddlejaceae	2	<i>Buddleia perfoliata</i> Kunth	4
			<i>Buddleia cordata</i> Kunth	9
1	Cactaceae	9	<i>Opuntia albicarpa</i>	4416
			<i>Opuntia megacantha</i>	1785
			<i>Opuntia streptacantha</i>	506
			<i>Cylindropuntia imbricata</i>	14
			<i>Cylindropuntia tunicata</i> (Lehm.) F.M. Knuth	10
			<i>Ferocactus latispinus</i> Britton et Rose.	28
			<i>Mammillaria uncinata</i>	29
			<i>Mammillaria rhodantha</i> sps. <i>rhodantha</i>	5
			<i>Coryphantha radians</i>	1
1	Cupressaceae	1	<i>Juniperus deppeana</i> Steud.	1
1	Fabaceae	3	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	24
			<i>Mimosa auleaticarpa</i> var. <i>biuncifera</i>	32
			<i>Painteria leptophylla</i>	208
1	Fagaceae	1	<i>Quercus greggii</i> Née	2
1	Koeberliniaceae	1	<i>Koeberlinia spinosa</i>	39
1	Leguminosideae	1	<i>Acacia schaffneri</i> (L.) Willd	2
1	Myrtaceae	1	<i>Eucalyptus globulus</i>	1
1	Papaveraceae	1	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	3
1	Poaceae = Gramineae	1	<i>Muhlenbergia glabrata</i> (Kunth) Trin.	112
1	Pteridaceae	1	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	195
1	Rosaceae	2	<i>Holodiscus pachydiscus</i> Standl.	130
			<i>Crataegus mexicana</i> Moc. Sessé.	7
1	Rubiaceae	1	<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schltld.	17
1	Saxifragaceae	1	<i>Ribes affine</i> Knuth	5
1	Solanaceae	3	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	1
			<i>Solanum cervantesii</i>	41
			<i>Solanum rostratum</i> Dunal	4
1	Verbenaceae	1	<i>Verbena bipinnatifida</i> Nutt.	50
21		40		8312

IV.3.4 Importancia y usos de las especies que constituyen la vegetación.

Las comunidades de esta región utilizan como fuente única o complementaria la leña y/o carbón vegetal para satisfacer sus necesidades energéticas. En la actualidad la sobreexplotación ha llegado a tal grado que no existen especies arbóreas o maderables que satisfagan estas necesidades. Otro factor que influye directamente en el deterioro ambiental es el pastoreo libre de ganado ovino y caprino y en una menor proporción el ganado bovino, actividad que ha generado una gran presión a los ecosistemas del matorral crasicaule; sin embargo, existen especies que tienen otros usos por los habitantes de la región, las cuales se menciona en la tabla IV.7.

Tabla IV.7. Listado florístico de especies con importancia económica presentes en el SAR

Nombre común	Nombre científico	Uso
Pirul	<i>Schinus molle</i>	Se utiliza como barrera rompevientos y para delimitar terrenos.
Nopal tunero	<i>Opuntia albicarpa</i> , <i>O. megacantha</i> y <i>O. streptacantha</i>	Uso alimenticio (obtención de fruta y verdura), así como se usan como barreras rompevientos y delimitar predios.
Maguey	<i>Agave salmiana</i>	Uso comestible y producción de bebidas alcohólicas
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	Se utiliza como barrera rompevientos y para delimitar terrenos, así como uso medicinal
Táscate, cedro	<i>Juniperus deppeana</i>	Se utiliza como barrera rompevientos y para delimitar terrenos, integrante del bosque cultivado.
Chicolate pálido	<i>Argemone ochroleuca</i>	Hierba conocida como toloache; las flores aplicadas como emplasto curan la sarna.
Hierba del zopilote, tabaquillo	<i>Nicotiana glauca</i>	Medicinal (en cataplasmas para calmar dolores, se inhala para descongestionar las vías respiratorias), ornamental ocasional
Tepozán blanco	<i>Buddleia cordata</i>	Contienen metabolitos tales como flavonoides e iridoides glucósidos que con potencial de usarse en tratamiento de cáncer y otros trastornos
Encino	<i>Quercus greggii</i>	Maderable
Tejocote	<i>Crataegus mexicana</i>	Comestible
Palo dulce	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	Medicinal
Zacate o pasto	<i>Muhlenbergia sp.</i>	Para consumo de animales de ganado ovino, caprino y bovino.

IV.3.5 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies indicadas en el listado florístico (Anexo 4-1), y de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, dentro del SAR se observó únicamente a *Dasyllirion acrotiche* (endémica y con estatus de amenazada), especie localizada en una zona con pendiente de moderada a alta (entre 15 y el 25 % de pendiente), con un grado de conservación moderado.

Ficha de diagnóstico de la especie *Dasyllirion acrotiche*.

<p>FAMILIA:</p> <p>ASPARAGACEAE</p> <p>NOMBRE COMÚN: “Sotol”, “Palma cucharilla” “Sotol cucharillo” “Sotol verde”.</p> <p>NOMBRE CIENTÍFICO: <i>Dasyllirion acrotiche</i> (Schiede) Zucc.</p> <p>ESTATUS: Amenazada (Endémica).</p>	<p>Planta terrestre, leñosa de tallo robusto, grueso que llega a medir de 0.5 a 2 m de alto; hojas lineares, de 40 a 85 cm de largo por 2 a 3 cm de ancho, largamente acuminadas, verde-azulosas, ligeramente glaucas, con la cara interior lisa o algo escábrida, cara exterior fuertemente escábrida, la nervadura media engrosada y aquillada, márgenes finamente denticulados, angostados hacia la base en la vaina subtriangular, carnosa y blanquecina; panícula piramidal, de 1.5 a 3 m de largo, piloso-lanosa especialmente en las ramificaciones a glabra, pedúnculo de 0.5-1.5 m de longitud, con brácteas lanceoladas, acuminadas, subcoriáceas, multinervadas, glabras, a menudo con tonos de color púrpura, ramas rectas. La inflorescencia se produce en el verano con pequeñas flores blancas.</p>
	<p>Esta planta fue descrita por J.G. Zuccarini (1848) de zonas semiáridas de México.</p> <p>Por lo tanto, es una especie endémica a nuestro país que hasta el momento se encuentra representada por muy escasas poblaciones, de las cuales algunas de ellas se encuentran en el centro y norte del país.</p>
	<p>Florece y fructifica de julio a septiembre. Crece principalmente sobre pendientes rocosas. Es endémica a México, en áreas semiáridas de matorral crasicale o xerófilo, principalmente en los estados de San Luis Potosí, Zacatecas, Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nayarit, Querétaro, México, Puebla y Veracruz, a altitudes de 2,000 a 3,000 msnm.</p>

IV.3.6 Estado de conservación de las comunidades vegetales

El deterioro y agotamiento de los recursos naturales va más allá de lo evidente y observable, pues no sólo es consecuencia del acelerado y anárquico crecimiento urbano, promovido por las empresas inmobiliarias, industria de vehículos (Ciudad Sahagún) y de servicios, amparadas y apoyadas por el Estado y sus diferentes niveles de gobierno. La sobreexplotación de los recursos naturales es expresión de las nuevas formas de acumulación del capital que sólo buscan responder a los intereses de pequeños grupos de poder a costa de la sustentabilidad social, cultural y ambiental.

Este fenómeno urbanizador queda de manifiesto con los innumerables bancos de material que se explotan en la zona (en el SAR existen más de 8 bancos), proliferación de industria manufacturera y elaboración de vagones de tren ligero, asentamientos que proliferan en la periferia tanto de las zonas metropolitanas existentes como de las cabeceras municipales; se

calcula que en 1995, cerca de 20,000 m² de suelo de cualquier tipo o condición topográfica se incorporaron diariamente al proceso de urbanización. A medida que la población ha crecido y desarrollado su economía, la demanda de tierras ha aumentado mientras que la oferta del medio natural permanece invariable, por lo que el manejo del recurso se ha vuelto complejo y conflictivo y se agrava por los fenómenos extraordinarios, como problemas de pérdida de vegetación y suelo, que demandan mayor regulación e infraestructura para su atención.

Para el caso particular del SAR, igual de complejo resulta el problema de la sobreexplotación de los recursos forestales: la tala clandestina del bosque, el sobrepastoreo, las plagas y enfermedades, así como los incendios forestales son los principales problemas que enfrentan las comunidades de la zona serrana, y aunque se ha tratado de revertir la situación mediante programas de manejo y conservación, lo cierto es que se ha generado una mayor sobreexplotación de los recursos. De los programas implementados para mejorar los ecosistemas, destaca el de reforestación con especies introducidas como pirul, eucalipto y, en una muy baja proporción encino en las partes altas de la Sierra de Guadalupe. Sin embargo, el éxito es nulo o no perceptible.

Por lo antes expuesto, para abordar este apartado se tomó como base la metodología propuesta en un caso de estudio del Instituto Nacional de Ecología y el CINVESTAV (INE, 2009), modificado y adaptado a las condiciones del SAR de este proyecto.

IV.3.6.1 Datos a valorar o indicadores ambientales

El establecimiento de la línea base respecto a un proceso o característica de un determinado tipo de ecosistema, se puede hacer bajo dos aproximaciones, la temporal y la espacial. Sin embargo, debido al objetivo y el corto plazo de ejecución de la valoración de los indicadores ambientales, se consideran aquellos factores geomorfológicos, ambientales, hidrológicos, ecológicos y de uso/impacto, por lo que la caracterización partiría de la comparación de variables dentro y entre sitios, de acuerdo a escenarios ambientales similares y diferentes, que inciden actualmente y en forma directa dentro del SAR y que afectan la funcionalidad ecológica.

Variables:

- Abundancia
- Índice de valor de importancia
- Diversidad de los ecosistemas

Nota: Los datos fueron obtenidos de los muestreos de flora del polígono y sistema ambiental regional (Anexo 4-2).

Con las variables antes expuestas se determina el estado de conservación de los ecosistemas vegetales en dos categorías: alterado o conservado.

IV.3.6.2 Definición:

Ecosistema alterado. Es el ecosistema degradado, que ha perdido la capacidad de regenerarse en forma natural, afectando la diversidad y riqueza de especies, convirtiéndose en monoespecíficas. En el caso particular de este estudio se utilizó el índice de diversidad de Simpson y de Shannon y Wiener, para determinar la diversidad y abundancia de especies.

Ecosistema moderadamente conservado. Es aquel ecosistema que ha perdido ciertos atributos ambientales, pero aún conserva una media diversidad y riqueza de especies, así como mantiene en cierta manera su capacidad de resiliencia ambiental. En este sentido, al igual se utilizó índice de diversidad de Simpson y de Shannon y Wiener para determinar la diversidad y abundancia de especies, así como el índice de valor de importancia.

Ecosistema conservado. Es aquel ecosistema que todavía conserva una alta diversidad y riqueza de especies, así como mantiene su capacidad de resiliencia ambiental. En este sentido, al igual se utilizó índice de diversidad de Simpson y de Shannon y Wiener para determinar la diversidad y abundancia de especies, así como el índice de valor de importancia.

IV.3.6.3 Resultados

Sistema Ambiental Regional

En las partes altas de los cerros y barrancas se pueden encontrar todavía ecosistemas medianamente conservados de matorral crasicaule y algunos matorrales secundarios de pino y encino, que todavía mantienen en forma disminuida su funcionalidad ecológica, por las afectaciones de las actividades humanas (Figura IV.25).

Los sitios de muestreo dentro del SAR demostraron que la diversidad ambiental es baja según el índice de Simpson, con un valor promedio de Diversidad de 0.8155 y un valor en promedio de H' de 1.948.

El índice de valor de importancia determinó que en el SAR las especies de *Painteria leptophylla* (28.29) y *Opuntia streptacantha* (35.06) son las que obtuvieron los valores más altos, con una alta dominancia.

En los sitios de muestreo 3 y 4 se encontraron especies indicadoras de conservación como es el *Dasyllirion acrotiche* y *Mammillaria rhodantha* sps. *Rhodantha*. La primera es una especie endémica y con estatus de amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010, por lo que es importante la conservación de estos ecosistemas.



Figura IV.25. Panorámica del sistema ambiental regional, observándose que solo las partes cerriles mantienen de cierta manera vegetación natural y las zonas bajas (piedemontes y planicies) son usadas para las actividades agrícolas de temporal y permanente.

Polígono de afectación directa. El polígono donde se construirá el proyecto es un predio agrícola, con baja diversidad de especies (0.5337) y alta dominancia (0.4663), caracterizada por la presencia del género *Opuntia* y *Agave*, lo que determina la baja riqueza existente. Por otra parte, existe un constante pastoreo libre de ganado ovino y caprino (Figura IV.26).



Figura IV.26. Polígono donde se construirá la Central EVM II, observándose el pastoreo de ganado ovino, especies arbóreas de *Schinus molle* y en el estrato arbustivo *Opuntia albicarpa*, *O. megacantha* y *Agave salmiana*.

Como se mencionó en el apartado de diversidad, los resultados obtenidos de la riqueza de especies sugieren que se trata de ambientes con altos niveles de perturbación y manejo humano que favorecen la presencia de pirul (*Schinus molle*), tunas cultivadas (*Opuntia albicarpa*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*) y agave pulquero (*Agave salmiana*), especialmente en el polígono donde se construirá la Central. La importancia de estas asociaciones se limita al plano económico y social.

En conclusión, no existen áreas conservadas. Las partes altas del SAR se pueden catalogar como moderadamente conservadas, incluyendo aquellas áreas de difícil acceso, como son las partes medias o con pendientes mayores a 15 grados, En las partes bajas se realizan actividades agrícolas permanentes o de temporal, manteniendo una conservación baja a nula, debido a que la mayor parte de los ecosistemas naturales fueron eliminados y sustituidos por especies de importancia económica como son los géneros *Opuntia*, *Agave*, *Schinus molles*, entre otros.

IV.3.7 Fauna

Las poblaciones de fauna son un recurso natural invaluable. El estado de estas poblaciones es un indicador de las condiciones ambientales de una determinada región; por esta razón, se eligió a los vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) como el grupo faunístico modelo de la calidad ambiental del área de estudio, dado a que representan a un grupo conocido bien taxonómicamente, y poseen características que facilitan el cumplimiento para la evaluación de la fauna silvestre.

La metodología utilizada para elaborar el apartado de fauna se hizo en tres etapas (Anexo 4-4 Metodología para la elaboración del apartado de fauna):

Primera etapa. Se consultaron las publicaciones y bases de datos relacionadas con la fauna de la región con la finalidad de obtener un listado preliminar de especies existentes en el SAR. Sin embargo, para el SAR no existen referencias sobre estudios particulares de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos), por lo que se emplearon como base para elaborar el listado preliminar los trabajos generales que existen para el estado de México e Hidalgo. Los estudios indican que para el Estado de México existen registros de 51 especies de anfibios (Aguilar y Casas-Andreu 2009), 93 de reptiles (Aguilar y Casas-Andreu 2009), 495 de aves (de Sucre et al 2009) y 118 mamíferos (Ceballos *et al.* 2009) (Anexo 4-5 Listado Faunístico **EVM II**). Una vez elaborada la lista de especies con potencial distribución, para cada una de ellas se cotejaron su estatus de protección de acuerdo con la NOM-O59-SEMARNAT-2010.

Segunda etapa. Con el fin de conocer las especies que realmente se distribuyen en el Sistema Ambiental Regional (SAR), se llevó a cabo el trabajo de campo que consistió en muestreos directos e indirectos de la fauna. Debido a las diferencias de hábitos, movilidad y requerimientos ecológicos, cada grupo de vertebrado precisó de una metodología propia para ser detectado; ésta se describe en el Anexo 1. Ya que el área del polígono de estudio posee un mismo tipo de comunidad vegetal, se decidió muestrear el sitio donde se llevará a cabo el

proyecto y siete puntos que fueron ubicados en las zonas mejor conservadas de la zona. El trabajo de campo se llevó a cabo del 3 al 5 de abril de 2017.

Tercera etapa. En esta etapa se analizó y procesó la información obtenida en el campo, la cual fue complementada con la literatura correspondiente. De esta manera se integró el listado de las especies presentes en la SAR, se evaluó la abundancia relativa de las poblaciones de cada especie, se analizó el estado de conservación de las especies presentes y la importancia que este recurso tiene para los pobladores que viven cerca de donde se llevará a cabo el proyecto.

IV.3.7.1 Caracterización de los puntos de muestreo. La zona de estudio se localiza en un área donde todos los ecosistemas originales han sido alterados, y actualmente solo se encuentran algunos elementos aislados de estas comunidades (matorral crasicuale) en zonas no aptas para la agricultura, como son las cañadas y cerros. Debido a que la fauna emplea a la vegetación como la variable más importante de su hábitat, se consideró éste como criterio para elegir los puntos de verificación de la presencia de fauna, ya que en el SAR solo se reconoció un tipo de vegetación original, además de los cultivos de avena y nopal. Con base en esta situación, la información de la fauna se obtuvo en ocho sitios que fueron identificados como representativos de la zona de estudio, incluyendo el sitio del proyecto (Figura IV.27). La información más relevante de cada uno de los ocho puntos de muestreo (PM) es descrita a continuación.

PM1 (X: 534481, Y: 2184461).- Área que corresponde al polígono del proyecto y se caracteriza por ser plana, donde se encuentra un cultivo de nopal (*Opuntia* sp), y áreas descubiertas donde se siembra avena (*Avena* sp.). Estos campos están bordeados por árboles de pirul (*Schinus molle*) y agave pulquero (*Agave salmiana*) como principales elementos. Asimismo, el área es usada como sitio de pastoreo por ovejas y equinos.

PM2 (X: 536297, Y: 2185526).- Este sitio corresponde a la ladera de un cerro. Es un área inclinada, en la que, al igual que en el sitio anterior, se cultivan nopales, avena y los terrenos están bordeados por árboles de pirul y magueyes pulqueros. El área es igualmente usada como sitio de pastoreo por ganado ovino y equino.

PM3 (X: 538835, Y: 2179691). - Ubicado en la cima de una loma al W del pueblo de Xala, es un pequeño manchón donde se desarrolla un matorral crasicuale, el cual fue recién quemado. Se encuentran algunos árboles de pirul y de eucalipto (*Eucalyptus globulus*). El sitio está bordeado por campos de cultivo de avena y casas-habitación. Parte del área ha sido explotada como mina de tezontle. Cerca del área se localiza una poza de aguas residuales.

PM4 (X: 537976, Y: 2179010)- Ladera NE de un cerro al S del pueblo de Jaltepec, por lo que es una zona inclinada donde se cultiva en terrazas maíz y avena. En las cañadas y límites de los terrenos de cultivo se localizan árboles de encino (*Quercus* sp.), tepozanes (*Buddleia* sp.), tejocote (*Crataegus* sp.), yucas (*Yucca* sp.), magueyes (*Agave* sp.), nopales (*Opuntia* sp.), así como algunos arbustos y gramíneas.

PM5 (X: 530543, Y: 2180090).- Ladera N de un cerro al SE de Jaltepec, que se caracteriza por usarse como sitios de cultivo en terrazas, de frijol, maíz y avena. En la parte más alta se observa un bosque de encino con yucas y Juniperus (*Juniperus* sp.). Los terrenos de cultivo están bordeados por encinos, yucas, magueyes, nopales y tepozanes.

PM 6 (X: 534250, Y: 2182617).- Se localiza en una parte alta de una loma donde se siembra avena. Los terrenos están bordeados por matorral crasicaule con nopales, magueyes, pirul, tepozanes y mezquites (*Prosopis* sp.). En los bordes de los terrenos también se observan amontonamientos de rocas.

PM 7 (X: 530091, Y: 2180381).- Ladera NE de un cerro, al igual que en los sitios anteriores, en éste se cultiva avena y nopales en las partes planas, mientras que hacia la ladera del cerro dominan los cultivos en terrazas con nopaleras. Los terrenos limitados por árboles de pirul y tepozanes, magueyes y nopales. La zona es usada además como sitio de pastoreo.

PM 8 (X: 521643, Y: 2183408).- Ladera E de Cerro Gordo, se caracteriza por ser un terreno inclinado donde se cultiva nopal. El terreno en partes es pedregoso y existen áreas abiertas de pastizal donde se practica el pastoreo. Existe cerca del sitio una poza de agua bordeada por pirúes y tepozanes.

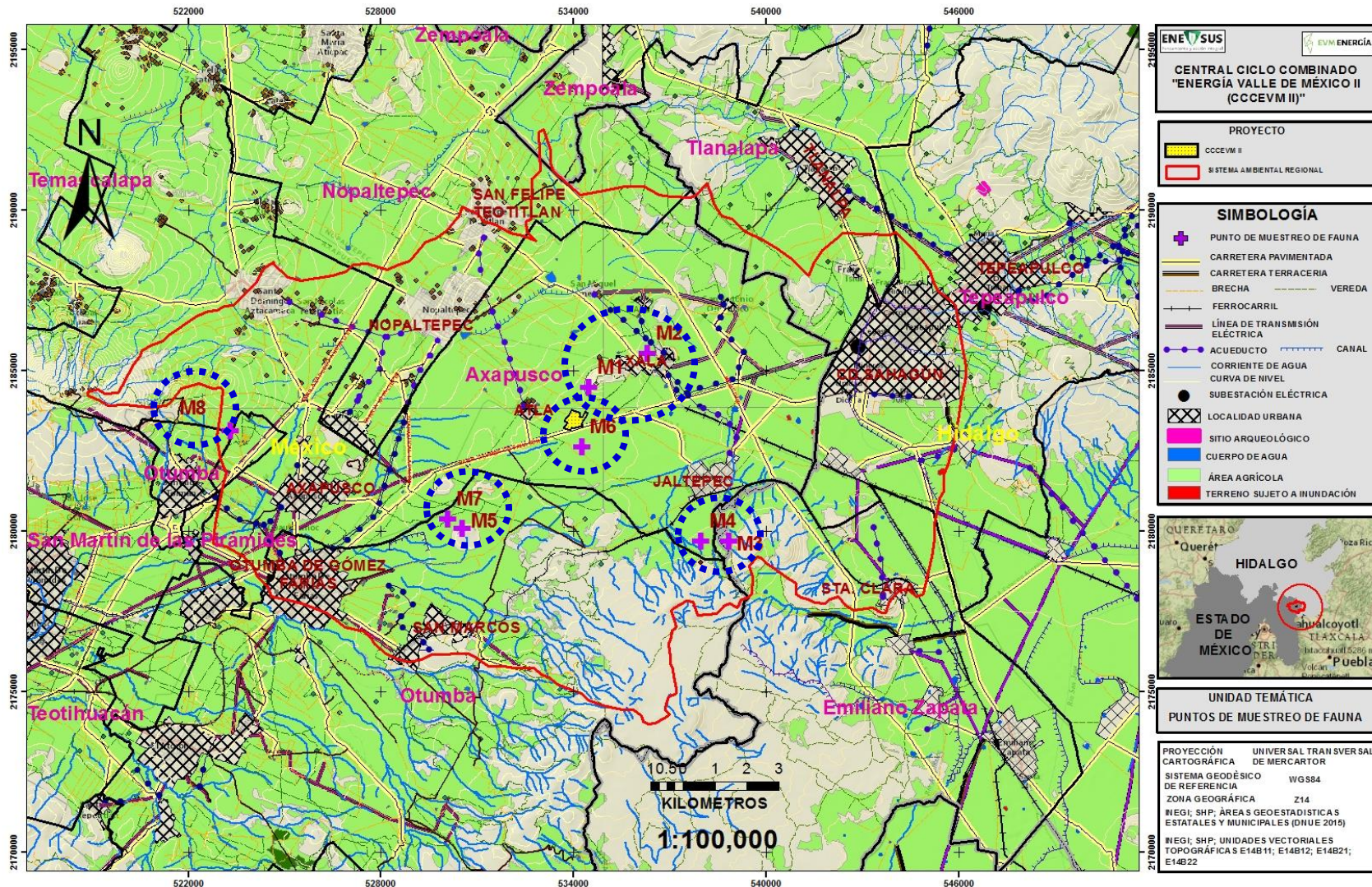


Figura IV.27. Sitios de muestreo de fauna en el Sistema Ambiental Regional de la Central EVM II

IV.3.7.2 Composición de la fauna.

Durante el trabajo de campo fueron registradas 63 especies de vertebrados, tres de anfibios, nueve de reptiles, 33 de aves y 18 de mamíferos (Tabla IV.8). El número de especies registradas durante la visita de exploración respecto a las esperadas varió entre un 29% (aves) hasta un 75% (reptiles) (Figura IV.28 y IV.29).. El número más bajo correspondió a las aves, lo que puede explicarse en función de que 57 de ellas son migratorias. Otra variable que afectó los resultados del muestreo correspondió a la época del año en que se llevó a cabo la visita al campo. Como se sabe, muchas especies de anfibios, reptiles y mamíferos de zonas áridas tienen periodos de inactividad durante las épocas menos benignas del año, debido a las bajas temperaturas, falta de alimento, ausencia de lluvia o cuerpos de agua. Por esta razón el número de especies registradas y los bajos números de algunas de ellas son indicio de este fenómeno. Sin duda, también lo deteriorado del ambiente es un factor que afectó el bajo número de especies y en otros casos la baja representatividad de ellas.

Tabla IV.8. Listado de especies de vertebrados registradas en cada uno de los ocho puntos de muestreo que se ubicaron en el SAR.

Clase/Familia	Nombre Científico	Sitios de muestreo de fauna							
		1	2	3	4	5	6	7	8
AMPHIBIA									
Scaphiopidae	<i>Spea multiplicata</i>								
Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>								
	<i>Rana montezumae</i>								
REPTILIA									
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>								
	<i>Sceloporus grammicus</i>								
	<i>Sceloporus spinosus</i>								
	<i>Sceloporus torquatus</i>								
Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>								
Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>								
	<i>Salvadora bairdi</i>								
	<i>Thamnophis eques</i>								
Viperidae	<i>Crotalus rarus</i>								
AVES									
Odotophoridae	<i>Colinus virginianus</i>								
Columbidae	<i>Columbina inca</i>								
	<i>Zenaida asiatica</i>								
	<i>Zenaida macroura</i>								
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>								
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>								
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>								
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	✓	✓						
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	✓	✓				✓	✓	
Tyrannidae	<i>Empidonax sp.</i>							✓	

Tabla IV.8 Cont. Listado de especies de vertebrados registradas en cada uno de los ocho puntos de muestreo que se ubicaron en el SAR.

Clase/Familia	Nombre Científico	Sitios de muestreo de fauna							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>								
	<i>Tyrannus vociferans</i>								
Corvidae	<i>Corvus corax</i>								
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>								
	<i>Hirundo rustica</i>								
Trogloditidae	<i>Thryomanes bewickii</i>								
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>								
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>								
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostrae</i>								
	<i>Mimus poliglottos</i>								
Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>								
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>								
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>								
Parulidae	<i>Setophaga sp.</i>								
	<i>Cardellina pusilla</i>								
Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>								
	<i>Chondestes grammacus</i>								
	<i>Passerculus sandwichensis</i>								
	<i>Spizella</i>								
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>								
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>								
	<i>Molothrus aeneus</i>								
	<i>Icterus cucullatus</i>								
MAMMALIA									
Didelphidae	<i>Didelphis virginianus</i>								
Dasypodidae	<i>Dasyurus novemcinctus</i>								
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>								
	<i>Sylvilagus audubonii</i>								
	<i>Sylvilagus floridanus</i>								
Chiroptera	<i>Choeronycteris mexicana</i>								
	<i>Myotis sp.</i>								
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>								
Mustelidae	<i>Spilogale angustifrons</i>								
	<i>Taxidea taxus</i>								
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>								
Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>								
Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>								
Muridae	<i>Peromyscus difficilis</i>								
	<i>Peromyscus gratus</i>								
	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>								
	<i>Reithrodontomys megalotis</i>								
	<i>Sigmodon hispidus</i>								

El arreglo taxonómico de las especies de anfibios y reptiles es el de Bautista-Ramírez et al. (2009), mientras que los cambios nomenclaturales se hicieron con base en las páginas www.amphibiaweb.org y www.reptile-database.org. Para las aves se siguieron las recomendaciones de la AOU (American Ornithological Union), expuestas en la página www.americanornithology.org, mientras que para los mamíferos se siguió a Ceballos y Arroyo-Cabrales (2012).

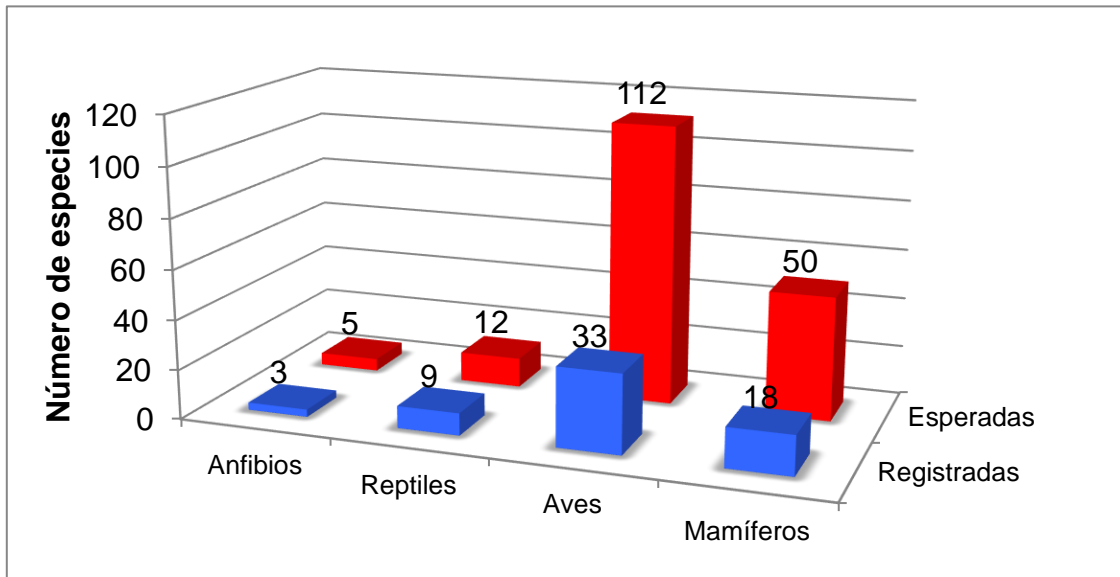


Figura IV.28. Comparación entre la especies de vertebrados esperados y registrados durante el trabajo de campo en el SAR. En cada barra se indica el número de especies.

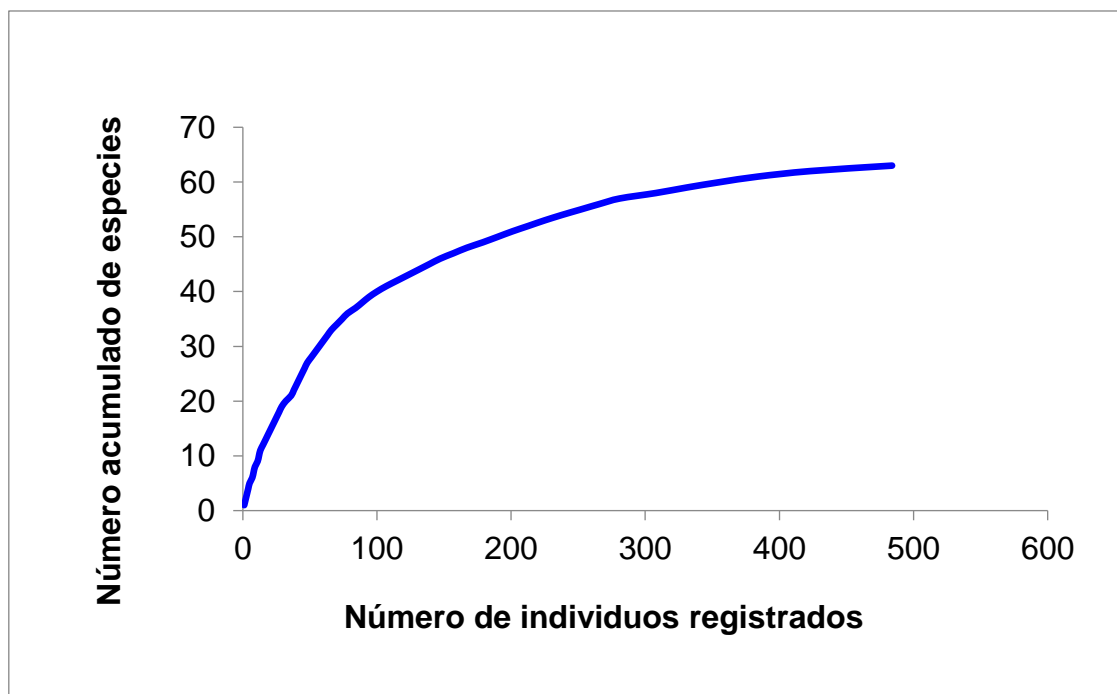


Figura IV.29. Curva de acumulación de especies de vertebrados con base en las observaciones hechas en campo en el Sistema Ambiental Regional.

IV.3.7.3 Abundancia de la fauna.

En total se obtuvieron registros de 489 vertebrados, cuatro fueron anfibios, 17 reptiles, 337 aves y 131 mamíferos (Tabla IV.9). Como puede verse en la figura IV.30, la abundancia no estuvo distribuida de manera uniforme en todas las especies, ya que unas cuantas concentraron la mayoría de los individuos, mientras que 39 estuvieron representadas por 5 o menos registros. La experiencia de diferentes estudios indica que cuando unas especies concentran la mayoría de los individuos en una comunidad, mientras que la mayoría son raras, se trata de un ambiente bajo perturbación (Moreno 2000). Estos resultados coinciden con lo observado durante el trabajo de campo, pues se trata de un área dedicada a la agricultura y solo en los cerros se observan elementos vegetales de la antigua comunidad original, los que sirven de refugio a unas cuantas especies, pero con poblaciones con una densidad muy baja.

Como ejemplo de lo expresado anteriormente, se puede mencionar que las especies con mayores abundancias en el SAR corresponden a taxa que se han visto favorecidas por las actividades humanas y que son antropófilas y comunes en el Valle de México (Berlanga *et al.* 2012). Entre estas se encuentran el gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*), el rascador (*Melospiza fusca*), la golondrina (*Hirundo rustica*), el zanate (*Quiscalus mexicanus*) Berlanga *et al.* 2012) y, entre los mamíferos, podemos mencionar al ardillón (*Otospermophilus variegatus*) (Valdéz-Alarcón & Ceballos 2014). Mención especial requiere el ratón *Peromyscus difficilis*, especie que solo se encontró en dos sitios y que como se sabe es una especie abundante localmente (Pulido-Flores *et al.* 2013), mas no significa que sea antropófila, como es el caso de las otras especies.

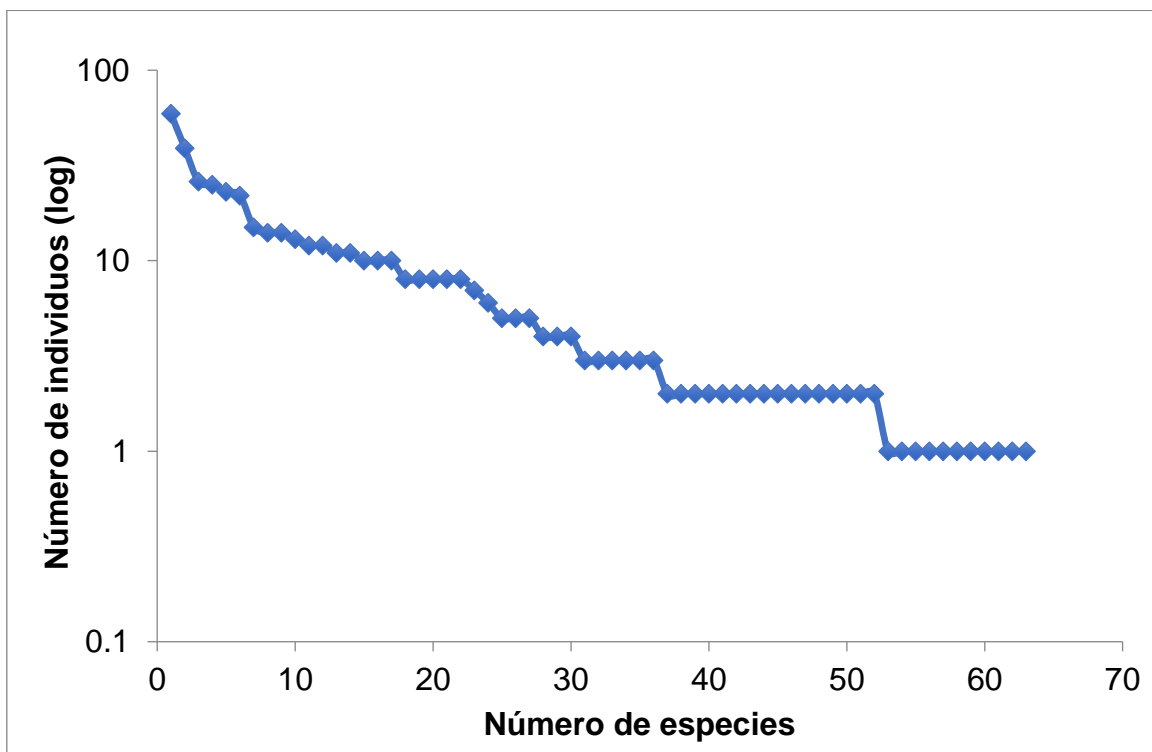


Figura IV.30 Distribución de la abundancia total de 63 especies de vertebrados registrados en el SAR.

IV.3.8 Abundancia relativa

Con base en el criterio establecido de abundancia relativa, se encontró que en el SAR hay 31 especies raras, 22 comunes y siete abundantes (Tabla IV.9). Las tres especies de anfibios y ocho de las nueve de reptiles resultaron ser raras, resultado que era de esperar debido a la dependencia de este grupo por una mayor temperatura y cuerpos de agua, variables que durante la visita al SAR no estaban presentes. En cuanto a los otros grupos de vertebrados, dos especies de aves y cinco de mamíferos resultaron ser abundantes. Dentro de las aves están el gorrión mexicano (*H. mexicanus*) y el rascador (*M. fusca*), especies que se han visto favorecidas por las actividades humanas y ambas resultan ser comunes en poblados (Berlanga *et al.* 2012), mientras que entre los mamíferos están el ardillón (*O. variegatus*), el cacomixtle (*B. astutus*), el ratón (*P. difficilis*) y la zorra (*U. cinereoargenteus*), que con excepción del ratón, las demás especies también se han visto favorecidas por las actividades antrópicas, de manera que su abundancia en un sitio perturbado era de esperar (Ceballos & Nava-Vargas, 2014; Servín & Chacón 2014; Valdez-Alarcón & Ceballos, 2014).

Tabla IV.9 Abundancia total y relativa de las especies de vertebrados registradas en ocho puntos de muestreo en el SAR.

Clase/Familia	Nombre Científico	Abundancia total	Abundancia relativa
AMPHIBIA			
Scaphiropidae	<i>Spea multiplicata</i>	1	R
Hylidae	<i>Hyla arenicolor</i>	1	R
	<i>Rana montezumae</i>	2	R
REPTILIA			
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	2	R
	<i>Sceloporus grammicus</i>	4	C
	<i>Sceloporus spinosus</i>	2	R
	<i>Sceloporus torquatus</i>	1	R
Teiidae	<i>Aspidoscelis gularis</i>	2	R
Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	2	R
	<i>Salvadora bairdi</i>	1	R
	<i>Thamnophis eques</i>	2	R
Viperidae	<i>Crotalus ravus</i>	1	R
AVES			
Odotophoridae	<i>Colinus virginianus</i>	2	R
Columbidae	<i>Columbina inca</i>	15	C
	<i>Zenaida asiatica</i>	13	C
	<i>Zenaida macroura</i>	10	C
Cuculidae	<i>Geococcyx californianus</i>	2	R
Trochilidae	<i>Amazilia beryllina</i>	1	R
Charadriidae	<i>Charadrius vociferus</i>	4	R
Cathartidae	<i>Coragyps atratus</i>	3	R
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	6	C
Tyrannidae	<i>Empidonax sp.</i>	2	R
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	11	C

A- abundante

C- común

R- rara

Tabla IV.9 Cont. Abundancia total y relativa de las especies de vertebrados registradas en ocho puntos de muestreo en el SAR.

Clase/Familia	Nombre Científico	Abundancia total	Abundancia relativa
	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	11	C
	<i>Tyrannus vociferans</i>	14	C
Corvidae	<i>Corvus corax</i>	5	R
Hirundinidae	<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	7	R
	<i>Hirundo rustica</i>	25	C
Trogloditidae	<i>Thryomanes bewickii</i>	11	C
Poliptilidae	<i>Poliptila caerulea</i>	10	C
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	3	R
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostrae</i>	3	R
	<i>Mimus poliglottos</i>	8	C
Ptilonotidae	<i>Phainopepla nitens</i>	8	C
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	8	C
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	59	A
Parulidae	<i>Setophaga sp.</i>	3	R
	<i>Cardellina pusilla</i>	12	C
Emberizidae	<i>Melospiza fusca</i>	31	A
	<i>Chondestes grammacus</i>	1	R
	<i>Passerculus sandwichensis</i>	12	C
	<i>Spizella</i>	12	C
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	4	R
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	23	C
	<i>Molothrus aeneus</i>	3	R
	<i>Icterus cucullatus</i>	2	R
MAMMALIA			
Didelphidae	<i>Didelphis virginianus</i>	3	C
Dasypodidae	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	2	R
Leporidae	<i>Lepus californicus</i>	5	C
	<i>Sylvilagus audubonii</i>	3	C
	<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	R
Chiroptera	<i>Choeronycteris mexicana</i>	1	R
	<i>Myotis sp.</i>	1	R
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	8	A
Mustelidae	<i>Spilogale angustifrons</i>	2	R
	<i>Taxidea taxus</i>	4	C
Procyonidae	<i>Bassariscus astutus</i>	8	A
Sciuridae	<i>Otospermophilus variegatus</i>	27	A
Geomyidae	<i>Cratogeomys merriami</i>	14	A
Muridae	<i>Peromyscus difficilis</i>	39	A
	<i>Peromyscus gratus</i>	6	C
	<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	2	R
	<i>Reithrodontomys megalotis</i>	2	R
	<i>Sigmodon hispidus</i>	2	R

B- abundante

C- común

R- rara

IV.3.9. Diversidad biológica

La estimación de la diversidad alfa, beta y gamma para el SAR se presenta a continuación. Para la diversidad alfa se empleó el índice de diversidad de Shannon (H') y el de equitatividad de Pielou (J) (Tabla IV.10). Ambos mostraron que las zonas más diversas corresponden a los puntos de muestreo Cerro del Lago y Cerro Gordo. Fueron estos lugares donde se encontró también el mayor número de especies, y en el caso de Cerro Gordo el único donde se observaron las tres especies de anfibios registradas y siete de las nueve especies de reptiles.

Tabla IV.10 Riqueza de especies y diversidad ecológica de vertebrados del muestreo.

	Puntos de Muestreo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Anfibios								3
Reptiles		5		1	1		2	7
Aves	16	25	10	7	4	3	11	22
Mamíferos	5	10	3	5	7	9	6	14
H	2.29	3.05	2.17	2.17	2.5	1.78	2.64	3.31
J	0.75	0.82	0.84	0.90	0.97	0.71	0.89	0.86

Con relación a la diversidad beta, que se entiende como desplazamiento o recambio de especies entre hábitat (Moreno 2000), se debe establecer que el SAR puede considerarse un solo tipo de ambiente dominado por matorral crasicaule. De esta manera, en el presente estudio se consideraron los ocho puntos de muestreo entre los cuales se estimó el coeficiente de similitud de Jaccard, el cual puede interpretarse como una medida inversa de la diversidad beta (Moreno 2000). De acuerdo con los resultados obtenidos (Tabla IV.11, Figura IV.31) se puede observar que, no obstante que el área representa una unidad ambiental, la similitud es baja entre los sitios de muestro, y ningún par de puntos puede considerarse como similar (Sánchez-Herrera y López-Ortega 1988). Esto se puede interpretar como espacios con poco intercambio de especies, sin duda resultado de lo fragmentado y deteriorado del ambiente, hecho que somete a un aislamiento a las diferentes poblaciones.

Tabla IV.11 Matriz de similitud de Jaccard generada con base en ocho puntos de muestreo. Los números en la diagonal indican el número de especies de cada punto de muestreo, las celdas de arriba de la diagonal el número de especies compartidas y las de abajo el coeficiente de similitud.

Puntos de Muestreo	Puntos de Muestreo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	21	16	4	3	6	7	11	17
2	35.55	40	7	3	8	8	14	31
3	13.33	15.21	13	3	4	3	7	12
4	10.71	6.38	15	10	4	4	3	7
5	22.22	18.18	19.05	22.22	12	6	7	10
6	26.92	18.18	13.64	22.22	33.3	12	7	11
7	37.39	31.11	28	11.54	29.2	29.17	19	16
8	32.69	54.38	24.49	13.73	20	22.45	31.37	48

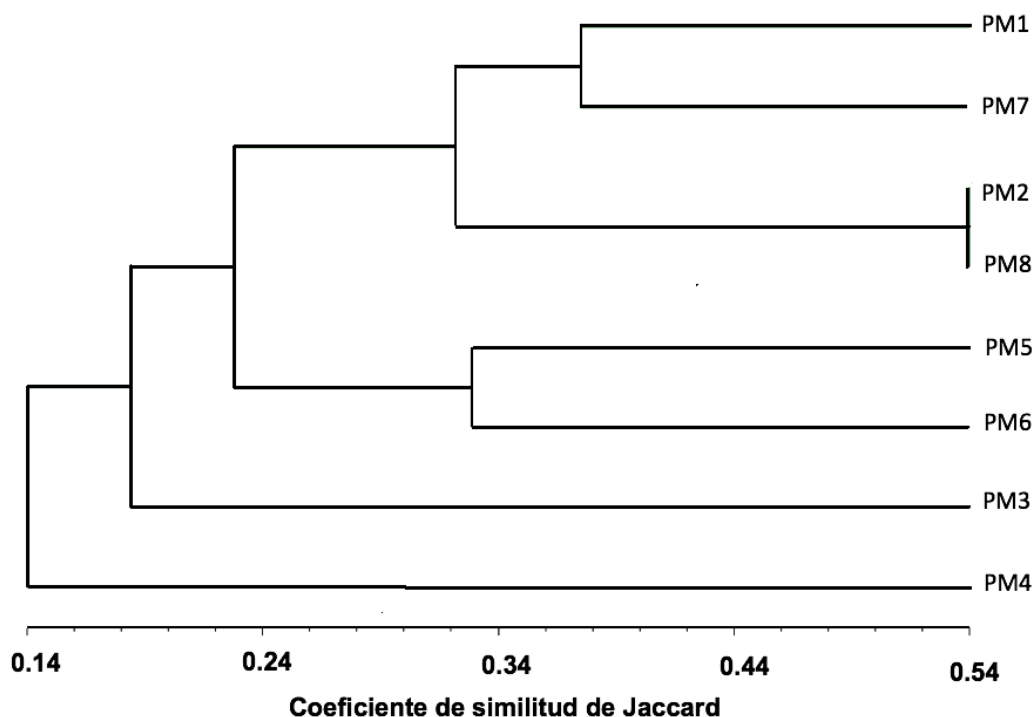


Figura IV.31. Dendrograma generado con base en la matriz de similitud de Jaccard, por medio del algoritmo UPGMA (Método de agrupamiento de pares con media aritmética no ponderada).

De acuerdo con el modelo aditivo propuesto por Lande (1996) y argumentado por Loreau (2000), con base en la riqueza de especies, en el SAR se encontró que la diversidad beta aportó el 62.86% a la diversidad gamma del paisaje (Tabla IV.12). Este resultado indica que la tasa de recambio de especies entre los puntos de muestreo es elevada, es decir, el número de especies compartidas es bajo. Esto como resultado de lo deteriorado del ambiente, en consecuencia, las poblaciones de las especies se encuentran aisladas.

Tabla IV.12 Partición aditiva de la diversidad estimada con base en la riqueza de especies aplicada a ocho puntos de muestreo de un mismo paisaje.

Diversidad	Paisaje Analizado	Aporte de cada componente (%)
Componente alfa	22.00	37.14
Componente Beta	37.23	62.86
Gamma	59.23	100.00

IV.3.10. Endemismo

La riqueza biológica de un lugar se debe no solo al número de especies y abundancia de cada una de ellas, que se distribuyen en ese momento particular; además se debe considerar a las especies con distribución restringida a una región o país, las llamadas especies endémicas. En el SAR no fueron registradas especies endémicas de aves, que representan al grupo más abundantes. En cambio, del grupo de los anfibios se registró a *Rana montezumae* y entre los reptiles se encontró que siete de las nuevas especies registradas son endémicas (*P. orbiculare*, *S. spinosus*, *S. mucronatus*, *S. torquatus*, *A. gularis*, *P. deppei*, *C. ravus*). Entre los mamíferos se encuentra la tuza (*Cratogeomys merriami*) como la única especie endémica del grupo. Estos resultados no son la excepción, sino que por el contrario, representan la regla en estos grupos. Es bien sabido que esto es resultado de diferentes procesos de especiación a consecuencia de la restringida vagilidad (capacidad de distribuirse o dispersarse) de estos organismos, a su dependencia de factores como la temperatura y la humedad y diferentes fenómenos históricos que han favorecido tal diversificación en nuestro país (Parra-Olea *et al.* 2014; Flores-Villela & García-Vázquez, 2014).

IV.3.11. Especies en estatus de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies registradas en el SAR, nueve se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas, tres están sujetas a protección especial y las otras están clasificadas como amenazadas (Tabla IV.13).

Tabla IV.13 Especies de fauna en categoría de riesgo registrada en el SAR.

Especie	Endemismos	Estatus
<i>Rana montezumae</i>	Endémica	Pr
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Endémica	A
<i>Sceloporus grammicus</i>	No endémica	Pr
<i>Pituophis deppei</i>	Endémica	A
<i>Salvadora bairdi</i>	Endémica	Pr
<i>Thamnophis eques</i>	No endémica	A
<i>Crotalus ravus</i>	Endémica	A
<i>Choeronycteris mexicana</i>	No endémica	A
<i>Taxidea taxus</i>	No endémica	A

A = amenazada, Pr = sujeta a protección especial

Todas las especies con categoría de riesgo tienen amplia distribución en México. Aunque no estuvieron representadas en números altos durante el muestreo, ninguna se encontró en el sitio donde se llevará a cabo el proyecto. Respecto a los anfibios y reptiles su bajo número posiblemente esté relacionado con la presencia de condiciones no idóneas para ellos, pues los primeros requieren de cuerpos de agua, mismos que en la zona de estudio son escasos, además que fue temporada seca cuando se visitó el SAR. Mientras que los reptiles son más activos durante la época más cálida del año, la cual apenas inicia. Mención especial merece la lagartija de mezquite (*S. grammicus*), pues se trata de una especie con amplia distribución y es común observarla en los centros urbanos como la Cd. de México, donde aprovecha las paredes de las casas y jardines arboles (Ramírez-Bautista *et al.* 2009). Todas ellas, incluyendo a la lagartija de Mezquite se han visto afectadas en el área y suponemos que sus poblaciones han disminuido debido a la conversión de las comunidades originales a terrenos de cultivo.

IV.3.12. Uso de la fauna

En el SAR, debido a lo modificado y deteriorado de los ecosistemas originales y a que los lugareños se dedican principalmente a la agricultura de temporal y ganadería extensiva de ovinos, la necesidad de proteína de fuentes silvestres es mínima. Aunque sí se observa en el campo evidencia de caería furtiva, lo que indica que ocasionalmente aprovechan a la fauna silvestre, y el uso se restringe cuando en sus actividades diarias encuentran accidentalmente conejos (*S. floridanus*, *S. auduboni*) y palomas (*Zenaida asiatica* y *Z. macroura*). De los diversos beneficios que aporta la fauna silvestre, ninguno otro es referido llevarse a cabo en el SAR por los lugareños, lo cual es un reflejo de lo deteriorado del recurso.

Especies de interés cinegético. De acuerdo con las políticas modernas de sustentabilidad de la fauna, el aprovechamiento con fines deportivos está restringido en la mayor parte del territorio nacional y solo es posible practicarlo en áreas específicas conocidas como Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (UMAs), las cuales forman parte del Sistema Nacional de Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre (SUMA). Las UMAs son los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado, y dentro de las cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen, garantizando con ello la viabilidad de las poblaciones de cada especie, proporcionando así alternativas viables de crecimiento a los productores particulares, ejidos y comunidades para obtener beneficios económicos, y al mismo tiempo permitir la reproducción de ejemplares de especies silvestres para incorporarlos a un mercado legal (SEMARNAT, 2005). Hasta el momento, la SEMARNAT no tiene registro de alguna UMA en el SAR.

IV.3.13 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAs)

Las AICAs forman parte de una red nacional de áreas importantes para la conservación de las aves y es resultado conjunto de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y Bird Life Internacional (Benítez *et al.*, 1999).

En el SAR, el AICA más cercana es la C-71, que corresponde a la Subcuenca Tecocomulco, la cual se localiza a más de 30 km con respecto al punto más cercano al SAR en línea recta. Esta AICA forma parte de la Cuenca de México y representa al único cuerpo de agua dulce de la cuenca. Los efectos que el proyecto pueda tener sobre el AICA son prácticamente nulos dada la distancia que los separa y la carencia o escasez de cuerpos de agua permanentes.

IV.3.14 Especies indicadoras de disturbio y especies exóticas

No todas las especies de fauna son afectadas de la misma manera por la alteración al que es sometido su hábitat por las actividades humanas en sus diferentes manifestaciones: apertura de caminos, extracción selectiva de especies vegetales, extracción de leña, pastoreo extensivo, asentamientos humanos, etc. La respuesta de un organismo a cualquier cambio en las condiciones de su hábitat, depende de su capacidad de respuesta. Las especies estenoicas son más sensibles a los cambios de las condiciones, ya que cualquier alteración simplemente llevará a estas a la extirpación o extinción, resultado que depende de la intensidad y frecuencia del disturbio. En cambio, las especies euriecas, debido a su amplia tolerancia y elevada plasticidad ecológica, son capaces de enfrentar estos cambios e incluso

verse favorecidas por el disturbio. De manera que, dependiendo de la respuesta de los organismos a los cambios, se puede reconocer a especies indicadoras de hábitat conservados o bien especies cuyas poblaciones se favorecen por el disturbio (Álvarez Romero *et al.*, 2008).

En el trabajo de campo se puede constatar que todo el SAR está sujeto a disturbio antrópico, y de las diferentes especies observadas es posible reconocer aquellas que han sido favorecidas por la presencia humana y entre las cuales se puede citar al gorrión mexicano (*Haemorrhous mexicanus*), el rascador (*Melozone fusca*), al zanate (*Quiscalus mexicanus*) y el ardillón (*Otospermophilus variegatus*), cuyas poblaciones han aumentado y precisamente corresponden a las especies con mayor número de individuos en la zona.

Otras especies han sido introducidas intencionalmente o se ha favorecido su introducción accidental, y son ajenas a los ecosistemas originales de la región; son las llamadas especies exóticas. Estas generan competencia a las especies nativas, les transmiten enfermedades y en muchos casos llevan a la extinción de las poblaciones locales ecológicamente similares. Dentro de las especies de fauna registradas en la zona de estudio y clasificadas como exóticas se encuentra el gorrión europeo (*Passer domesticus*), que se encuentra asociado a núcleos poblacionales humanos.

La presencia de esta fauna exótica es indicadora del grado de deterioro de los ecosistemas naturales y consecuencia de las actividades del intercambio comercial que ocurre en la zona de estudio.

IV.3.15 Índice de Riesgo (IR)

De acuerdo con el valor de IR obtenido para cada una de las 63 especies de vertebrados encontrados en el SAR, seis fueron clasificadas como de alto riesgo, 10 de riesgo medio y 47 se ubicaron de bajo riesgo como se presenta en la figura IV.32 y la tabla IV.14. Ninguna especie fue ubicada en la categoría de riesgo máximo, esto posiblemente sea consecuencia de lo alterado del sistema ambiental y de la extirpación anterior de las poblaciones de especies más sensibles a la perturbación. Lo que indica que las únicas especies que aún permanecen en el área corresponden a los animales que son más tolerantes al disturbio. De las seis especies que fueron clasificadas como de alto riesgo, una corresponde a un anfibio (*R. montezumae*) y cinco a reptiles (*P. orbiculare*, *P. deppei*, *S. bairdi*, *T. eques* y *C. ravus*). No obstante estos resultados, es necesario aclarar que ningún ejemplar de estas especies se encontró en el sitio donde se instalará el proyecto, y que corresponde a un área de cultivos de avena y nopal. Por lo tanto, no existe peligro de aislamiento de individuos o que el proyecto signifique una barrera para los animales, mucho menos que exista un riesgo latente de electrocución, debido a los hábitos de estos animales. Las medidas que se tomen durante la implementación de la obra y funcionamiento de la misma, serán útiles también para otras especies, como son las aves grandes, que usan frecuentemente los postes o tendido eléctrico; tal es el caso de las rapaces diurnas.

Respecto a las especies de medio y bajo riesgo, atención especial merecen las rapaces para evitar su electrocución y las de movilidad limitada, que aunque durante el trabajo no se detectaron en el predio de interés, es posible que por la época de visita no se hayan detectado algunas. No obstante, deben ser reubicadas en sitios cercanos en caso de hallar ejemplares durante la implementación de la obra.

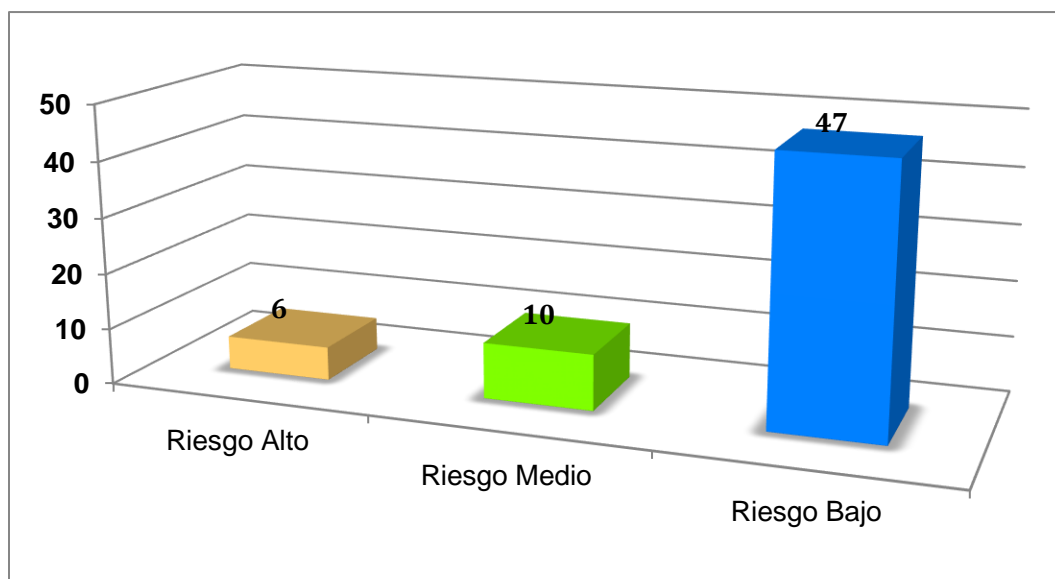


Figura IV.32. Distribución de las categorías de índice de riesgo obtenidas en 63 especies de vertebrados registrados en el área de estudio.

Tabla IV.14. Categorías de índice de riesgo (IR) estimadas para 63 especies de vertebrados registrados durante los trabajos de campo. Se indica en las columnas el nombre científico del vertebrado registrado y los componentes del IR y su aportación respectiva, y en la última columna el valor de IR.

Nombre Científico	Componentes del Índice de Riesgo										IR
	EC	E	GAP	M	EH	EB	FH	TE	ME	BSE	
	0.2	0.2	0.15	0.1	0.1	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	
AMPHIBIA											
<i>Spea multiplicata</i>	0	0	100	100	100	100	33	33	33	100	40.65
<i>Hyla arenicolor</i>	0	0	100	100	100	100	33	33	33	100	40.65
<i>Rana montezumae</i>	50	100	100	100	100	100	33	33	33	100	70.65
REPTILIA											
<i>Phrynosoma orbiculare</i>	75	100	33	100	0	100	33	50	33	66	61.55
<i>Sceloporus grammicus</i>	50	0	33	100	0	100	33	33	33	66	35.7
<i>Sceloporus spinosus</i>	0	100	33	100	0	100	33	33	33	66	45.7
<i>Sceloporus torquatus</i>	0	100	33	100	0	100	33	33	33	66	45.7
<i>Aspidoscelis gularis</i>	0	100	33	100	0	50	33	50	33	66	46.55
<i>Pituophis deppei</i>	75	100	33	100	0	50	33	33	33	100	60.7
<i>Salvadora bairdi</i>	50	100	33	100	0	50	33	100	33	66	56.55
<i>Thamnophis eques</i>	75	50	33	100	0	50	33	100	33	66	51.55
<i>Crotalus ravus</i>	75	100	33	100	0	100	33	100	33	100	61.55
AVES											
<i>Colinus virginianus</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Columbina inca</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Zenaida asiatica</i>	0	0	33	33	0	33	33	50	33	33	17.35
<i>Zenaida macroura</i>	0	0	33	33	0	33	33	50	33	33	17.35
<i>Geococcyx californianus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	66	18.15
<i>Amazilia beryllina</i>	0	50	33	33	0	33	33	33	33	33	26.5

<i>Charadrius vociferus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Coragyps atratus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	66	18.15
<i>Buteo jamaicensis</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	100	100	23.2
<i>Empidonax sp.</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Pyrocephalus rubinus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Tyrannus vociferans</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Corvus corax</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	100	33	19.85
<i>Stelgidopteryx serripennis</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
<i>Hirundo rustica</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
<i>Thryomanes bewickii</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Poliophtila caerulea</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Turdus migratorius</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Toxostoma curvirostrae</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Mimus poliglottos</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Phainopepla nitens</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Passer domesticus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Haemorhous mexicanus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Setophaga sp.</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Cardellina pusilla</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Melospiza fusca</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Chondestes grammacus</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Passerculus sandwichensis</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
<i>Spizella</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
<i>Passerina caerulea</i>	0	0	33	33	0	33	33	33	33	33	16.5
<i>Quiscalus mexicanus</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
<i>Molothrus aeneus</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
<i>Icterus cucullatus</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	33	21.45
MAMMALIA											
<i>Didelphis virginianus</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Dasyus novemcinctus</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Lepus californicus</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Sylvilagus audubonii</i>	0	0	33	50	0	33	33	100	33	33	19.05
<i>Sylvilagus floridanus</i>	0	0	33	50	0	33	33	100	33	33	19.05
<i>Choeronycteris mexicana</i>	75	50	66	33	100	33	33	33	33	33	46.45
<i>Myotis sp.</i>	0	0	66	33	0	33	33	33	33	66	23.1
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Spilogale angustifrons</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Taxidea taxus</i>	75	0	33	50	0	33	33	50	33	33	34.05
<i>Bassariscus astutus</i>	0	0	33	50	0	33	33	50	33	33	19.05
<i>Otospermophilus variegatus</i>	0	0	66	50	0	33	33	50	33	33	24
<i>Cratogeomys merriami</i>	0	100	33	100	100	100	33	50	33	33	47.4
<i>Peromyscus difficilis</i>	0	50	33	100	0	33	33	33	33	33	33.2
<i>Peromyscus gratus</i>	0	50	33	100	0	33	33	33	33	33	33.2
<i>Reithrodontomys fulvescens</i>	0	0	33	100	0	33	33	33	33	33	23.2
<i>Reithrodontomys megalotis</i>	0	0	33	100	0	33	33	33	33	33	23.2
<i>Sigmodon hispidus</i>	0	0	33	100	0	33	33	33	33	33	23.2

EC- estado de conservación E-endemismo GAP-grado de agregación poblacional M-movilidad
 EH-especialista de hábitat/distribución restringida EB-efecto barrera FH-
 fragmentación o pérdida de hábitat TE-trafico de especies ME-mortandad por electrocución
 BSE-señala a las especies benéficas para actividades silvoagropecuarias (B), las catalogadas
 con densidades poblacionales reducidas (S) y las benéficas para la mantención del equilibrio de los
 ecosistemas naturales

En conclusión, el número de especies que habitan el SAR es bajo respecto a la fauna esperada en la región, esto es consecuencia de la destrucción del ecosistema original. Las especies que aún perviven en los cerros alejados de las poblaciones, como es el caso del tlacoyote (*Taxidea taxus*), se trata de especies con mayor capacidad de desplazamiento en comparación con los ratones. No todas las poblaciones de fauna silvestre se ven afectadas por la presencia humana, por ejemplo, se tiene el caso de los gorriones, rascadores, zanate y ardillón, que se han visto favorecidas. Por tal motivo, se concluye que, desde el punto de vista de la fauna, el impacto que causará la ejecución del proyecto será mínimo, tomando en cuenta que el predio destinado para tal fin es un área dedicada a la agricultura de temporal y cultivo de nopales, que no representa ningún ecosistema original.

IV.4 Medio perceptual

El paisaje es la parte perceptible de los ecosistemas, resultado de un sinnúmero de relaciones subyacentes de diferentes tipos entre los elementos físicos, la flora y fauna. Es el recurso natural actualmente más valorado como parte integral del hábitat o escenario cotidiano de la sociedad humana, y lo más importante, es un indicador de todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido durante la historia o están ocurriendo con respecto a procesos naturales y las actividades humanas.

Es precisamente con respecto a las actividades humanas que el paisaje es clara evidencia de la actitud humana hacia el medio ambiente y los recursos naturales a través del tiempo, de las afectaciones por los cambios de suelo, aprovechamientos de los recursos naturales o el valor que le da la sociedad a nuestro entorno.

El paisaje es un concepto que a través del tiempo se ha utilizado con diversos significados como elemento aglutinador de una serie de aspectos característicos del medio físico y la capacidad de asimilación que tiene éste, como resultado de los efectos del desarrollo de un proyecto determinado. También a menudo se percibe como una vista amplia de escenarios o de formas naturales; esta consideración corresponde más al enfoque de la estética o percepción (González-Bernáldez, 1981).

Desde el punto de vista de la ecología, el paisaje representa grandes áreas compuestas por patrones interconectados o repetidos de ecosistemas interdependientes. Aunque la descripción del paisaje encierra la dificultad de encontrar un sistema efectivo para evaluarlo, debido a que las metodologías utilizadas no han podido prescindir de componentes subjetivos, el enfoque ecológico resulta muy útil para generar información acerca de un determinado espacio físico.

En ese sentido, Muñoz-Pedrerros (2004) señala que el paisaje puede estudiarse como indicador ambiental o cultural, pero al aproximarse a los componentes y procesos que ocurren en él, se va arribando a una visión sistémica o ecológica.

Para estimar cualitativamente y cuantitativamente la afectación o la vinculación de un proyecto con el paisaje, existen varios métodos, pues no es lo mismo desarrollar un proyecto en un paisaje alterado, es decir, en un ecosistema cambiado, que en un ecosistema prístino. Para determinar el estado o condición en que se encuentra el paisaje de un ecosistema o región, los métodos empleados pueden ser directos e indirectos.

Los métodos directos conocidos o aceptados son:

- Subjetivo aceptado. Conocido así, por ser el método más aceptado pues es el más simple, a pesar de ser el menos objetivo, pero se acepta por el grado de subjetividad que tiene el paisaje. El resultado puede corresponder a una parcelación del territorio clasificado en categorías de calidad visual; por ejemplo: excelente, muy buena, buena, regular y mala.
- Subjetividad controlada. Es un método que se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que permite establecer cifras comparables en distintas áreas. Las categorías y valores pueden ser: espectacular, soberbio, distinguido, agradable, vulgar y feo. Se realiza con la participación de personal especializado y se utilizan escalas universales para lograr que la valoración subjetiva sea comparable entre sitios distintos.
- Subjetividad compartida. Este método es similar al método de subjetividad aceptada. La valorización es desarrollada por un grupo de profesionales que deben llegar al consenso, con lo cual se eliminan posturas extremas dentro del grupo. En síntesis, se somete a discusión la apreciación estética del paisaje.
- De subjetividad representativa. En este caso, la valoración se realiza por una cierta cantidad de personas que son representativas de la sociedad. Se hace a través de encuestas, lo que permite una ordenación de los paisajes seleccionados.

Los métodos indirectos son:

- Métodos de valoración a través de componentes del paisaje. Se usan las características físicas del paisaje; por ejemplo: la topografía, los usos del suelo, la presencia del agua, etc. Cada unidad se valora en términos de los componentes y después los valores parciales se agregan para obtener un dato final.
- Métodos de valoración a través de categorías estéticas. Cada unidad se valora en función de las categorías estéticas establecidas, agregando o compatibilizando las valoraciones parciales en un valor único. Se utilizan categorías como unidad, variedad, contraste, etc. Su punto central se relaciona con la selección de los componentes a utilizar y con los criterios que los representan.

Para realizar la evaluación del paisaje del Sistema Ambiental Regional (SAR), se aplica el *método de valoración a través de componentes del paisaje*, considerando la parte del concepto de Conesa Fdez-Vítora (1995). Este autor define la estética como “aquello que está relacionado con las características tanto de los objetos observados como las de los seres humanos que los perciben y cuya combinación hace que el objeto sea agradable o desagradable”.

Por lo anterior, para valorar los posibles impactos ambientales de la Central sobre la estética o el paisaje a consecuencia de las actuaciones que se proponen, se considera una de las características propias de los objetos o recursos existentes en el SAR, denominada calidad intrínseca (CI). También se toma en cuenta la percepción de los seres humanos con respecto a dichos objetos o recursos, denominada calidad visual (CV), y una combinación de los dos anteriores, denominada absorción visual (AV), la cual se define como la capacidad del paisaje para acoger actuaciones propuestas sin que se produzcan variaciones en su carácter visual (Transec, S.A., 2009).; es decir, la absorción visual es una combinación de las características intrínsecas y de la calidad visual.

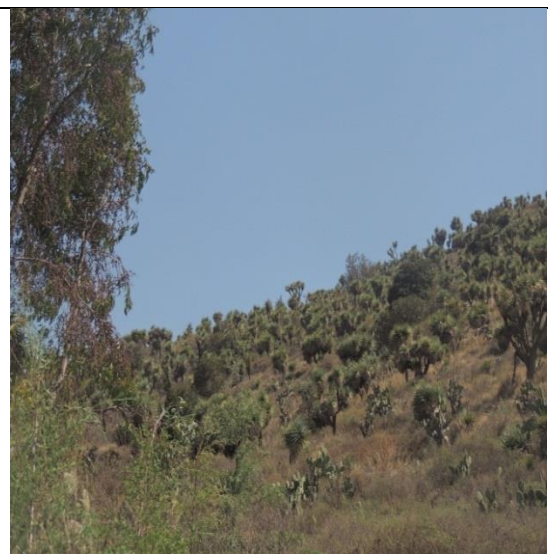
IV.4.1 Calidad Intrínseca (CI)

Vegetación. En el Sistema Ambiental Regional el uso de suelo predominante es el agrícola de temporal, existiendo solo algunos elementos de matorral crasicaule como se observa, especialmente en las zonas de lomeríos y cerros.

De las especies de vegetación más comunes registradas en el SAR cabe mencionar al pirul (*Schinus molle*), el nopal (*Opuntia albicarpa*, *O. megacantha*), el tepozán (*Buddleia cordata*), uña de gato (*Acacia schaffneri*), agave (*Agave salmiana*), cactáceas (*Ferocactus latispinus*, *Mammillaria uncinata*, *Coryphantha radians* y *Mammillaria rhodantha* sp. *rhodantha*), y yucas (*Yucca filifera*). De las especies vegetales observadas y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cabe mencionar a *Dasyllirion acrotiche*, especie endémica, con estatus de amenazada.



Elementos de matorral crasicaule en la planicie del SAR



Comunidad de matorral crasicaule en cerros y lomeríos



Ferocactus latispinus



Mammillaria uncinata

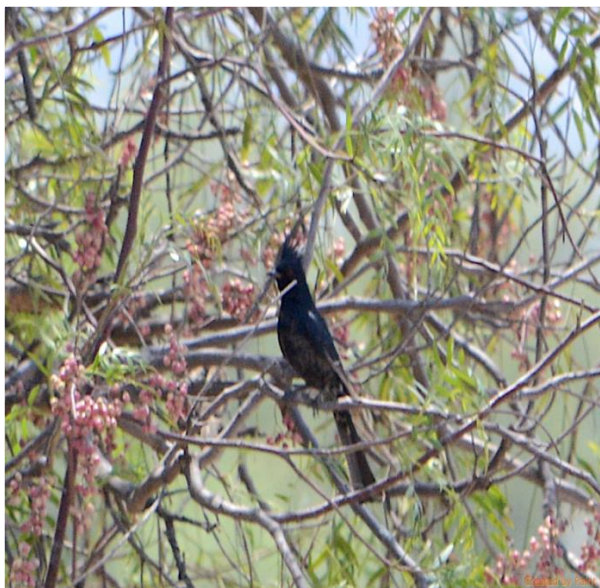


Dasylirion acrotiche, especie endémica, con estatus de Amenazadan

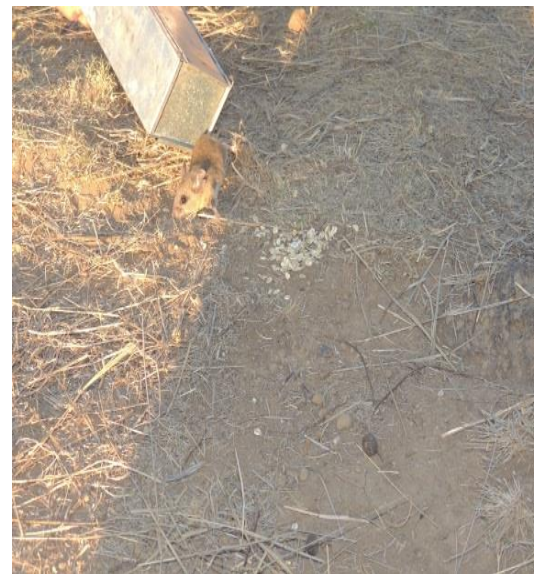


Cactácea (*Mammillaria rhodantha* *sps. rhodantha*)

Fauna.- Debido a la alta repercusión antropocéntrica, en el SAR las poblaciones de vertebrados son poco diversas. De las especies más comunes registradas cabe mencionar las siguientes: lagartija (*Sceloporus grammicus*), cenzontle (*Mimus poliglottos*), cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), palomas (*Zenaida macrura*, *Columbina inca*), correcaminos (*Geococcyx californianus*), gorriones (*Chondestes grammicus*, *Passer domesticus*), ratones (*Peromyscus gratus*, *P. difficilis*), zorrillos (*Spilogale angustifrons*) y conejos (*Sylvilagus audubonii*)



Ave (*Phainopepla nitens*)



Ratón de la roca (*Peromyscus difficilis*)



Tortolita (*Columbina inca*)



Zorrillo enano (*Spilogale angustifrons*)
atropellado sobre carretera estatal



Gorrión Europeo (*Passer domesticus*)



Ardillón (*Otospermophilus variegatus*)



Víbora de cascabel (*Crotalus ravus*)

De las especies de fauna observadas y listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, cabe mencionar a la víbora de cascabel (*Crotalus ravus*)

Agua.- En el SAR no se registran embalses permanentes, solo bordos temporales. En el área cercana al proyecto se registran algunos estanques permanentes de uso privado.



Vista de un estanque privado en la comunidad de Xala

Ecosistemas únicos. El SAR es una región antropizada como consecuencia de las actividades agrícolas, industriales y urbanas; sin embargo, existen algunos relictos de zonas que se les ha decreto como zonas protegidas; tal es el caso del Área Natural Protegida (ANP) Estatal Cerro Gordo.



Vista del ANP Estatal Cerro Gordo

IV.4.2 Calidad visual (CV)

Asentamientos humanos.- En el sistema ambiental se reportan algunos asentamientos humanos, tales como Santiago Tolman, San Martín de las Pirámides, San Sebastián Xala, Otumba de Gómez Farías, Nopaltepec, Axapusco, San Felipe Ometusco, Fray Bernardino de Sahagún y Tepeapulco.



Vista de algunas comunidades asentadas en el Sistema Ambiental Regional

Vías de comunicación.- Dentro del SAR existen caminos y carreteras estatales que comunican entre sí a las diversas poblaciones que se asientan en el SAR. Tal es el caso de Axapusco, San Martín de las Pirámides, San Sebastián Xala, Otumba de Gómez Farías, Nopaltepec, San Felipe Ometusco, Fray Bernardino de Sahagún y Tepeapulco.



Carreteras que comunica la Central EVM I con comunidades como Xala, Otumba y Axapusco



Red local de carreteras estatales en el Sistema Ambiental Regional

Infraestructura industrial.- Dentro del Sistema Ambiental Regional existen zonas industriales (Cd. Sahagún), así como infraestructura eléctrica: líneas de transmisión y la Central EVM I.



Vista de la Central EVM I



Líneas de transmisión eléctrica existentes en el SAR

IV.4.3 Absorción visual (AV)

Pendiente y topoformas.- El Sistema Ambiental Regional está constituido por cerros, lomeríos, piedemontes y planicies, cuya pendiente no rebasa en el mayor de los casos el 10%.



Vista panorámica de cerros, lomeríos, piedemonte y planicie que conforman la cuenca endorreica



Vista cercana de lomeríos, piedemonte y planicie y su pendiente que no rebasan el 10%

Contraste suelo/vegetación.- En el SAR no existen grandes gradientes en los colores y texturas entre el suelo y la vegetación, ya que la zona en su mayor proporción se compone de una

planicie de colores generalmente monocromáticos, que contrasta únicamente en aquellos puntos interparcelarios ejidales y las zonas altas en las que aún existen algunas comunidades vegetales, correspondientes al matorral crasicaule.



Contraste de color y textura entre suelo y la vegetación



Contraste global entre suelo y vegetación

IV.4.4 Valoración de los componentes ambientales del paisaje

Es importante mencionar que para la valoración de los componentes se utiliza un algoritmo lineal con sumatorias debido a que se estima que todos los componentes ambientales tienen el mismo peso en términos paisajísticos, por lo que el valor de cada uno de ellos es aditivo. El máximo valor que puede tener cada uno de los criterios considerados (CI, CV y AV) es la unidad (1).

Los criterios ambientales indicados se consideran de acuerdo con las características descritas en las Tablas IV.15a, IV.15b y IV.15c.

Se le atribuye el valor a cada uno de los factores ambientales señalados y descritos previamente, considerados como los de mayor importancia, como componentes del paisaje. La valoración se determinó empleando las siguientes fórmulas:

$$\begin{aligned}
 CI &= 1/12 (FL+FA+AG+EN) \\
 CV &= 1/9 (AH+VC+II) \\
 AV &= 1/6 (PT+SV)
 \end{aligned}$$

Donde:

CI- calidad intrínseca

CV- calidad visual

AV- Absorción visual

El origen de la escala de valoración es 0.33, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0,33 \leq CI, CV, AV \leq 1$$

Con los valores obtenidos, se clasifica la calidad intrínseca, visual y absorción visual, en baja, media o alta, en función del siguiente rango de valores. Cabe resaltar que el rango de valores puede ampliarse en función de las categorías que se deseen obtener en cuanto al valor paisajístico; lo cual depende en gran medida de la heterogeneidad de condiciones socio-ambientales que se presenten en el área o superficie a evaluar.

CI, CV ó AV= 0,33-0,55	BAJA
0,56-0,77	MEDIA
0,78-1,00	ALTA

Tabla IV.15a Criterios utilizados para asignar el valor a los componentes de la calidad intrínseca (CI)

Valor	Calidad intrínseca (CI)									
	Flora (FL)	Fauna (FA)	Agua (AG)	Ecosistemas únicos (EU)						
3	En el SAR existen masas vegetales continuas y diversidad de especies alta.	En el SAR hay presencia de fauna permanente y/o especies llamativas y/o alta riqueza de especies	En el SAR existen grandes masas de agua naturales en reposo que dominan el paisaje	En el SAR se ubican ecosistemas únicos naturales						
2	La cubierta vegetal en el SAR es casi continua y presenta una diversidad de especies media.	En el SAR hay presencia esporádica de fauna y/o especies poco vistosas y/o mediana riqueza de especies	En el SAR existen masas de agua naturales y artificiales en movimiento o en reposo, pero que no dominan el paisaje	En el SAR se ubican ecosistemas únicos seminaturales.						
1	La cubierta vegetal en el SAR es discontinua y la diversidad de especies es baja.	En el SAR hay escasa o nula presencia de fauna y/o especies no vistosas y/o baja riqueza de especies	En el SAR no hay presencia de masas de agua naturales	En el SAR no se ubican ecosistemas únicos naturales o seminaturales.						
CI= 1/12 (FL+FA+AG+EN)										
CRITERIOS: CI, CV o AV= <table style="margin-left: 20px; border: none;"> <tr> <td style="padding-right: 20px;">0,33-0,54</td> <td>BAJO</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">0,56-0,77</td> <td>MEDIO</td> </tr> <tr> <td style="padding-right: 20px;">0,78-1,00</td> <td>ALTO</td> </tr> </table>					0,33-0,54	BAJO	0,56-0,77	MEDIO	0,78-1,00	ALTO
0,33-0,54	BAJO									
0,56-0,77	MEDIO									
0,78-1,00	ALTO									

Tabla IV.15b Criterios utilizados para asignar el valor a los componentes de la calidad visual (CV)

Valor	CALIDAD VISUAL (CV)		
	Asentamientos humanos (AH)	Vías de comunicación (VC)	Industria e infraestructura (II)
3	En el SAR se localizan asentamientos humanos que constituyen ciudades	En el SAR existen autopistas o carreteras federales con amplia posibilidad de visión de los ecosistemas que les rodean	En el SAR existe industria e infraestructura que constituye parques industriales
2	En el SAR se localizan asentamientos humanos que constituyen pueblos o villas.	En el SAR existen carreteras estatales y brechas en buen estado que permiten la visualización moderada del ecosistema que les rodea.	En el SAR existe industria e infraestructura que se constituyen como asentamientos industriales
1	En el SAR se localizan asentamientos humanos que constituyen sólo caseríos.	En el SAR existen sólo brechas que permitan una mínima visualización de los ecosistemas que les rodean.	En el SAR existe industria e infraestructura, pero ésta se encuentra dispersa o no existe industria ni infraestructura
CI= 1/9 (AH+VC+II)			

Tabla IV.15c Criterios utilizados para asignar el valor a los componentes de la absorción visual (AV)

Valor	ABSORCIÓN VISUAL (AV)	
	PENDIENTE Y TOPOFORMAS (PT)	CONTRASTE SUELO/VEGETACIÓN (SV)
1	En el SAR existen pendientes entre 0% y 15%. Terreno con un dominio del plano horizontal de visualización	Contraste visual bajo entre suelo y vegetación o sin vegetación
2	En el SAR existen pendientes entre 15% y 30%. Terreno con modelado suave y ondulado	Contraste visual moderado entre suelo y vegetación
3	En el SAR existen pendientes por arriba del 55%, Terreno con un dominio del plano vertical de visualización	Alto contraste visual entre suelo y vegetación
AV= 1/6 (PT+SV)		

IV.4.5 Valoración y análisis del paisaje en el Sistema Ambiental Regional

De acuerdo con los criterios de calidad intrínseca, calidad visual y absorción visual, y sus componentes ambientales (flora, fauna, agua, ecosistemas únicos; asentamientos humanos, vías de comunicación, infraestructura e industria; pendiente y topoformas, contraste suelo/vegetación), se procede a valorar cada uno de ellos. Los resultados se presentan en la tabla IV.16.

De los resultados obtenidos se puede observar lo siguiente:

Calidad Intrínseca (CI)- En el Sistema Ambiental Regional la vegetación de matorral se presenta generalmente en las áreas interparcelarias, especialmente en las planicies o llanuras; asimismo, existe muy poca diversidad florística y faunística a consecuencia de las actividades antropocéntricas, como la agricultura. En lo relativo al componente agua, este recurso es muy escaso en la región, y en el mejor de los casos existen algunos bordos que se encuentran secos en la época de estiaje. Por todo lo anterior, para los componentes de flora, flora y agua el valor se clasifica con valor de 1.

Con respecto a los ecosistemas únicos, cabe mencionar que en el SAR se incluye una porción del Área Natural Protegida (ANP) 'Cerro Gordo'. A pesar de ello, las condiciones de dicha ANP son adversas, ya que la gran mayoría de su superficie está muy deforestada, existiendo sólo algunos relictos de vegetación primaria en su parte más alta. Por lo anterior, a este componente se le asigna un valor de 2.

El resultado de la Calidad Intrínseca es de 0,416; por lo tanto, se le clasifica como BAJA.

Calidad Visual.- En el SAR se registran asentamientos humanos que constituyen pueblos y ciudades, tal es el caso de Cd. Sahagún, Axapusco, San Martín de las Pirámides, Otumba y Nopaltepec, cuyas actividades productivas principales son la agricultura y, en algunos casos, las actividades industriales, como es el caso de Cd. Sahagún. Dichos asentamientos humanos se comunican por medio de carreteras estatales. Por lo anterior, a los componentes de asentamientos humanos, vías de comunicación, e industria e infraestructura se les asignan los valores de 3, 2, 2, respectivamente.

El resultado de la Calidad Visual es de 0.777; por lo tanto, se le clasifica como MEDIA.

Absorción visual.- Considerando que en el SAR las condiciones ambientales son relativamente homogéneas en cuanto a sus componentes de pendiente y topoformas, y de contraste (de color y textura) entre suelo y vegetación, esta cualidad permite que la capacidad de acogida de un elemento nuevo al ecosistema sea prácticamente nulo. Por lo anterior, a los componentes de pendiente y topoformas, y de contraste suelo/vegetación se les asignan los valores de 1 y 1, respectivamente.

El resultado de la Absorción Visual es de 0,333; por lo tanto, se le clasifica como BAJA.

Tabla IV.16 Valoración de la calidad intrínseca, calidad visual y absorción visual en el SAR

FLORA (FL)	FAUNA (FA)	AGUA (AG)	ECOSISTEMAS ÚNICOS (EU)	ASENTAMIENTOS HUMANOS (AH)	VÍAS DE COMUNICACIÓN (VC)	INDUSTRIA E INFRAESTRUCTURA (ii)	PENDIENTE Y TOPOFORMAS (PT)	CONTRASTE SUELO/VEGETACIÓN (SV)
1	1	1	2	3	2	2	1	1
Calidad intrínseca CI= 1/12 (1 + 1+1+2) 0.416= Baja				Calidad visual CV= 1/9 (3 + 2+2) 0.777= Media			Absorción Visual AV= 1/6 (1+1) 0.333= Baja	

IV.5 Medio Socio-económico

El Sistema Ambiental Regional (SAR) está compuesto por fracciones de los siguientes municipios: Tepeapulco, Emiliano Zapata, Tlanalapa y Zempoala, pertenecientes al Estado de Hidalgo, y Axapusco, Nopaltepec, Otumba y San Martín de las Pirámides en el Estado de México (Figura IV-33).

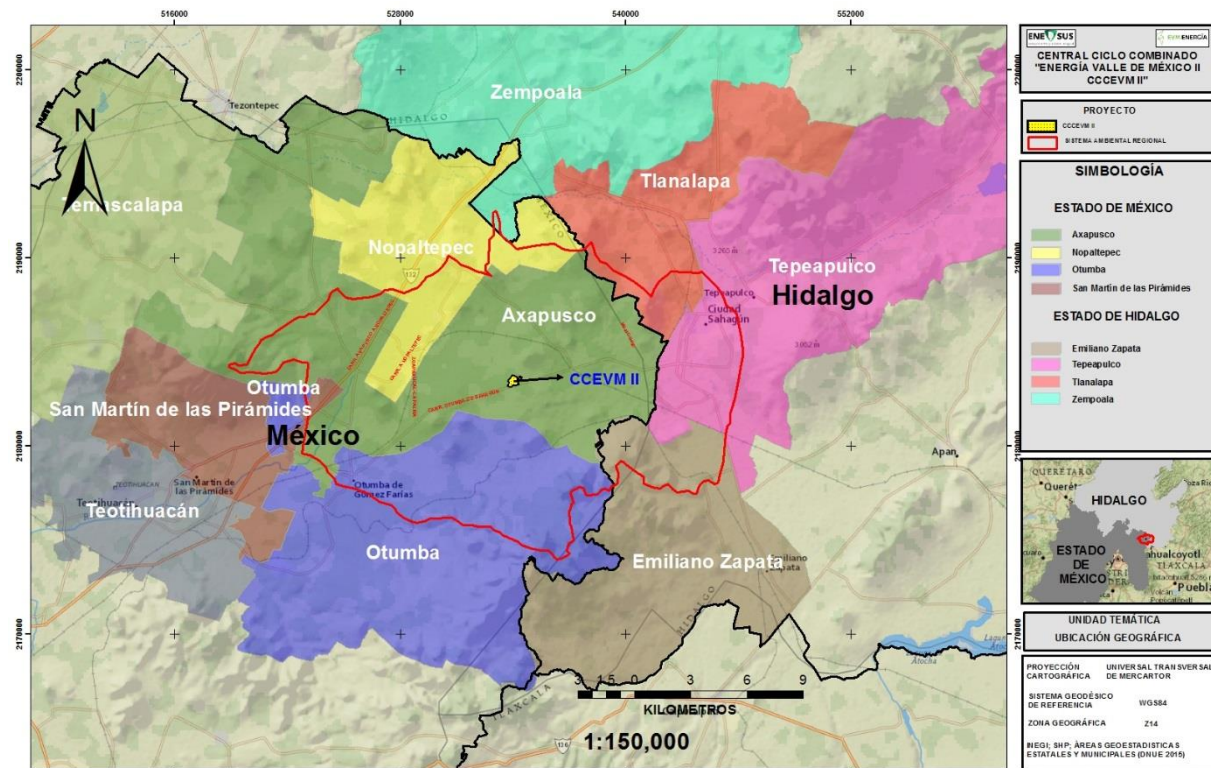


Figura IV.33 Municipios involucrados en el SAR del proyecto EVM II

La descripción y análisis del medio socioeconómico se centrará en las localidades que se encuentran dentro del SAR, por lo que no se considerará a los municipios de Tlanalapa y Zempoala del Estado de Hidalgo y San Martín de las Pirámides del Estado de México, ya que no hay población involucrada en la porción que forma parte del SAR y solo se integran territorialmente.

IV.5.1 Demografía.

En la tabla IV.17 se presenta información del número de localidades y el tamaño de la población de los municipios del SAR, el municipio más poblado es Tepeapulco (61,654 habitantes) y el menos poblado es Nopaltepec (8,895 habitantes).

De acuerdo con el Sistema Nacional de Información Municipal, de la Secretaría de Gobernación, Tepeapulco es el único municipio dentro del SAR que por el tamaño de las localidades clasifica como urbano-medio, ya que más del 50% de la población vive en

localidades de entre 15 mil y 100 mil habitantes, siendo el caso de las localidades que forman parte del SAR: Tepeapulco Cabecera Municipal (Cab.) con una población de 15,244 y Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún) con una población de 28,556. Los demás municipios concentran una población semiurbana, ya que más del 50% de la población radica en localidades de entre 2,500 y 15,000 habitantes. En este rango la localidad más poblada es Otumba de Gómez Farías (cab.) con 10,097 habitantes; sin embargo, la mayoría de las localidades en el SAR tienen población de entre 3,000 y 5,000 habitantes (tabla IV.2).

Tabla IV.17. Localidades y población en los municipios del SAR del proyecto EVM II

Municipio	Cabecera municipal	Número de localidades	Población total municipal	Clasificación del municipio según tamaño de localidades*
Estado de México				
Axapusco	Axapusco	45	25,559	Semiurbano
Nopaltepec	Nopaltepec	10	8,895	Semiurbano
Otumba	Otumba de Gómez Farías	44	34,232	Semiurbano
Emiliano Zapata	Emiliano Zapata	11	13,357	Semiurbano
Tepeapulco	Tepeapulco	54	51,654	Urbano medio

Fuente: <http://www.inegi.org.mx>

*El INAFED construyó una clasificación de municipios según el tamaño de sus localidades, basándose en estudios del PNUD (2005) e INEGI.

Con respecto a los poblados rurales (tienen menos de 2,500 habitantes) dentro del SAR, Axapusco es el municipio que tiene el mayor número de poblados (cinco) de este tipo, le sigue Otuma con dos y el resto de los municipios sólo tiene un poblado rural (tabla IV.17).

El poblado más cercano al sitio del proyecto **EVM II** es Tecuautitlán (Atla), que es de carácter rural y se localiza a un kilómetro al Noroeste del sitio, y el poblado semiurbano más cercano es Jaltepec, que se ubica a 3.6 km al Sureste del sitio (figura IV.34).

IV5.2 Población

La población total en el SAR es de 82,589 pobladores, que representa el 61.76% del total de la población que habita en los cinco municipios, de los cuales el 48% es población masculina y 52% es femenina. Los poblados con el mayor número de habitantes son Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún) y la Cabecera Municipal de Tepeapulco, que pertenecen al estado de Hidalgo; en contraste el Ejido Buena Vista (La Mocha), en Axapusco cuenta con una población de 50 habitantes, siendo la localidad más pequeña del SAR (tabla IV.2).

Respecto a la relación hombres-mujeres, el índice de masculinidad (proporción de varones con respecto al número de mujeres) indica que esta relación es equilibrada en todo el SAR, la localidad que presenta una menor proporción masculina es Irolo donde existen 89 hombres por cada 100 mujeres y el caso contrario es Santa Ana donde por cada 100 mujeres existen 109 hombres (tabla IV.17).

Tabla IV.17 Tipos de localidades y distribución de la población por género e índice de masculinidad en las localidades del SAR proyecto EVM II

Localidad	Tipo de Localidad ¹	Población total ²	Población masculina	Población femenina	Índice de masculinidad
	Estado de México, Municipio de Axapusco				
Axapusco	S-U	3324	1597	1727	92.47
Atla (Tecauautlán Atla)	R	590	302	288	104.86
Ejido Buenavista (La Mocha)	R	50	25	25	100.00
Jaltepec	S-U	5001	2508	2493	100.60
San Antonio Ometusco	R	442	221	221	100.00
San Miguel Ometusco	R	346	164	182	90.10
Santa Ana	R	113	59	54	109.25
Santo Domingo Aztacameca	S-U	3012	1499	1513	99.07
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	R	452	218	234	93.16
Xala	R	890	444	446	99.55
Estado de México, Municipio de Nopaltepec					
Nopaltepec	S-U	3467	1766	1701	103.82
San Felipe Teotitlán	S-U	3974	1953	2021	96.63
San Miguel Atepocho	R	1231	595	636	93.55
Estado de México, Municipio de Otumba					
Otumba de Gómez Farías	S-U	10097	4929	5168	95.37
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	R	2136	1070	1066	100.37
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	R	334	163	171	95.32
Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata					
Santa Clara	R	1571	748	823	90.88
Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco					
Tepeapulco	U-M	15244	7303	7941	91.96
Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún)	U-M	28556	13580	14976	90.67
Irolo	R	1759	833	926	89.95

Fuente: 1: Sistema Nacional de Información Municipal, de la Secretaría de Gobernación;
 2: <http://www3.inegi.org.mx>; R: Rural; S-U: Semiurbana; U-M: Urbano medio

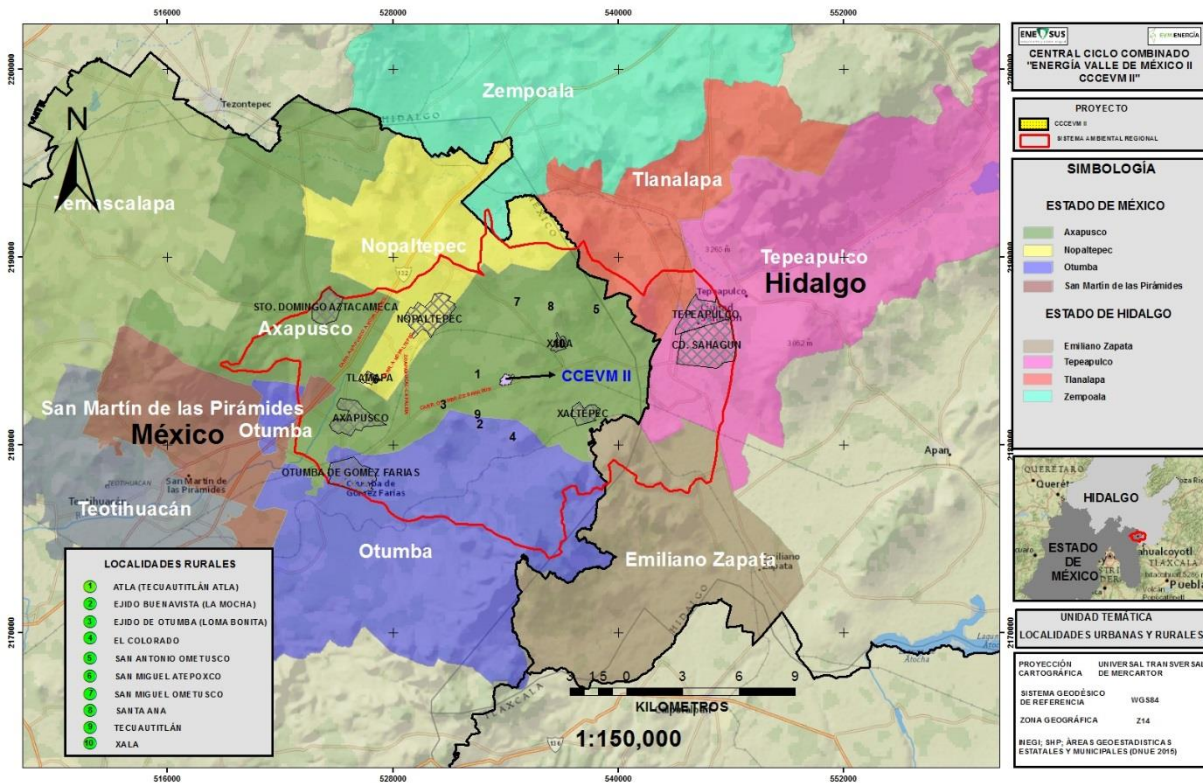


Figura IV.34 Localidades en el SAR del proyecto EVM II

IV.5.3 Migración

Diversos son los motivos por los que la gente cambia su lugar de residencia; pueden ser: económicos, por falta de empleo o ingresos; personales, como el estudio o el matrimonio; ambientales, como la ocurrencia de desastres naturales, o de tipo político, debido a enfrentamientos entre grupos.

En el SAR, el total de habitantes nacidos en otra entidad es de 21,814 personas, que representa el 26.4% de la población. La información sobre migración en el SAR se presenta en la tabla IV.18.

A nivel de localidad, el poblado que tiene un porcentaje más alto de inmigrantes es Jaltepec, con 39.49%, lo cual se puede deber a su cercanía al corredor industrial ubicado en Ciudad Sahagún.

En contraste, las localidades San Miguel Ometusco y el Ejido Buenavista, que son localidades rurales, no presentan atracción migratoria, por lo que el flujo de personas podría deberse a relaciones de parentesco.

Tabla IV.18 Migración por localidad en el SAR proyecto EVM II

Nombre de la localidad	Población total	Población nacida en la entidad	Población nacida en otra entidad	Población de 5 años y más residente en la entidad en junio de 2005	Población de 5 años y más residente en otra entidad en junio de 2005	Población proveniente fuera del Edo. Mex. y/o Edo. de Hidalgo (%)
Estado de México, Municipio de Axapusco						
Axapusco	3324	2309	991	2862	106	29.81
Atla (Tecuautitlán Atla)	590	378	208	520	11	35.25
Ejido Buenavista (La Mocha)	50	43	7	36	2	14.00
Jaltepec	5001	2991	1975	4397	100	39.49
San Antonio Ometusco	442	254	186	378	8	42.08
San Miguel Ometusco	346	307	34	294	4	9.83
Santa Ana	113	77	35	102	1	30.97
Santo Domingo Aztacameca	3012	2286	713	2601	80	23.67
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	452	344	108	391	2	23.89
Xala	890	547	337	797	22	37.87
Localidad	Estado de México, Municipio de Nopaltepec					
Nopaltepec	3467	2381	1053	3016	120	30.37
San Felipe Teotitlán	3974	3456	486	3384	64	12.23
San Miguel Atepoxtco	1231	937	284	1076	15	23.07
Localidad	Estado de México, Municipio de Otumba					
Otumba de Gómez Farías	10097	7046	2913	8702	357	28.85
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	2136	1720	402	1849	51	18.82
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	334	228	103	277	22	30.84
Localidad	Estado de México, Municipio de Emiliano Zapata					
Santa Clara	1571	1071	487	1347	65	31.00
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco					
Tepeapulco	15244	12253	2676	13007	382	17.55
Fray Bernardino de Sahagún	28556	19807	8303	24348	1391	29.08
Irolo	1759	1241	513	1491	62	29.16

 Fuente: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/scitel/consultas/index#>

IV.5.4 Marginación

La marginación es un fenómeno estructural múltiple y el índice de marginación es una medida-resumen que valora dimensiones, formas e intensidades de exclusión en el proceso de desarrollo y disfrute de sus beneficios. Los valores del índice se distribuyen en el intervalo -1.83 a 8.34

(https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/112592/Indice_de_marginacion_por_localidad_2010.pdf)

En los municipios del SAR, el grado de marginación es muy bajo para Tepeapulco y Emiliano Zapata, bajo para los municipios de Otumba y Nopaltepec, y de grado medio para el municipio de Axapusco (tabla IV.19).

Tabla IV.19 Índice y grado de marginación en los municipios del SAR proyecto EVM II

Municipio	Índice de marginación	Grado de marginación
Estado de México		
Axapusco	-0.621	Medio
Nopaltepec	-0.706	Bajo
Otumba	-0.813	Bajo
Estado de Hidalgo		
Emiliano Zapata	-1.264	Muy bajo
Tepeapulco	-1.524	Muy bajo

Fuente: <https://www.gob.mx/conabio>

En la tabla IV.20 se presenta el índice y el grado de marginación de las localidades en el SAR. Las localidades con un grado de marginación alto son San Miguel Ometusco, San Nicolás Tetepantla y Santa Ana, y muy alto Ejido Buenavista, todas ellas pertenecientes al municipio de Axapusco. Estas localidades presentan desventajas sociales como: la residencia en viviendas inadecuadas, la carencia de bienes y la falta de acceso a la educación.

Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún) es la localidad con el menor índice de marginación (-1.474), lo que la define con un grado de marginación muy bajo.

Tabla IV.20 Índice y grado de marginación en las localidades del SAR proyecto EVM II

Localidad	Índice de marginación	Grado de marginación
Estado de México, Municipio de Axapusco		
Axapusco	-1.239	Bajo
Atla (Tecuautitlán Atla)	-1.076	Bajo
Ejido Buenavista (La Mocha)	1.188	Muy alto
Jaltepec	-1.154	Bajo
San Antonio Ometusco	-0.917	Medio
San Miguel Ometusco	-0.656	Alto
Santa Ana	-0.662	Alto
Santo Domingo Aztacameca	-1.011	Medio
Tetepantal (San Nicolás Tetepantla)	-0.757	Alto
Xala	-1.145	Bajo
Estado de México, Municipio de Nopaltepec		
Nopaltepec	-1.237	Bajo
San Felipe Teotitlán	-0.877	Medio
San Miguel Atepoxtco	-1.257	Bajo
Estado de México, Municipio de Otumba		
Otumba de Gómez Farías	-1.304	Bajo
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	-1.002	Medio
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	-1.227	Bajo
Estado de México, Municipio de Emiliano Zapata		
Santa Clara	-1.175	Bajo
Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco		
Tepeapulco	-1.211	Bajo
Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún)	-1.474	Muy bajo
Irolo	-1.251	Bajo

 Fuente: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Datos_Abiertos_del_Indice_de_Marginacion

IV.5.5 Salud

La mayoría de las localidades del SAR no cuentan con servicios de hospitalización, el cual es ofrecido solo en: Tepeapulco (cab.), Axapusco (cab.), Jaltepec y Santo Domingo Aztacameca.

En la tabla IV.21 se presenta la información de la cobertura de salud en el SAR. De los 82,589 pobladores del SAR, 51,212 (62%) son derechohabientes de alguna institución pública de salud y 30,509 (37%) no tienen servicio de salud, mientras que el 1% restante no especificó si contaba o no con un servicio de salud. La mayor cobertura de derechohabientes está a cargo del IMSS, que presta el servicio a 23,971 pobladores del SAR (29%). Las localidades con mayor población atendida por el IMSS son: San Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún) e Irolo. El Seguro Popular cubre una población de 20,620 del total de población del SAR (24.9%) y las localidades donde tiene mayor presencia son: Santa Ana y Atla (Tecauautitlan Atla).

La localidad con menor número de derechohabientes es Tetepantla (San Nicolás Tetepantla), ya que el 73.67% de la población de la localidad no tiene protección de alguna institución pública de salud.

La población no derechohabiente es atendida en los centros de salud dependientes de las Secretarías de Salud del Estado de México y del Estado de Hidalgo. El servicio que prestan es de primer nivel, es decir, no es especializado y no trabajan las 24 horas.

El municipio de Otumba cuenta con una unidad médica del IMSS y en Tepeapulco se ofrece el servicio del IMSS, ISSSTE e IMSS-Prospera, sin embargo, es insuficiente de acuerdo al Plan municipal de Desarrollo de Tepeapulco 2016-2020.

Las localidades que cuentan con centros de salud son: Santa Clara, Irolo y San Antonio Ometusco.

Los principales problemas de los servicios de salud son: la insuficiente cobertura, la carencia de equipo e instrumental médico y de personal, por lo que la población se ve obligada a trasladarse a las localidades que tienen servicio de hospitalización e incluso a ciudades más cercanas, como la Cd. de México o Pachuca.

IV.5.6 Población Indígena

El Estado de México tiene una población indígena por hogar censal de 929,986 personas, en tanto que el estado de Hidalgo cuenta con 560,962 personas. En el SAR, la población indígena por hogar censal es de 1,105 personas, lo que corresponde en términos porcentuales al 1.2 % de la población total del SAR, lo que representa una baja presencia de indígenas en la zona.

En el SAR se encuentran indígenas en la mayoría de las localidades, pero en porcentajes muy bajos (tabla IV.22 y figura IV.35). Xala es la localidad con el mayor porcentaje de población indígena pero sólo representa el 3.93 % (35 pobladores de 890). Las localidades que presentan una mayor población indígena son Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún) con 372 pobladores y Otumba de Gómez Farías con 162 pobladores, sin embargo, solo representa el 1.30% y 1.60%, respectivamente, de su población total. Por otra parte, menos del 2% de la población indígena en cada localidad habla alguna lengua indígena, lo que se percibe como una fuerte pérdida de las lenguas indígenas en el SAR ver tabla IV.22.

Tabla IV. 21 Población derechohabiente de los principales servicios de salud por localidad del SAR, proyecto EVM II

Nombre de la localidad	Población sin derecho a servicios de salud	Población derechohabiente a servicios de salud	Población derechohabiente del IMSS	Población derechohabiente del ISSSTE	Población derechohabiente del ISSSTE estatal	Población derechohabiente por el Seguro Popular
Estado de México, Municipio de Axapusco						
Axapusco	1342	1965	364	118	30	1200
Atla (Tecuautilán Atla)	156	430	94	7	0	326
Jaltepec	2059	2918	1149	125	46	1447
San Antonio Ometusco	226	216	49	0	1	164
San Miguel Ometusco	198	145	47	6	0	82
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	333	118	38	3	15	56
Santo Domingo Aztacameca	1455	1537	242	51	62	1057
Xala	456	431	152	20	5	238
Santa Ana	20	89	6	0	0	79
Ejido Buenavista (La Mocha)	29	21	0	0	0	21
Localidad	Estado de México, Municipio de Nopaltepec					
Nopaltepec	1545	1903	517	89	125	958
San Felipe Teotitlán	2038	1921	306	74	98	1308
San Miguel Atepocho	433	791	225	24	6	454
Localidad	Estado de México, Municipio de Otumba					
Otumba de Gómez Farías	4976	4834	1502	516	232	1705
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	873	1253	290	36	50	767
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	177	157	33	8	18	68
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata					
Santa Clara	338	1229	395	25	0	819
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco					
Tepeapulco	4689	10354	4277	427	13	5469
Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún)	8669	19638	13669	1839	59	3815
Irolo	497	1262	616	42	4	587

Fuente: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/scitel/consultas/index#>

Tabla IV.22 Población Indígena y hablantes por localidad del SAR proyecto EVM II

localidad	% de población indígena	% de habitantes de habla indígena	% de hablantes de lengua indígena y no habla español
Axapusco	1.11	0.33	0.00
Atla (Tecuautilán Atla)	2.37	1.02	0.00
Ejido Buenavista (La Mocha)	0.00	0.00	0.00
Jaltepec	0.26	0.06	0.00
San Antonio Ometusco	0.00	0.23	0.00
San Miguel Ometusco	3.18	1.45	0.00
Santa Ana	0.00	0.00	0.00
Santo Domingo Aztacameca	1.59	0.33	0.00
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	0.00	0.00	0.00
Xala	3.93	1.57	0.00
Localidad	Estado de México, Municipio de Nopaltepec		
Nopaltepec	1.24	0.52	0.00
San Felipe Teotitlán	0.33	0.15	0.00
San Miguel Atepocho	1.87	0.41	0.00
Localidad	Estado de México, Municipio de Otumba		
Otumba de Gómez Farías	1.60	0.60	0.00
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	1.50	0.61	0.09
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	2.10	0.60	0.00
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata		
Santa Clara	1.21	0.25	0.00
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco		
Tepeapulco	1.54	0.60	0.00
Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún)	1.30	0.50	0.00
Irolo	0.51	0.40	0.00

 Fuente: mexico.pueblosamerica.com

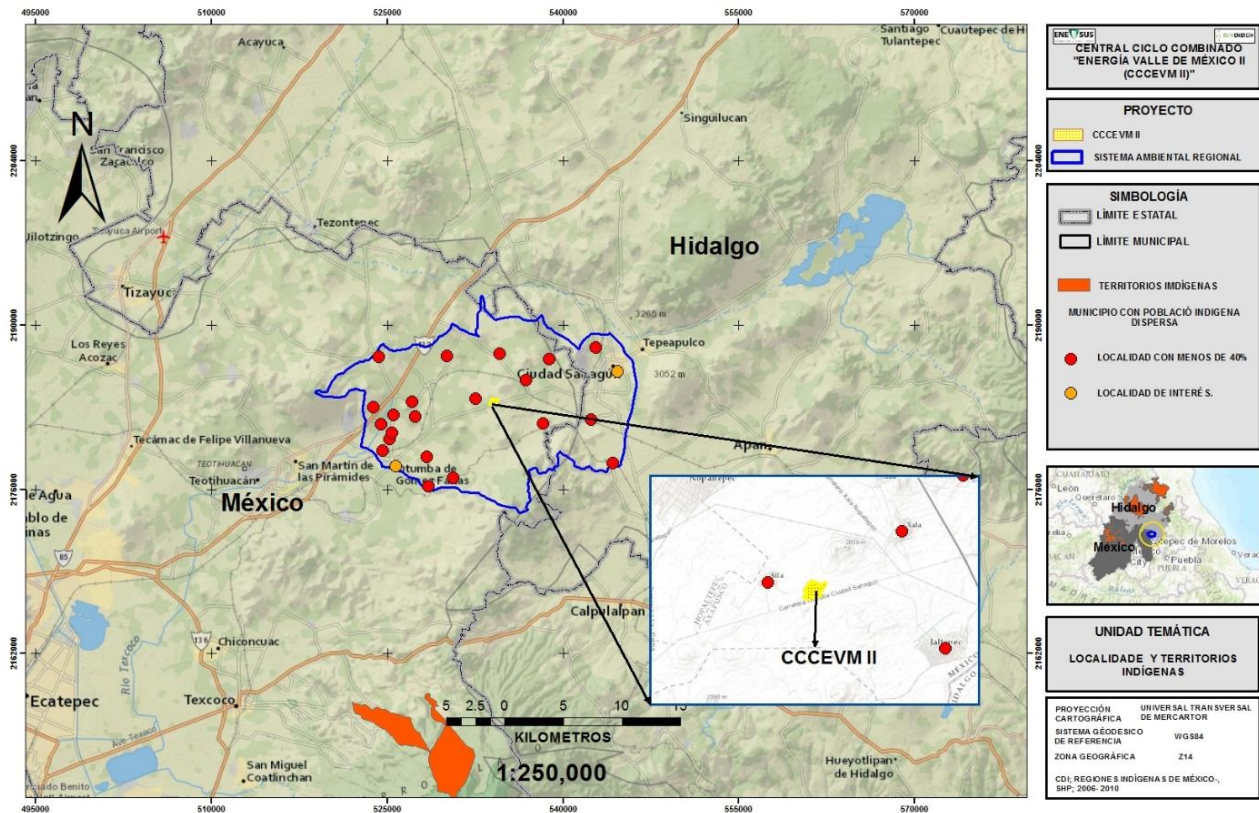


Figura IV.35 Distribución de la población indígena en el SAR del proyecto EVM II

IV.5.7 Vivienda

De acuerdo con el censo 2010, las localidades con la mayor cobertura de los servicios de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje son: Irolo con el 98.72% y Santa Clara con 97.74%, mientras que las localidades que presentan mayores carencias son: San Miguel Ometusco con un 61.36% y el Ejido Buenavista (La Mocha). En la tabla IV.23 se presenta la información de la cobertura de servicios en las localidades del SAR.

En el SAR, la cobertura de energía eléctrica es alta, resaltando Atla (Tecuautitlán Atla) y Tetepantla (San Nicolás Tetepantla), en donde todas las viviendas tienen este servicio, mientras las localidades de San Felipe Teotitlán, San Miguel Atepoxtco, Santa Clara e Irolo la cobertura es por arriba del 99%; sin embargo, en el Ejido Buenavista (La Mocha), de las 13 viviendas habitadas sólo una cuenta con este servicio.

Tabla IV.23 Cobertura de servicios en las localidades del SAR del proyecto EVM II

Nombre de la localidad	Total de viviendas	Total de viviendas habitadas	Viviendas habitadas que disponen de luz eléctrica	Viviendas habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	Viviendas habitadas que disponen de drenaje	Viviendas habitadas que disponen de excusado o sanitario	Viviendas habitadas que disponen de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje
Estado de México, Municipio de Axapusco							
Axapusco	1006	843	831	768	821	822	754
Atla (Tecuautitlán Atla)	184	143	143	140	136	137	133
Jaltepec	1378	1195	1181	1162	1166	1151	1143
San Antonio Ometusco	144	113	111	105	103	101	99
San Miguel Ometusco	104	88	85	66	72	68	54
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	141	102	102	80	93	93	75
Santo Domingo Aztacameca	915	761	750	672	683	702	613
Xala	336	243	240	233	233	230	227
Santa Ana	40	35	34	33	34	30	31
Ejido Buenavista (La Mocha)	17	13	1	0	4	5	0
Estado de México, Municipio de Nopaltepec							
Nopaltepec	1175	910	900	855	862	858	820
San Felipe Teotitlán	1157	1008	999	918	926	902	865
San Miguel Atepocho	389	311	310	303	297	298	290
Estado de México, Municipio de Otumba							
Otumba de Gómez Farías	2999	2510	2462	2421	2443	2443	2392
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	717	552	539	502	522	508	480
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	107	86	85	80	81	81	75
Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata							
Santa Clara	537	399	396	397	393	368	390
Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco							
Tepeapulco	4663	3908	3826	3802	3776	3776	3723
Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún)	10992	8004	7901	7784	7832	7873	7738
Irolo	550	470	469	470	465	464	464

 Fuente: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/iter/default.aspx?ev=5>

Respecto de la disponibilidad de agua entubada en las viviendas, Irolo es la única localidad que cubre el 100% del servicio, le sigue Santa Clara con el 99.49% de cobertura; en contraste, en San Miguel Ometusco sólo el 75% de las viviendas tienen este servicio y en el Ejido Buenavista (La Mocha) ninguna de sus viviendas cuenta con este servicio.

En todas las localidades se dispone de drenaje y prácticamente la mayoría de las viviendas cuenta con excusado o sanitario. Las que presentan mayor déficit de cobertura son: San Miguel Ometusco, con un 81.8% en los servicios de drenaje y 77.2% de las viviendas cuentan con sanitario, y el Ejido Buenavista (La Mocha), en el que sólo 4 viviendas disponen del servicio de drenaje y sólo 5 viviendas tienen sanitario.

IV.5.8 Actividades económicas

IV.5.8.1 Empleo

En la mayoría de las localidades del SAR el porcentaje de población desocupada es menor del 5%; en San Antonio Ometusco, Santa Clara, Tepeapulco y Ciudad Sahagún dicho porcentaje es entre 5 y 10%; y Tetepantla es la localidad en la que este porcentaje es el mayor (26%); en contraste, en Santa Ana y el Ejido Buena Vista (La Mocha), que son las localidades del SAR más pequeñas y su actividad económica principal es la agricultura, no se reporta población desocupada. Con base en esta información puede interpretarse que en el SAR la desocupación no es un problema crítico (tabla IV.24).

Tabla IV.24 Población económica activa y no activa, ocupada y desocupada por localidad del SAR del proyecto EVM II

Nombre de la localidad	Población económicamente activa	Población no económicamente activa	Población ocupada	Población desocupada
	Estado de México, Municipio de Axapusco			
Axapusco	1312	1202	1275	37
Atla (Tecuautilán Atla)	217	235	206	11
Jaltepec	1761	2067	1689	72
San Antonio Ometusco	156	173	144	12
San Miguel Ometusco	134	114	132	2
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	155	154	114	41
Santo Domingo Aztacameca	1078	1136	1036	42
Xala	333	386	324	9
Santa Ana	45	38	45	0
Ejido Buenavista (La Mocha)	17	15	17	0

Tabla IV.24 Cont. Población económica activa y no activa, ocupada y desocupada por localidad del SAR del proyecto EVM II

Nombre de la localidad	Población económicamente activa	Población no económicamente activa	Población ocupada	Población desocupada
Estado de México, Municipio de Nopaltepec				
Nopaltepec	1360	1260	1324	36
San Felipe Teotitlán	1513	1348	1484	29
San Miguel Atepoxtco	423	470	419	4
Localidad Estado de México, Municipio de Otumba				
Otumba de Gómez Farías	4227	3341	4039	188
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	832	789	803	29
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	159	106	156	3
Localidad Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata				
Santa Clara	559	674	521	38
Localidad Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco				
Tepeapulco	5870	5679	5257	613
Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún)	11651	10933	10405	1246
Irolo	628	722	574	54

Fuente: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/SCITEL/default?ev=5>

Respecto de las actividades económicas a nivel municipal, los datos del censo de 2010 reflejan que el mayor porcentaje de población se ocupa en el sector secundario y terciario (tabla IV.25), a pesar de que en el SAR la mayoría son localidades rurales, lo que supondría que la principal actividad económica se desarrollaría en el sector primario; así, en Axapusco, Nopaltepec y Otumba, en el Estado de México, sólo alrededor del 20% de la población ocupada participa en el sector primario y en Emiliano Zapata y Tepeapulco, en Hidalgo, la población ocupada en este sector es menor del 10% (tabla IV.25).

Tabla IV.25 Población ocupada y su distribución según sector de actividad económica en los municipios del SAR del proyecto EVM II

Municipio	Población ocupada	Primario	Secundario	Terciario	No especificado
Axapusco	8,974	1,887	3,045	2,568	80
	Porcentaje	21.03	33.93	28.62	0.89
Nopaltepec	3,441	724	1,361	930	12
	Porcentaje	21.04	39.55	27.03	0.35
Otumba	13,074	2,452	3,266	4,739	34
	Porcentaje	18.75	24.98	36.25	0.26
Emiliano Zapata	4,126	342	1,604	1,336	24
	Porcentaje	8.29	38.88	32.38	0.58
Tepeapulco	17,254	990	5,663	7,540	178
	Porcentaje	5.74	32.82	43.7	1.03

Fuente: <https://www.gob.mx/conabio>

IV.5.8.2 Actividades primarias.

Los municipios del SAR forman parte de una región de producción agrícola, con características similares de clima, vegetación y suelo; los productos más importantes en la región son: maíz, frijol, cebada, trigo, avena forrajera y una alta producción de nopal tunero, nopal verdura y xoconostle.

El nopal tunero es el principal cultivo perenne de temporal en la zona. En 2013 el municipio de Otumba reportó la mayor producción, 25,803 toneladas. En los municipios Tepeapulco y Emiliano Zapata la producción principal fue de maguey pulquero, reportando una producción en el mismo año, de 364 toneladas y 270 toneladas, respectivamente.

En cuanto a los cultivos de temporal, la mayor producción es la cebada grano y la avena forrajera, destacándose el municipio de Axapusco en el año 2013 con respecto a los demás municipios de la SAR, con una producción de 16,048 toneladas de estos productos. La siembra de productos básicos (maíz, frijol) es generalmente para autoconsumo.

La actividad pecuaria en su mayor parte es extensiva. Las principales especies que se crían son el ganado bovino y caprino, pero también se crían aves de traspatio para complementar la dieta familiar, como gallinas y guajolotes. En los municipios del SAR del Estado de México, la mayor producción por especie son las aves, mientras que en los municipios de Hidalgo la mayor producción es de bovinos y ovinos. La localidad Barrio Xamimilopa reportó en el censo del 2010 como principal actividad la cría y explotación de animales.

Los municipios que se consideran con una vocación claramente agropecuaria son Nopaltepec, Axapusco y Otumba, según datos de sus planes de desarrollo municipal.

Si bien la mayor superficie del territorio en esta zona se destina a actividades agropecuarias, en los últimos años ha venido perdiendo su potencial debido al abandono, la falta de calidad de los suelos y la poca disponibilidad de agua, así como el poco apoyo con que cuenta el sector primario.

IV.5.8.3 Actividades secundarias.

En la década de los años cincuenta del siglo pasado, con la creación del Parque Industrial Hidalgo (Ciudad Sahagún) en el municipio de Tepeapulco, se tuvo un gran impacto en la región, sobre todo en los municipios colindantes, Emiliano Zapata, Hidalgo, y Axapusco en el estado de México; principalmente Jaltepec se benefició porque se localiza muy cerca del parque industrial. Desde esa década, el desarrollo industrial que se ha generado en esta zona es de vital importancia para su economía. Actualmente destacan dentro del corredor industrial empresas como: American Coach, ASF-K de México, Bombardier Transportation, y DINA Camiones.

El sector secundario se ha ido incrementado en el SAR debido al establecimiento de microempresas maquiladoras, siendo significativo en los municipios de Emiliano Zapata y Tepeapulco.

En el municipio de Otumba, una de las instalaciones industriales de mayor importancia es una fábrica de componentes electrónicos ubicada a la entrada de la cabecera municipal, pero también destaca la presencia de talleres de maquila textil (maquila de prenda de vestir) a nivel doméstico, establecidos principalmente de manera clandestina. En este municipio se han reportado 148 unidades económicas de la industria manufacturera.

IV.5.8.4 Actividades terciarias.

El comercio al menudeo es el que concentra el mayor número de unidades económicas en los cinco municipios del SAR. Es además la actividad económica que mayor número de personal ocupado registra (a excepción de Tepeapulco, donde el mayor número de empleados se encuentra en la industria), siendo las mujeres quienes tienen mayor concurrencia en esta ocupación.

Los municipios que cuentan con un mayor número de unidades económicas de comercio al por menor son: Otumba con 636 unidades y 1,137 personas ocupadas, de las cuales 703 son mujeres, y Tepeapulco que cuenta con 1,166 unidades y 2,412 personas ocupadas, de ellas 1,339 son mujeres.

Los servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas por unidad económica es la segunda actividad en cuanto a unidades económicas y personal ocupado dentro de las actividades terciarias.

En la figura IV.36 se presenta la distribución de las unidades económicas de la industria manufacturera, el comercio y servicios en los municipios del SAR; en el Anexo XX se presenta la información detallada de las actividades económicas en los municipios del SAR.

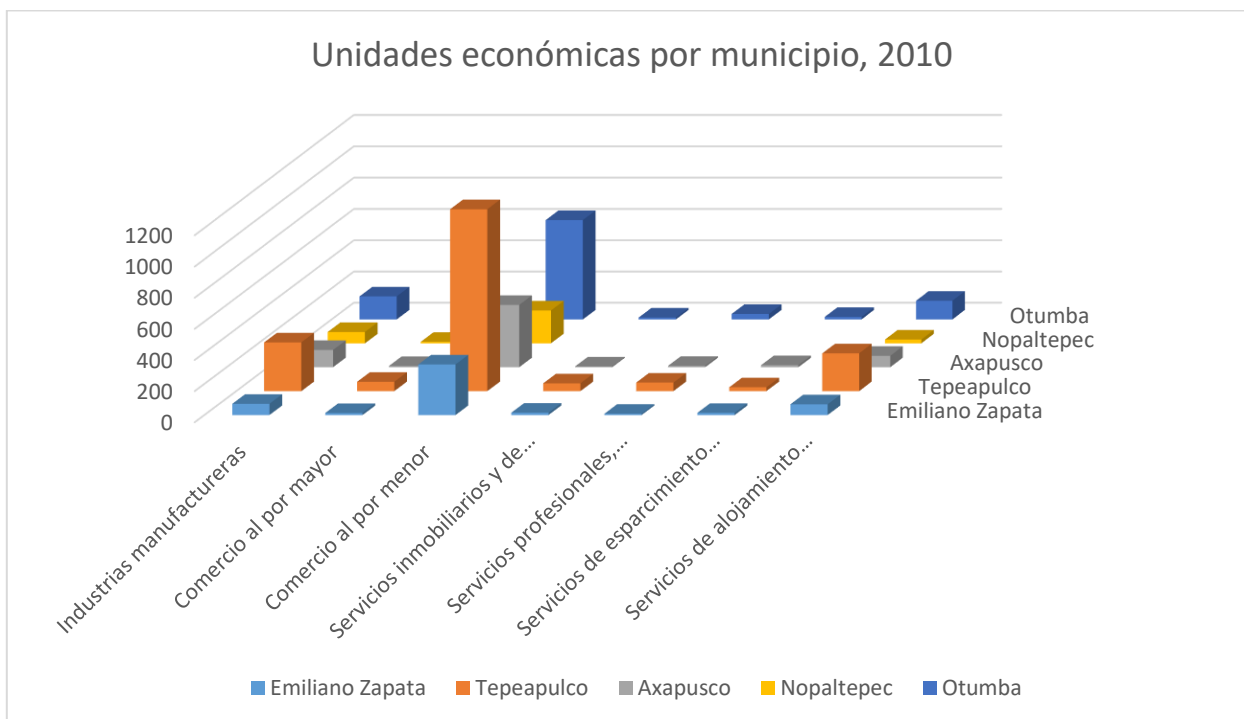


Figura IV.36 Distribución de las unidades económicas en los municipios del SAR del proyecto

IV.5.8.5 Aspectos socioculturales.

Culturales. A nivel nacional, México mantiene una política permanente de disminución del analfabetismo. El nivel de analfabetismo en el área de estudio es bajo, entre 4.7% en Tepeapulco y 6.94% en Axapusco (tabla IV.26 y figura IV.37).

El grado promedio de escolaridad en el área es de 8 para la mayoría de los municipios, exceptuando Tepeapulco quien tiene un grado de 9, es decir, que la mayoría de la población ha cursado hasta el nivel secundaria, mientras que los demás municipios han llegado a primero o segundo año de secundaria.

Las localidades que cuentan con instituciones a nivel superior son Santo Domingo Aztacameca, con el Centro Universitario Valle de Teotihuacán de la Universidad Autónoma del Estado de México, y Tepeapulco, con la Escuela Superior Sahagún de la Universidad Autónoma de Hidalgo. A nivel medio superior, Axapusco (Cab.), Jaltepec y Otumba (Cab.) cuentan con este servicio de educación.

La mayoría de las localidades rurales cubren la educación básica y la mayoría cuenta con telesecundaria.

Aun cuando se tienen cubiertos prácticamente todos los niveles de educación en la zona, la demanda educativa sobrepasa la oferta.

Sociales, Municipio de Axapusco

En la cabecera municipal se encuentra el templo de San Esteban, que data del siglo XVI y fue construido por los frailes franciscanos, cuenta con lienzos de artistas del siglo XVI, XVII y XVIII, siglo en el que el altar mayor fue decorado con lámina de oro.

En las comunidades grandes existen grupos de Santiagos y Moros, quienes, a través del baile y la música de viento, representan la lucha de los españoles contra la invasión árabe, tradición acuñada desde la evangelización.

Existen ocho cascos de ex-haciendas pulqueras, fundadas por los conquistadores españoles. Su mayor auge fue durante la época del porfirismo en el siglo XIX, aun cuando no han sido explotado su potencial turístico. Actualmente dos ex-haciendas pulqueras en Xala y Tepeantla ofrecen servicios de hotelería.

Dentro de las artesanías, Santo Domingo Aztacameca y la cabecera municipal destacan por la fabricación de castillos pirotécnicos de más de 10 metros de altura. En el municipio también se dedican a la realización de tabiques rojos hechos de barro quemados en horno.

En cada comunidad se celebran las festividades de su santo patrono y desde hace 10 años se realiza en octubre en la cabecera municipal la feria de las cactáceas.

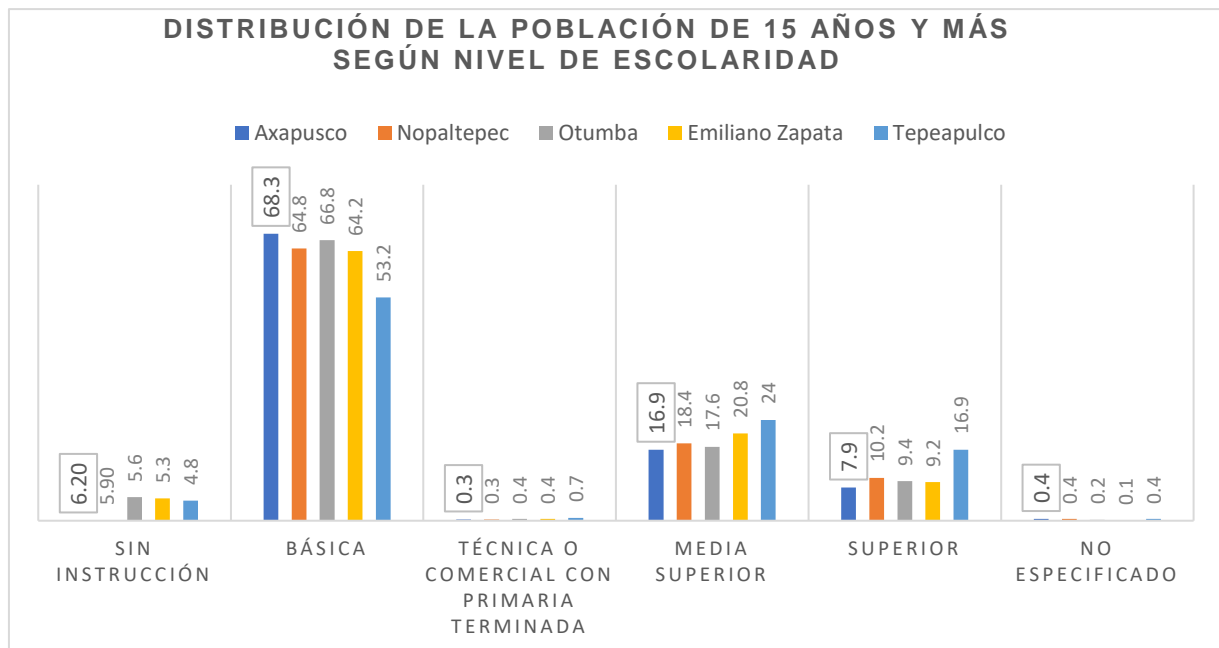


Figura IV.37 Distribución de la población de más de 15 años según el nivel de escolaridad en los municipios del SAR del proyecto EVM II

Tabla IV.26 Analfabetismo y nivel de escolaridad de la población de 15 años y más, en los municipios del SAR del proyecto EVM II

Indicador		Emiliano Zapata		Tepeapulco		Otumba		Nopaltepec		Axapusco	
		Población	%	Población	%	Población	%	Población	%	Población	%
	Población total	9,387	100	37,382	100	23,659	100	6,047	100	17,563	100
Alfabetismo	Alfabetas	8,875	94.55	35,329	94.51	22,068	93.28	5,649	93.42	16,228	92.4
	Analfabetas	477	5.08	1,762	4.71	1,344	5.68	366	6.05	1,218	6.94
	No especificado	35	0.37	291	0.78	247	1.04	32	0.53	117	0.67
Nivel de escolaridad	Sin escolaridad	499	5.32	1,784	4.77	1,320	5.58	358	5.92	1,091	6.21
	Primaria completa	2,706	28.83	8,835	23.63	7,194	30.41	2,040	33.74	6,135	34.93
	Secundaria completa	2,962	31.55	9,550	25.55	7,446	31.47	1,609	26.61	5,042	28.71
	Estudios técnicos o comerciales con primaria	33	0.35	261	0.7	85	0.36	18	0.3	44	0.25
	Grado promedio de escolaridad	8	N.A.	9	N.A.	8	N.A.	8	N.A.	8	N.A.

Fuente: <https://www.gob.mx/conabio>

Nota: N.A. No es aplicable

Conflictos Sociales. En el censo de población de 2010, también se consultó a los encuestados sobre los conflictos que identifican en sus comunidades. Los resultados de los conflictos identificados en las localidades del SAR se presentan en el anexo XX.

El principal problema que reconocen los pobladores en las localidades de San Antonio Ometusco, San Miguel Ometusco, Tetepantla (San Nicolás Tetepantla), Santo Domingo Aztacameca y Santa Ana es la falta de empleo o emigración.

Respecto a si existen conflictos generados por la posesión o propiedad de terrenos, predios o solares, San Antonio Ometusco, San Miguel Ometusco, Santo Domingo Aztacameca y Xala aceptan que si hay en sus localidades este tipo de problemas.

En Atla (Tecuautitlán Atla) el principal problema es la delincuencia y la inseguridad, mientras que el Ejido Buenavista (La Mocha) dice tener ninguna problemática.

Infraestructura social y de comunicaciones Educación: A nivel municipal, la educación básica cuenta con 22 jardines de niños y 22 primarias. La educación media básica tiene 11 telesecundarias, una secundaria técnica agropecuaria y dos secundarias generales. En la educación media superior cuenta con cuatro preparatorias estatales.

Deporte: Cuenta con dos centros deportivos que tienen cancha de futbol soccer/frontón/de basquetbol/futbol rápido/de voleibol.

Vías de comunicación: La infraestructura vial está compuesta por vialidades de carácter regional, primario y secundario, las cuales permiten la intercomunicación con otros municipios de la región como Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides y Temascalapa, así como con el Estado de Hidalgo. La vialidad Gregorio Aguilar es la principal vía de acceso a la cabecera municipal, tanto al norte como al sur, comunica a los poblados de Barrio Tlamapa, San Miguel Atepoxco y Santo Domingo Aztacameca (por la zona norte) y con la cabecera municipal de Otumba (en la zona sur). La red carretera del municipio está pavimentada en un 83.9 %, mientras que el restante 16.1 % no está pavimentado.

En el Anexo XX se presentan fichas de la infraestructura social y de comunicaciones que tienen las localidades en el SAR.

Sociales Municipio de Nopaltepec

Nopaltepec cuenta con los Arcos del Padre Tembleque, obra arquitectónica construida en el siglo XVI, ubicada a 9 km de la cabecera municipal.

En la cabecera municipal se encuentra el templo parroquial de Santa María de la Asunción que aún conserva retablos antiguos; los templos católicos de las comunidades son de arquitectura austera y datan del siglo XVII y XVIII.

La fiesta patronal principal se realiza el 15 de agosto en la cabecera municipal, con una procesión en la madrugada en la que las calles se tapizan con tapetes elaborados de aserrín teñido de colores, hay fuegos pirotécnicos, música de banda o mariachi que acompañan la procesión.

Conflictos Sociales San Miguel Atepoxco identifica que los principales problemas son la drogadicción y el alcoholismo, y la falta de empleo y migración, siendo este su principal problema.

Infraestructura social y de comunicaciones Educación: La educación básica cuenta con cinco escuelas de preescolar y cinco de primaria. La educación media básica con tres secundarias y en educación media superior hay una preparatoria; tiene además 3 bibliotecas públicas. Deporte: Cuenta con un centro deportivo.

Vías de comunicación: tienen una extensión de 15 kilómetros, 1.2 está pavimentado y 13.8 revestido. La autopista federal que cruza el municipio, lo comunica con San Juan Teotihuacán, San Martín de las Pirámides, Axapusco, Otumba y Temascalapa; también facilita la comunicación con el estado de Hidalgo (Pachuca y Tulancingo principalmente), así como con la Ciudad de México. La autopista Arco Norte atraviesa una parte del norte del Municipio, se comunica con el estado de Puebla, la autopista México-Querétaro y la ciudad de Toluca.

Sociales Municipio de Otumba

En la cabecera municipal se encuentra el ex-convento de la Purísima Concepción, construcción franciscana del siglo XVI; también cuenta con el museo Gonzalo Carrasco, ubicado en la casa de cultura. La fiesta principal se efectúa del 7 al 13 de diciembre y en el atrio de la iglesia se elabora una alfombra de flores, se realizan las tradicionales mañanitas y danza de moros y cristianos. Cada localidad celebra a su santo patrono.

En el municipio, a menor escala, se realizan trabajos de alfarería, tallado de maderas finas, ebanistería, trabajan la obsidiana, el ónix y el vidrio estirado. En Otumba de Gómez Farías se ubica un balneario de nombre Los Pajaritos.

Conflictos sociales

Las localidades de San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco) ubican como su principal problema la falta de equipamiento o servicios de salud y Barrio Xamimilolpa (Xolpa) la falta de empleo o emigración.

Infraestructura social y de comunicaciones Educación: a nivel municipal la educación básica cuenta con 22 escuelas de preescolar y 18 de primaria. En educación media básica hay 14 secundarias y en educación media superior hay cuatro planteles y una escuela de formación para el trabajo; tiene además tres bibliotecas públicas.

Deporte: tiene una cancha de fútbol y un parque con juegos infantiles.

Vías de comunicación: La carretera Nopaltepec-Otumba (vía San Miguel Atepoxtco) comunica las comunidades de San Felipe Teotitlán y San Miguel Atepoxtco con la cabecera municipal; también comunica al municipio con Axapusco y Temascalapa.

La carretera Nopaltepec/Otumba (vía Zuapayuca) comunica la comunidad de San Felipe Teotitlán y la cabecera municipal con la Ciudad de Otumba, cruza territorio del municipio de Axapusco y se conecta con la carretera Ciudad Sahagún-Otumba.

Sociales Municipio de Emiliano Zapata

En el municipio se encuentra la iglesia de San Lorenzo, de arquitectura modernista. Las fiestas del municipio se realizan el 2 de febrero, el día de la Candelaria en la que se celebra la purificación de las semillas, el 3 de mayo la fiesta de la Santa Cruz, en la que hay juegos pirotécnicos y mecánicos, y el 12 de diciembre la fiesta de la virgen de Guadalupe.

El municipio es reconocido por el servicio de curanderos para aliviar a las personas con limpias utilizando la herbolaria. Artesanalmente se dedican a la elaboración de cuadros de madera y accesorios para la charrería.

Conflictos sociales La localidad de Santa Clara ubica a la emigración y la falta de empleo como el principal problema social.

Infraestructura social y de comunicaciones Educación: existen 10 escuelas de nivel preescolar, siete primarias, dos secundarias y dos planteles de bachillerato; además cuenta con bibliotecas públicas.

Deporte: cuenta con un centro deportivo en el cual se encuentran canchas de fútbol, voleibol, frontón, atletismo y basquetbol, así como un pequeño campo de beisbol, y también con siete campos de fútbol, dos campos de béisbol y una pista de atletismo.

Vías de comunicación: existe una extensión de la carretera estatal que le permite comunicarse con el resto del estado y el país. La mayoría de sus comunidades están comunicadas por carreteras asfaltadas y de terracería.

Sociales Municipio de Tepeapulco

En el municipio se encuentra la Parroquia y ex-convento de San Francisco, edificado por los frailes franciscanos en 1528, lugar donde vivió Fray Bernardino de Sahagún. También cuenta con una edificación llamada Caja de Agua, que es el remate del acueducto que recorre desde la Hacienda de Alcantarillas hasta Tepeapulco, construida en el siglo XVI. Tiene un museo arqueológico ubicado en el claustro debajo del ex-convento de San Francisco, que mantiene una exhibición de piedras arqueológicas encontradas en el sitio de Jiguingo, localizado al pie del cerro Xihuingo, a tres kilómetros de la ciudad de Tepeapulco, sitio localizado fuera del SAR. En Tepeapulco se realiza la fiesta a Nuestro Padre Jesús el 2 de enero, y el 5 de enero se realiza una festividad con juegos mecánicos para los niños. En las fiestas patrias se realiza una representación de la toma de la alhóndiga de Granaditas. El 4 de octubre celebran la fiesta de San Francisco de Asís, quien es considerado el patrono de Tepeapulco.

Conflictos sociales La localidad de Irolo manifiesta que existen conflictos por preferencias electorales, por delincuencia, alcoholismo y drogadicción; sin embargo, su principal problemática es la de servicios o equipamiento.

Infraestructura social y de comunicaciones Educación: a nivel preescolar cuenta con 26 escuelas, a nivel primaria existen 39 planteles y a nivel secundaria hay 15 escuelas; en el nivel medio superior la oferta es de seis escuelas para la capacitación del trabajo, tres centros de nivel profesional medio, y cuatro bachilleratos. En cuanto a educación especial, existe un centro psicopedagógico, una escuela y un aula de apoyo. El municipio cuenta además con tres bibliotecas públicas.

Deporte: Tiene un estadio de fútbol con pista de atletismo tipo olímpico, un estadio de beisbol, canchas de tenis, canchas de fútbol, auditorios con canchas para voleibol y basquetbol, auditorios con cuadriláteros para boxeo y lucha libre, un club deportivo, club aeróbico, danza, fisicoculturismo, jazz, karate y tae kwon do.

Vías de comunicación: cuenta con una longitud de red carretera de 51.1 km, de los cuales 2.3 km son troncal federal, también conocido como principal o primaria, 39.7 km de alimentadores estatales y 9.1 km de caminos rurales, refiriéndose éstos a terracería. En cuanto a la red ferroviaria, cuenta con 40 km y dos estaciones, Ciudad Sahagún e Irolo, que comunican con la Ciudad de México, Pachuca y Veracruz.

IV. 6 Diagnóstico Ambiental

El diagnóstico ambiental tiene como objetivo, conocer el estado actual en que se encuentran los subsistemas ambiental y social del SAR, previo al inicio de las obras del proyecto; a efecto de que esta información se utilice como línea base o línea cero. El diagnóstico considera el estado actual de los componentes ambientales, los factores de presión natural y social, la identificación de los componentes ambientales críticos y la tendencia de los componentes ambientales. Este conocimiento permitirá evaluar los impactos que podrían generarse por la inserción del proyecto en el SAR, para la definición de las medidas de mitigación y prevención más adecuadas que promuevan la compatibilidad entre el proyecto y el medio ambiente en un contexto de sustentabilidad. El diagnóstico ambiental se realizó considerando los resultados de la caracterización ambiental presentada en los apartados previos de este capítulo y comprende las siguientes etapas:

1. Conceptualización de la estructura del Sistema Ambiental Regional e identificación de los factores de presión y componentes ambientales críticos.
2. Estado actual y tendencias de componentes ambientales y factores de presión.

IV.6.1 Conceptualización de la estructura del Sistema Ambiental Regional e identificación de los factores de presión y componentes ambientales críticos.

En la figura IV.38 se esquematiza la relación del medio socioeconómico con el medio natural y los principales efectos en los atributos ambientales. Este esquema se preparó con la participación del grupo de expertos que colaboró en este estudio. En la tabla IV.27 se presentan los atributos de los componentes ambientales y los indicadores de su estado; asimismo se plantean los indicadores sugeridos para monitorear a dichos atributos.

Tabla IV.27 Componentes ambientales, atributos e indicadores en el SAR del proyecto EVM II

Componente	Atributo	Indicador
Atmósfera	Calidad del Aire	Concentración NO ₂
		Emisión de NO _x y CO
	Confort sonoro	Nivel sonoro
Geomorfología	Relieve	Superficie afectada
Suelos	Estabilidad Edáfica	Riesgo de erosión
	Usos del suelo	Superficie que cambió uso
	Calidad del suelo	Superficie que cambiará la calidad
Hidrología superficial	Drenaje superficial	Cambio en el patrón drenaje
Hidrología subterránea	Volumen de agua aprovechada	Disponibilidad
Vegetación	Cobertura	Superficie afectada
	Especies protegidas	Número de especies protegidas presentes
Fauna	Especies protegidas	Número de especies protegidas presentes
	Áreas de importancia para la fauna	Áreas de alimentación, descanso afectadas
	Hábitats	Diversidad de hábitats
Paisaje	Calidad intrínseca	Continuidad de cubierta vegetal

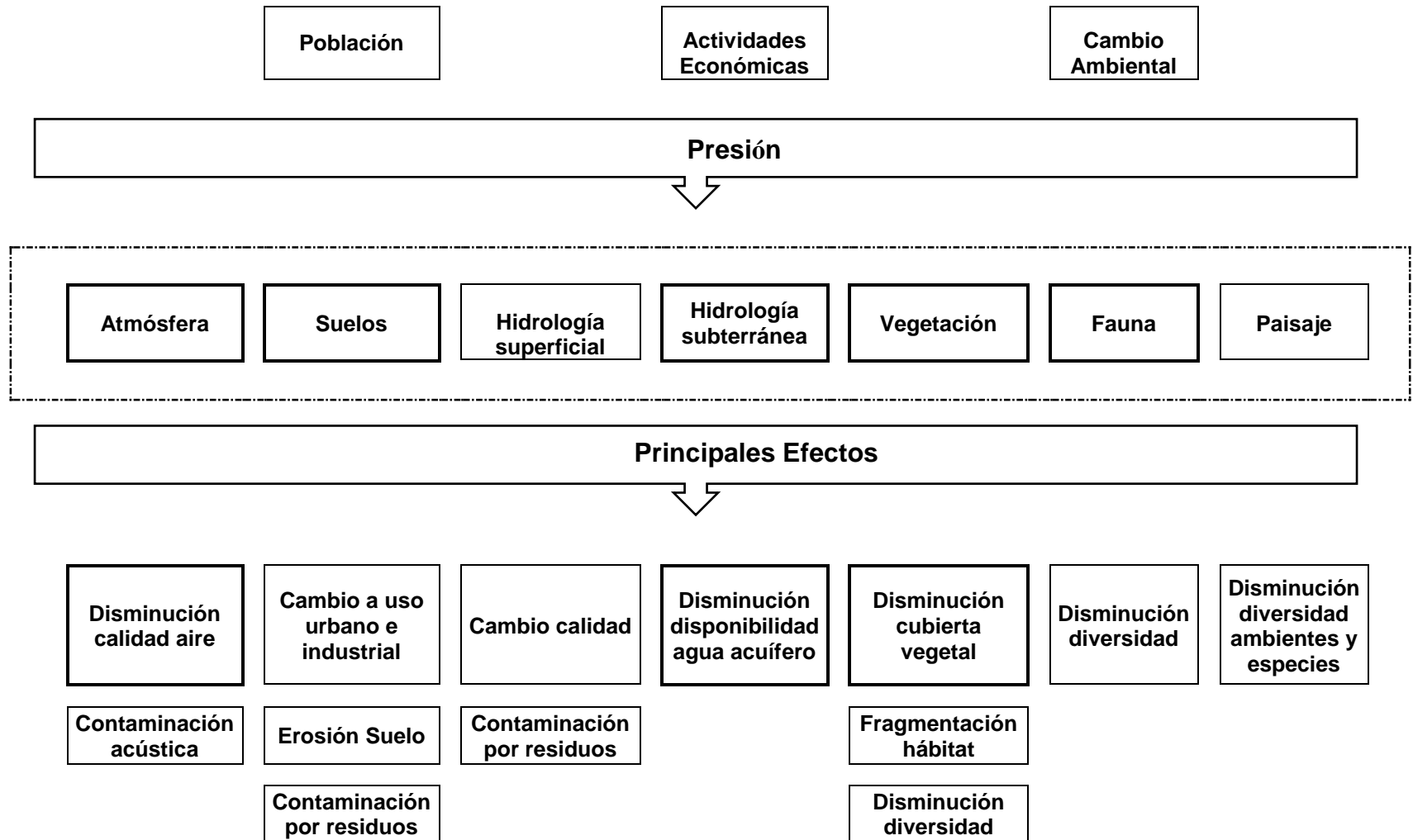


Figura IV.38 Esquema de principales efectos ambientales en el SAR provocados por la población y actividades económicas

En el SAR, la población y las actividades económicas son los principales factores del subsistema socioeconómico que ejercen presión sobre los componentes ambientales, por la constante demanda de territorio y de recursos naturales (por ejemplo agua); y la emisión de contaminantes sólidos, líquidos y gaseosos. Por otra parte, el cambio ambiental (climático, desertización, entre otros) también ejerce presión en los componentes ambientales. Los principales efectos se reflejan en la disminución de la calidad del aire, la disminución de la disponibilidad de agua del acuífero y la disminución de la cubierta vegetal. De estos, la disponibilidad de agua del acuífero Cuautitlán-Pachuca y la cubierta de la vegetación son los atributos ambientales críticos en el SAR, ya que su escasez es una fuerte limitante para el desarrollo humano. .

IV.6.2 Estado actual y tendencias de componentes ambientales y factores de presión.

De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por E. García (1988), en el Sistema Ambiental Regional predominan dos tipos de climas que pertenecen al tipo templado subhúmedo con verano fresco **-C** -C(w1)(i)g- y **BS** -BS1kw(i)- semiárido, con cociente de precipitación/temperatura mayor a 22,9 por lo que se clasifican como los menos secos de los BS. Los vientos dominantes en el SAR provienen principalmente del suroeste.

En el SAR existe una buena calidad del aire, la cual es afectada principalmente por los gases contaminantes que emiten los vehículos automotores; los contaminantes generados por fuentes fijas son mínimos ya que las actividades industriales son escasas, entre ellas, la actual Central Energía del Valle de México I y la industria establecida en Ciudad Sahagún, en donde operan empresas como Bombardier Transportation (firma que adquirió a Concarril); Plásticos Automotrices de Sahagún (Padsa); Guderson Concarril; ASF-K de México y Dina Camiones. Otras actividades que impactan en la calidad del aire son la quema de pastos antes de la época de siembra y los incendios forestales. Los principales contaminantes atmosféricos son los óxidos de azufre (SO_x), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO₂) y a estos se les suman las Partículas Suspendidas Totales provenientes de zonas de construcción y tolvaneras que se generan en los terrenos agrícolas y en las zonas de explotación de bancos de materiales. Con respecto al ruido, este se incrementa en las localidades urbanas y semiurbanas del SAR por el tráfico vehicular y las actividades sociales y económicas que se realizan en estas áreas, en las áreas industriales como la Central Energía del Valle de México I y Ciudad Sahagún; así como una línea de ferrocarril en el límite oriente del SAR y la red de carreteras que comunican a Axapuco con las comunidades circunvecinas.

Geomorfológicamente el SAR presenta lomeríos con pendientes menores al 10% en sentido este-oeste y por pequeños cerros entre los cuales se encuentran llanuras que son utilizadas para las actividades agrícolas, en terrenos ejidales. Entre los cerros destacan el Tepayotl, Tlacoyo, Santa Ana Tesoyo, Jaltepec y el de Las Campanas. Todos estos cerros tienen una altitud entre los 2,400 y 2,800 m sobre el nivel del mar.

Edafológicamente, una parte de la superficie del SAR es considerada una de las zonas más críticas por su condición de aridez, es decir, representa una superficie con alto potencial de desertificación.

De acuerdo con el Comisión Nacional del Agua, el SAR se encuentra inmerso en el acuífero Cuautitlán-Pachuca. De acuerdo con el balance de aguas subterráneas, la recarga total media

anual que recibe este acuífero es de 356.7 millones de m³/año, integrada por la suma de la entrada por flujo subterráneo de 115.8 millones de m³/año y la recarga vertical de 240.9 millones de m³/año. Las salidas del acuífero corresponden totalmente a la extracción de 751.3 millones de m³/año, ya que no existen salidas naturales del acuífero. El balance del acuífero es de - 394.6 millones de m³/año, el signo negativo indica que existe un minado de la reserva del acuífero, lo que provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea. El balance hidrológico es negativo, lo que indica que el acuífero se encuentra en condición de sobreexplotación desde hace varias décadas, al ser superior el volumen de extracción al valor de la recarga, situación que compromete el desarrollo sostenible de los sectores productivos que se abastecen de este acuífero.

En conclusión, en el acuífero Cuautitlán-Pachuca no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones o asignaciones; por lo anterior este recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para evitar que se agrave la sobreexplotación del acuífero, por lo que es un atributo crítico para el desarrollo de la región.

En el SAR, los ecosistemas terrestres han sido intervenidos y transformados desde hace varios siglos, por lo que actualmente el paisaje se encuentra dominado por áreas dedicadas a actividades agropecuarias, en donde se produce una gran variedad de cultivos, pero sobre todo avena y trigo. La distribución de las comunidades vegetales está restringida a áreas poco accesibles, como los cerros y las cañadas. El 83.75% del área del SAR corresponde a terrenos dedicados a la agricultura, el 4.78% es ocupado por pastizales inducidos, las zonas urbanas ocupan el 1.83%; el resto de la superficie del SAR la ocupan varias comunidades vegetales: vegetación secundaria de bosque de encino y de pino encino 5.17%, matorral crasicaule (de tallos carnosos) 4.02% y bosque cultivado de eucalipto, pirul y casuarina 0.27%.

Particularmente el predio donde pretende desarrollarse el proyecto **EVM II** se conforma por parcelas dedicadas a agricultura de temporal, encontrándose algunos árboles de Pirúl (*Schinus molle*) e individuos de Maguey pulquero (*Agave salmiana*), Nopal tunero (*Opuntia albicarpa*, *O. megacantha* y *O. streptacantha*). En alguna zona del predio existen cercos vivos formados por magueyes y nopales, dichos cercos tienen la función de dividir las parcelas y de estas plantas pueden obtenerse productos como el pulque, la tuna y las pencas del nopal como verdura.

La agricultura que se practica en el SAR es poco tecnificada, se ocupan grandes extensiones de terreno y los rendimientos que se obtienen son bajos, afectándose grandes extensiones de terrenos originalmente ocupados por matorral crasicaule y exponiendo el suelo a la erosión. En el SAR los campesinos también acostumbran desmontar terrenos ocupados por vegetación natural para inducir el crecimiento de pastizales y mantener la producción de biomasa a través de quemadas periódicas que impiden la regeneración de las comunidades originales.

La única especie de planta registrada en el SAR con estatus de Amenazada, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponde a *Dasyllirion acrotiche*.

Con respecto a la riqueza de fauna, se registraron 63 especies de vertebrados: tres de anfibios, nueve de reptiles, 33 de aves y 18 de mamíferos. De dichas especies, nueve encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estas, tres están sujetas a protección especial (*Rana montezumae*, *Sceloporus grammicus* y *Salvadora*

bairdi) y las otras está clasificada como amenazada (*Phrynosoma orbiculare*, *Pituophis deppei*, *Thamnophis eques*, *Crotalus ravus*, *Choeronycteris mexicana* y *Taxidea taxus*)).

Desde el punto de vista social, en los municipios del SAR, el grado de marginación es muy bajo para Tepeapulco y Emiliano Zapata, bajo para los municipios de Otumba y Nopaltepec, y de grado medio para el municipio de Axapusco.

Las localidades con un grado de marginación alto son San Miguel Ometusco, San Nicolás Tetepantla y Santa Ana, y muy alto Ejido Buenavista, todas ellas pertenecientes al municipio de Axapusco. Estas localidades presentan desventajas sociales como: la residencia en viviendas inadecuadas, la carencia de bienes y la falta de acceso a la educación. Fray Bernardino de Sahagún (Ciudad Sahagún) es la localidad con el menor índice de marginación (-1.474), lo que la define con un grado de marginación muy bajo.

La mayoría de las localidades del SAR no cuentan con servicios de hospitalización, el cual es ofrecido solo en: Tepeapulco (cab.), Axapusco (cab.), Jaltepec y Santo Domingo Aztacameca.

De acuerdo con el censo 2010, las localidades con la mayor cobertura de los servicios de luz eléctrica, agua entubada de la red pública y drenaje son: Irolo con el 98.72% y Santa Clara con 97.74%, mientras que las localidades que presentan mayores carencias son: San Miguel Ometusco con un 61.36% y el Ejido Buenavista (La Mocha).

En lo relativo a las actividades económicas a nivel municipal, los datos del censo de 2010 reflejan que el mayor porcentaje de población se ocupa en el sector secundario y terciario, a pesar de que en el SAR la mayoría son localidades rurales, lo que supondría que la principal actividad económica se desarrollaría en el sector primario; así, en Axapusco, Nopaltepec y Otumba, en el Estado de México, sólo alrededor del 20% de la población ocupada participa en el sector primario y en Emiliano Zapata y Tepeapulco, en Hidalgo, la población ocupada en este sector es menor del 10%.

Los municipios que se consideran con una vocación claramente agropecuaria son Nopaltepec, Axapusco y Otumba, según datos de sus planes de desarrollo municipal. Si bien la mayor superficie del territorio en esta zona se destina a actividades agropecuarias, en los últimos años ha venido perdiendo su potencial debido al abandono, la falta de calidad de los suelos y la poca disponibilidad de agua, así como el poco apoyo con que cuenta el sector primario.

En la década de los años cincuenta del siglo pasado, con la creación del Parque Industrial Hidalgo (Ciudad Sahagún) en el municipio de Tepeapulco, se tuvo un gran impacto en la región, sobre todo en los municipios colindantes, Emiliano Zapata, Hidalgo y Axapusco en el estado de México; principalmente Jaltepec se benefició porque se localiza muy cerca del parque industrial. Desde esa década, el desarrollo industrial que se ha generado en esta zona es de vital importancia para su economía. El sector secundario se ha ido incrementado en el SAR debido al establecimiento de microempresas maquiladoras, siendo significativo en los municipios de Emiliano Zapata y Tepeapulco. En el municipio de Otumba, una de las instalaciones industriales de mayor importancia es una fábrica de componentes electrónicos ubicada a la entrada de la cabecera municipal, pero también destaca la presencia de talleres de maquila textil (maquila de prenda de vestir) a nivel doméstico, establecidos principalmente de manera clandestina. En este municipio se han reportado 148 unidades económicas de la industria manufacturera.

El comercio al menudeo es el que concentra el mayor número de unidades económicas en los cinco municipios del SAR. Es además la actividad económica que mayor número de personal ocupado registra (a excepción de Tepeapulco, donde el mayor número de empleados se encuentra en la industria), siendo las mujeres quienes tienen mayor concurrencia en esta ocupación.

IV.6.3 Tendencias de los factores de presión y de los componentes ambientales críticos

El crecimiento de la población y las actividades productivas son los factores que ejercen presión sobre los componentes ambientales, las principales tendencias identificadas se presentan a continuación.

En el SAR la población en las localidades de los municipios del Estado de México ha crecido rápidamente, entre 1990 y 2010 la mayoría de las localidades tiene porcentajes de crecimiento por arriba del 40% (tabla IV. 28). En contraste las localidades en los municipios del estado de Hidalgo tuvieron crecimientos más modestos, Irolo fue la localidad que tuvo el mayor incremento, pero sólo fue del 23%.

Por otra parte, el porcentaje de crecimiento de las viviendas en el SAR fue mayor que el de la población, en el mismo periodo (tabla IV.29.). En este caso, también el porcentaje de crecimiento fue mayor en las localidades del Estado de México y otro patrón detectado, es que en las localidades rurales el crecimiento del número de viviendas fue mayor que en las localidades urbanas y semiurbanas.

El gobierno del estado de Hidalgo tiene programado reactivar la actividad industrial en Ciudad Sahagún, la cual se abatió entre 1986 y 2002 debido al cierre de varias industrias grandes (Renault, National Castings de México -anteriormente fue Siderúrgica Nacional-, Dina Camiones). Dicho gobierno, ha conceptualizado un nuevo desarrollo industrial denominado Corredor Industrial del Altiplano, que va desde Ciudad Sahagún hasta Emiliano Zapata.

De mantenerse la tendencia de crecimiento de la población y de la vivienda; y de materializarse el nuevo desarrollo industrial en Hidalgo, se incrementará la presión sobre el ambiente, por lo que se requerirá establecer estrategias de aprovechamiento y conservación de los factores ambientales, sobre todo de los atributos críticos, para promover el desarrollo del SAR con criterios de sustentabilidad.

La tendencia de estos factores críticos se describe a continuación.

Vegetación.- históricamente, la vegetación en el SAR ha sido intervenida con diferentes intensidades para crear y expandir asentamientos humanos; para aprovechar bancos de materiales, desarrollar obras de infraestructura, así como para desarrollar actividades agropecuarias. Las comunidades vegetales que se distribuían en el SAR han sido transformadas, y se encuentran relictos de ellas en sitios inaccesibles como cerros y cañadas, dado el grado de aislamiento en que se encuentran algunos manchones de vegetación, es poco probable que de manera natural ocurra su conservación a mediano y largo plazo, por lo que se requerirá establecer prácticas de manejo y protección para coadyuvar a su conservación.

Atmósfera: actualmente la calidad del aire en el SAR es adecuado, aún con el establecimiento del proyecto **EVM II** se mantendrán condiciones adecuadas de calidad del aire (NO_x, SO_x, PST). Para mantener la calidad sin cambios significativos se requerirá que las nuevas industrias implanten sistemas de control de emisiones. Un reto importante en el SAR será evitar que la concentración de Partículas Suspendidas Totales, en particular PM₁₀, se mantengan dentro de los límites aceptables, la mayor dificultad será controlar las tolvaneras que se originan en la temporada seca, en los terrenos que se dedican a la agricultura.

Hidrología subterránea: de acuerdo con el balance hídrico, desde hace décadas el acuífero Cuautitlán-Pachuca ha sido sobreexplotado, por lo que de no revertirse el balance negativo existe el riesgo de agotar esta fuente importante de suministro de agua. Se requiere que todos los actores que hacen uso del acuífero adopten medidas de uso eficiente y de reutilización del agua, con el fin de disminuir gradualmente la sobreexplotación y en el futuro establecer una administración del acuífero que promueva un balance positivo para el acuífero.

Tabla IV.28 Crecimiento de la población en el SAR del proyecto EVM II en el periodo 1990-2010

Nombre de la localidad	Población 1990	Población 1995	Población 2000	Población 2005	Población 2010	Porcentaje de crecimiento 1990 a 2010
Estado de México, Municipio de Axapusco						
Axapusco	2283	2840	3004	3269	3324	45.60
Atla (Tecauitlán Atla)	401	435	556	573	590	47.13
Ejido Buenavista (La Mocha)	Viene del municipio Otumba (065) con clave de localidad (0054).					50
Jaltepec	3878	4373	4739	4736	5001	28.96
San Antonio Ometusco	454	395	451	411	442	-2.64
San Miguel Ometusco	263	289	300	304	346	31.56
Santa Ana	58	70	79	104	113	94.83
Santo Domingo Aztacameca	1835	2014	2404	2713	3012	64.14
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	239	215	250	365	452	89.12
Xala	676	782	929	914	890	31.66
Estado de México, Municipio de Nopaltepec						
Nopaltepec	2156	2777	3209	3224	3467	60.81
San Felipe Teotitlán	2276	2689	3064	3625	3974	74.60
San Miguel Atepocho	702	860	1073	1180	1231	75.36
Estado de México, Municipio de Otumba						
Otumba De Gomez Farias	6565	8052	8731	9242	10097	53.80
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	1319	1653	1918	1880	2136	61.94
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	324	347	295	320	334	3.09
Ejido Buenavista (La Mocha)	37	73	37	35		
Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata						
Santa Clara	1383	1533	1510	1419	1571	13.59
Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco						
Tepeapulco	13226	13844	14171	14151	15244	15.26
Fray Bernardino De Sahagún (Ciudad Sahagún)	27917	27457	28231	28609	28556	2.29
Irolo	1423	1636	1616	1569	1759	23.61

Tabla IV.29 Crecimiento de las viviendas en las localidades del SAR del proyecto EVM II en el periodo 1990-2010

Nombre de la localidad	Total de viviendas habitadas 1990	Total de viviendas habitadas 1995	Total de viviendas habitadas 2000	Total de viviendas habitadas 2005	Total de viviendas habitadas 2010	Porcentaje crecimiento viviendas
	Estado de México, Municipio de Axapusco					
Axapusco	443	595	691	806	843	90.29
Atla (Tecauautlán Atla)	83	91	122	139	143	72.29
Ejido Buenavista (La Mocha)	Viene del municipio Otumba (065) con clave de localidad (0054).				13	
Jaltepec	703	857	1070	1093	1195	69.99
San Antonio Ometusco	90	80	95	96	113	25.56
San Miguel Ometusco	54	57	62	68	88	62.96
Santa Ana	12	18	23	28	35	191.67
Santo Domingo Aztacameca	330	393	534	618	761	130.61
Tetepantla (San Nicolás Tetepantla)	47	43	51	81	102	117.02
Xala	130	175	225	222	243	86.92
Localidad	Estado de México, Municipio de Nopaltepec					
Nopaltepec	445	608	770	783	910	104.49
San Felipe Teotitlán	442	584	728	874	1008	128.05
San Miguel Atepocho	125	179	225	275	311	148.80
Localidad	Estado de México, Municipio de Otumba					
Otumba De Gomez Farias	1330	1797	1953	2134	2510	88.72
San Marcos (San Marcos Tlaxuchilco)	294	368	457	467	552	87.76
Barrio Xamimilolpa (Xolpa)	60	68	70	80	86	43.33
Ejido Buenavista (La Mocha)	7	15	8	8		
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata					
Santa Clara	282	334	352	349	399	41.49
Localidad	Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco					
Tepeapulco	2675	2986	3276	3449	3908	46.09
Fray Bernardino De Sahagún (Ciudad Sahagún)	6072	6320	7017	7622	8004	31.82
Irolo	270	346	383	396	470	74.07

LITERATURA CITADA

- Aguilar Miguel, X. & G. Casas-Andreu. 2009.** Anfibios y reptiles. pp: 125-130. en “La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado”. G. Ceballos, R. List, Gloria Bibby, C.J, N.D. Burgess y D.A.Hill. 1992. Bird census techniques. Academic Press, 257 pp.
- Álvarez Romero, J. G., R. A. Medellín, A. Oliveras de Ita, H. Gómez de Silva y O. Sánchez. 2008.** Animales exóticos en México: una amenaza para la biodiversidad. CONABIO-UNAM-SEMARNAT, 518 pp.
- American Ornithological Union. 2017.** Check list of North American Birds. <http://www.aou.org/checklist/north/full.php>. Consultado el 17 de abril de 2017.
- Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez & E. Loa (coordinadores). 2000.** Regiones terrestres prioritarias de México. Escala de trabajo 1:1 000 000. CONABIO.
- Benítez, H., C. Arizmendi y L. Marquez. 1999.** Base de Datos de las AICAS. CIPAMEX, CONABIO, FMCN y CCA. México.(<http://www.conabio.gob.mx>).
- Berlanga, H., V. Vargas, V. Rodríguez & C. Galindo-Leal. 2012.** Aves comunes de la ciudad de México. Guía de campo. CONABIO, 9 pp.
- Bonhan, C.D. 1989.** Measurements for terrestrial vegetation. Wiley-Interscience, Nueva York.
- Brummitt, R.K. and Powell C.E. (eds.) 1992.** Authors of Plant Names. Royal Botanic Gardens, Kew. Kew. 732 p.
- Carrillo E. 2008.** Casos prácticos para muestreo e inventarios forestales. División de ciencias forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 172 p.
- Ceballos, G. & J. Arroyo-Cabrales. 2012.** Lista actualizada de los mamíferos de México 2012. Revista Mexicana de Mastozoología Nueva época 2(1):27-80.
- Ceballos, G. & V. Nava-Vargas. 2014.** *Bassariscus astutus* (Lichtenstein, 1830). Ring-tailed cat. pp:564-565. En: Mammals of Mexico. G. Ceballos (Ed.). John Hopkins University Press
- Comisión Estatal de Parques Naturales y de la Fauna (CEPANAF). 2014.** Áreas naturales protegidas del Estado de México. Gobierno del Estado de México, 20 pp.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), (1997).** Provincias biogeográficas de México. Escala 1:4 000 000. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México, D. F.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), 1998.** La diversidad biológica de México: Estudio de país, 1998. Comisión para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

- Comisión del Agua del Estado de México (CAEM), 2004.** Prontuario de Información Hidráulica del Estado de México. Sistema Estatal de Información del Agua. México.
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), 2002.** Determinación de la Disponibilidad de Agua en el Acuífero Cuautitlán-Pachuca, Estado de México e Hidalgo. Gerencia de Aguas Subterráneas. México. Diario Oficial de la Federación del 20 de abril de 2015, 18 p.
- Conabio-Conanp-TNC-Pronatura-FCF, UANL. 2007.** Análisis de vacíos y omisiones en conservación de la biodiversidad terrestre de México: espacios y especies. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, The Nature Conservancy Programa México, Pronatura, A.C., Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
- CONAFOR-SEMARNAT.** Bases de datos ambientales en línea: <http://www.semarnat.gob.mx/informacionambiental/badesniarn/Pages/badesniarn.aspx>; consultada agosto de 2011.
- Conesa Fdez-Vítora, V., 1995.** Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa. 2ª. Ed. España. 390 pp.
- Cotler, H., 2004.** El manejo integral de cuencas en México, estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. SEMARNAT. México, D.F., pp. 11-17.
- Cronquist, A. 1981.** An Integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York. 1261 p.
- Cronquist, A. 1985.** An Integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, New York. 1261 p.
- Cruichshank, G., 2003.** La cosecha del agua. SEMARNAT-CONAGA. México, D.F.
- Diario Oficial de la Federación, 2017.** ACUERDO por el que se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México, Región Hidrológico-Administrativa Aguas del Valle de México. DOF del 14 de septiembre de 2017. 10 p.
- Challenger, A. 1998.** Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México: pasado, presente y futuro. Comisión Nacional para el Uso y Conocimiento de la Biodiversidad, Instituto de Biología de la UNAM y Agrupación Sierra Madre S.C., México.
- Challenger, A., y J. Soberón. 2008.** Los ecosistemas terrestres, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México, pp. 87-108.
- Chambers, C.J. and R.W. Brown. 1983.** Methods for vegetation sampling and analysis on revegetated mined lands. USDA - Forest Service. General Technical Report INT-151. USA. 57 p.

- Chávez, C., G. Ceballos, R. List, I. Salazar & L. A. Espinoza Ávila. 2009.** Mamíferos. pp:145-152. en “La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado”. G. Ceballos, R. List, Gloria Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano Quintanar, E. Collado y J. E. San Román. Gobierno del Estado de México.
- Dahlgren, R.M.T; H.T. Clifford y P.F. Yeo. 1985.** The families of monocotyledons. Springer-Verlag, Berlín. 520 p.
- De Sucre Medrano, A., P. Ramírez Bastida, H. Gómez de Silva & S. Ramírez-Varela. 2009.** Aves. pp:131-144. en “La diversidad biológica del Estado de México. Estudio de Estado”. G. Ceballos, R. List, Gloria Garduño, R. López-Cano, M. J. Muñozcano Quintanar, E. Collado y J. E. San Román. Gobierno del Estado de México.
- Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek & M. S. Foster, Eds.). Smithsonian Books, USA. Flores-Villela, O. & U. O. García-Vázquez. 2014.** Biodiversidad de reptiles en México. Revista Mexicana de Biodiversidad Supl. 85:S467-S475.
- Galindo Castillo E., Otazo Sánchez E. Ma., Reyes Gutiérrez L. R., Arellano Islas S. M., Gordillo Martínez A., González Ramírez C. A. (2010):** “Balance hídrico y afectaciones a la recarga para el año 2021 en el acuífero Cuautitlán Pachuca.”, GeoFocus (Informes y comentarios), nº 10, p. 65-90. ISSN:1578-5157
- García, E., 1988.** Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana), México. 217 p.
- García Calderón, N.E., P. Krasilnikov, M.A. Valera Pérez y E. Torres Terjo, Suelos. en Luna, I., J.J. Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007.** Biodiversidad de Franja Volcánica Transmexicana, UNAM, México, D.F. pp. 25- 32
- Gaceta del Gobierno del Estado de México, 2015.** Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Axapuco. Tomo CXCIX del 2 de junio de 2015. 120 p.
- Garza, G. (2006):** Macroeconomía de la Ciudad de México, México, Urban Age Mexico City Conference. Disponible en: http://www.urban-age.net/0_downloads/pdf_presentations/Mexico/C-1Garza.pdf
- Gobierno del Estado de México, 2006.** Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México. México.
- Gobierno del Estado de México, s/f,** Diagnóstico ambiental de la región III, Ecatepec. México. 35 p.
- Gobierno del Estado de México, 2007.** Diagnóstico Ambiental del Estado de México por Regiones Hidrográficas 2007, México, 109 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática-INEGI-, 1992.** Síntesis Geográfica del Estado de Hidalgo, SPP.

- González-García, F. 1992.** Avifauna de la Selva Lacandona, Chiapas, México. Pp 173-200. En: Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su Conservación (Vásquez-Sánchez, M. A y M. A. Ramos, eds), Publ. Esp. Ecosfera 1.
- González-Bernáldez, F., 1981.** Ecología y paisaje. H. Blume Ediciones. CD Y PAÍS Instituto Nacional de Ecología (INE)-Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), 2000. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera El Vizcaíno, México. 243, pp.
- Hall, E. R. 1981.** The mammals of North America. John Wiley and Sons, 2da. Ed., 2 vols.
- Howell, S.N.G. & S. Webb, 1995.** A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. 851 pp.
- Instituto Nacional de Ecología (INE) y Centro de Investigación y de Estudios Avanzados (CINVESTAV), 2009.** Propuesta metodológica para evaluar el grado de deterioro de los ecosistemas de manglar: El Caso Yucatán. INE-CINVESTAV.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). 2001.** Síntesis de Información Geográfica del Estado de México. 1Ed. Aguascalientes, Ags. 148 p.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Marco Geoestadístico, 2000.** INEGI-DGG. Superficies Nacional y Estatales. 1999.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (México).** Guía para la interpretación de cartografía: uso del suelo y vegetación: escala 1:250, 000: serie V / Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México, 2014.
- International Union of Soil Sciences-IUSC-, World Science Information-ISRIC-, FAO; 2006.** Base Referencial Mundial del Recurso Suelo: un marco conceptual para la clasificación, correlación y comunicación internacional. Informe sobre recursos mundiales de suelo 103. 117 p.
- Jaeger, R. G. 1994.** Transect sampling. Pp:103-106. en Standard Methods for amphibians. Measuring and monitoring biological diversity. (Heyer, W. R., M. A.
- Kohler, G y P. Heimes. 2002.** Stachelleguane. Herpeton. Verlag Elke Köhler. Alemania.
- Krebs, C. J. 1999.** Ecological methodology. 2nd. Ed. Addison-Wesley Educational Publishing Inc.
- Lande, R. 1996.** Statistics and partitioning of species diversity and similarity among multiple communities. Oikos 76:5-13.
- Lazcano-Barrero, et al. 1992.** Anfibios y Reptiles de la Selva Lacandona, Chiapas, México. pp 145-171. En: Reserva de la Biosfera Montes Azules, Selva Lacandona: Investigación para su conservación. (Vásquez-Sánchez, M. A. y Ramos, eds.).

- Lemos-Espinal, J. A. & J. R. Dixon. 2016.** Anfibios y reptiles de Hidalgo, México. CONABIO. 763 pp.
- Loreau, M. 2000.** Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity. *Ecology Letters* 3:72-76.
- Magurran, A. E. 1988.** Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179 pp.
- Maass, J.M, 2004.** La investigación de procesos ecológicos y el manejo integrado de cuencas hidrográficas: un análisis del problema de escala. En Cotler, H. (comp). El manejo integral de cuencas en México, estudios y reflexiones para orientar la política ambiental. SEMARNAT. México, D.F., pp. 49-62.
- Medellín, R. A., H. Arita y O. Sánchez H. 1997.** Identificación de los murciélagos de México. Clave de campo. Publicaciones Especiales, Asociación Mexicana de Mastozoología, A. C.
- Miranda, F. 1941.** Estudios sobre la vegetación de México I. La vegetación al sur de la meseta del Anahuac: El Cuajiotal. *Anales Inst. Biol. Univ. Nac. México.* 12: 569 - 614.
- Miranda, F. y E. Hernández X. 1963.** Los tipos de vegetación de México y su clasificación. *Bol. Soc. Bot. Méx.* 28: 29-179.
- Morán y Ribá. 1995.** Pteridoflora del estado de Morelos, México. Lista de familias, géneros y especies. *Acta Botánica.* Instituto de Ecología, A.C. México
- Moreno, C. E. 2001.** Métodos para medir la biodiversidad. M&T–Manuales y Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Moreno, C. E. 2000.** Métodos para medir la biodiversidad. Manuales & Tesis SEA, vol. 1. Zaragoza, 84 pp.
- Muñoz-Pedrerros, A., 2004.** La evaluación del paisaje. Una herramienta de gestión ambiental. *Revista Chilena de Historia Natural.* 77: 139-156.
- National Geographic Society. 2006.** Field guide to the birds of North America 4th. Ed. National Geographic Society, USA.
- Parra-Olea, G., O. Flores-Villela & C. Mendoza-Almeralla. 2014.** Biodiversidad de anfibios en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad Supl.* 85:S460-S466.
- Pérez Gil Salcido, R., F. Jaramillo Monroy, A. M. Muñoz Salcido & M. G. Torres Gómez. 1996.** Importancia económica de los vertebrados silvestres de México. PG7 Consultores, S. C.
- Pulido-Flores, G., S. Monks & J. Falcón-Ordaz. 2013.** Helmintos parásitos de algunos roedores (Mammalia: Rodentia) en San Miguel de Allende, Tepeapulco, Hidalgo, México.

Estudios Científicos en el estado de Hidalgo y zonas aledañas. G. Pulido-Flores & S. Monks (Eds.).

Ramírez-Bautista, A., U. Hernández-Salinas, U. O. García-Vázquez, A- Leyte-Manrique & L. Canseco-Márquez. 2009. Herpetofauna del Valle de México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo-CONABIO 213 pp.

Romahn de la V., C.F.; H. Ramírez M. y J.L. Treviño G. 1994. Dendrometría. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 354 p.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa, México.

Rzedowski, J. y R. Mcvaugh. 1966. La vegetación de Nueva Galicia. Contributions from the University of Michigan Herbarium 9:1–123.

Rzedowski, G. C. de, J. Rzedowski y colaboradores, 2005. Flora fanerogámica del Valle de México. 2a. ed., 1a reimp., Instituto de Ecología, A.C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán), 1406 pp.

Sarukhán, J., et al. 2009. Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Estado de México (SMAGEM), 2008. Bases de Diagnóstico: Identificación de Zonas Susceptibles a la Erosión en el Estado de México, Gobierno del Estado de México.

Sánchez-Herrera, O. & G. López-Ortega. 1988. A theoretical analysis of some indices of similarity as applied to biogeography. Folia Entomológica Mexicana 75:119-145.

Scott, J., Jr. 1994. Complete species inventories. Pp:78-83. en Standard Methods for amphibians. Measuring and monitoring biological diversity. (Heyer, W. R., M. A. Donnelly, R. W. McDiarmid, L.-A. C. Hayek & M. S. Foster, Eds.). Smithsonian Books, USA.

Servín, J. & E. Chacón. 2014. *Urocyon cinereoargenteus* (Schreber, 1775). pp:514-515. En: Mammals of Mexico. G. Ceballos (Ed.). John Hopkins University Press

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. Diario oficial de la Federación. Jueves 30 de diciembre de 2010. 78 p.

Secretaría de Programación y Presupuesto, 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. Coordinación General de los Servicios Nacionales de Estadística, Geografía e Informática.

- Schluter, D. y R. E. Ricklefs. 1993.** Species diversity: an introduction to the problem. In: Species diversity in ecological communities: historical and geographical perspectives, R. E. Ricklefs y D. Schluter (Eds). The University of Chicago Press, Chicago, pp. 1-12.
- Transelec, S.A. 2009.** DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelec: Línea Base de Paisaje. Golder Associates S.A., 25 pp.
- Vázquez. S. J. 1974.** Catálogo de las plantas contenidas en el Herbario L´Amagatall; Ciencia, México. México; 138 p.
- Valdez-Alarcón, M. & G. Ceballos. 2014.** Otospermophilus variegatus (Erxleben, 1777). Rock squirrel. pp: 169-170. En: Mammals of Mexico. G. Ceballos (Ed.). John Hopkins University Press
- Van Perlo, B. 2006.** Birds of Mexico and Central America. Princeton University Press, 336 pp.
- Velasco De León, M, P., J, Arellano Gil, A, Silva-Pineda y S, Yussim Guaneros, en Luna, I., J.J. Morrones y D. Espinosa (EDS), 2007.** Biodiversidad de Franja Volcánica Transmexicana, UNAM, México, D.F. pp. 25- 32.
- Wayne, C.C. and J. Stubbendieck. 1986.** Range Research: Basic problems and techniques. Society for Range Management. USA. 317 p.
- Whittaker, R. H. 1972.** Evolution and measurement of species diversity. Taxon, 21(2/3):213-251.

Páginas web consultadas:

smn.cna.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica, consultada el 20 de abril de 2017

www.americanornithology.org, consultada el 17 de abril de 2017.

www.amphibiaweb.org, consultada el 17 de abril de 2017

www.reptile-database.org, consultada el 17 de abril de 2017

V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

En este capítulo se identifican, evalúan y caracterizan los impactos ambientales que pueden producirse durante el desarrollo del proyecto en cada una de sus diferentes etapas. Se enfatiza en los impactos relevantes o significativos y de éstos, en los residuales, acumulativos y/o sinérgicos, relacionándolos con los componentes ambientales identificados en el área de influencia del proyecto.

El proyecto **Energía del Valle de México II (EVM II)** se construirá en el ejido Francisco I. Madero, municipio de Axapusco, Estado de México. El predio seleccionado para la construcción del proyecto, se integra por un conjunto de parcelas, las cuales ya se adquirieron por el promovente. En las últimas décadas, dichas parcelas se han utilizado para actividades agropecuarias: cultivo de cebada de temporal y eventualmente para pastoreo; y unas secciones para el cultivo de nopal tunero. Los límites entre las parcelas comúnmente están señalados con hileras de árboles de pirul (*Schinus molle*), maguey pulquero (*Agave salmiana*), nopales (*Opuntia streptacantha* y *O. robusta*) y otras plantas arbustivas como *Baccharis salicifolia* (jarilla) y *Senecio praecox* (palo loco), figura V.1.



Figura V.1. Aspecto general del predio del proyecto Energía del Valle de México II

Con relación al uso de suelo establecido en el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México actualizado, el área en la que se pretende desarrollar el proyecto se ubica dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) Ag-3-81, cuya política ambiental es de aprovechamiento. La vinculación con los criterios ecológicos se presenta a detalle en el capítulo III de este documento.

V.1. Identificación de impactos

La estructura y las funciones del Sistema Ambiental Regional (SAR), definidas en el capítulo 4, pueden ser modificadas por impactos ocasionados sobre algunos componentes ambientales, razón por la cual el análisis de impacto ambiental se realizó aplicando un enfoque metodológico, que asegure que todos los factores ambientales del SAR sean incluidos en el análisis.

El análisis de los impactos ambientales se basó en la identificación y evaluación de la diferencia entre las condiciones ambientales esperadas en el área de influencia del proyecto sin el desarrollo de éste (“línea base o cero”) y las esperadas por el establecimiento y desarrollo del proyecto.

En la figura V.2 se aprecia de forma diagramática la metodología propuesta para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarían por la ejecución del proyecto **EVM II**. En los siguientes apartados se describen con detalle cada una de las fases del esquema metodológico propuesto para identificar, evaluar y caracterizar los impactos ambientales, acumulativos y residuales del SAR asociados a la ejecución del proyecto.

V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales

La metodología empleada para la identificación y evaluación de los impactos ambientales que puede ocasionar la ejecución del proyecto **EVM II**, es la siguiente.

La identificación de los impactos ambientales se realizó mediante las siguientes etapas:

- 1) Identificación mediante listas de verificación, de las obras o acciones del proyecto en sus distintas etapas (preparación del sitio, construcción, operación, mantenimiento y desmantelamiento y abandono), con base en la información presentada en el capítulo 2;
- 2) Identificación mediante listas de verificación de los factores ambientales (físicos, bióticos y socioeconómicos), analizados en el capítulo 4, que forman parte del sistema ambiental analizado y pudieran tener alguna interacción con el proyecto;
- 3) Identificación de las interacciones de las obras y actividades del proyecto con los factores ambientales del sistema que pudieran ser afectados por la ejecución del proyecto. Para lo anterior, se elabora una matriz de identificación de tipo Leopold modificada para reconocer los impactos ambientales directos;

La evaluación de los impactos ambientales identificados por la ejecución del proyecto se realiza de manera multidisciplinaria, siguiendo el proceso indicado enseguida:

- 1) El establecimiento de los criterios de valoración y evaluación de los impactos ambientales, considerando la magnitud de los impactos identificados y la importancia de los factores ambientales afectados.

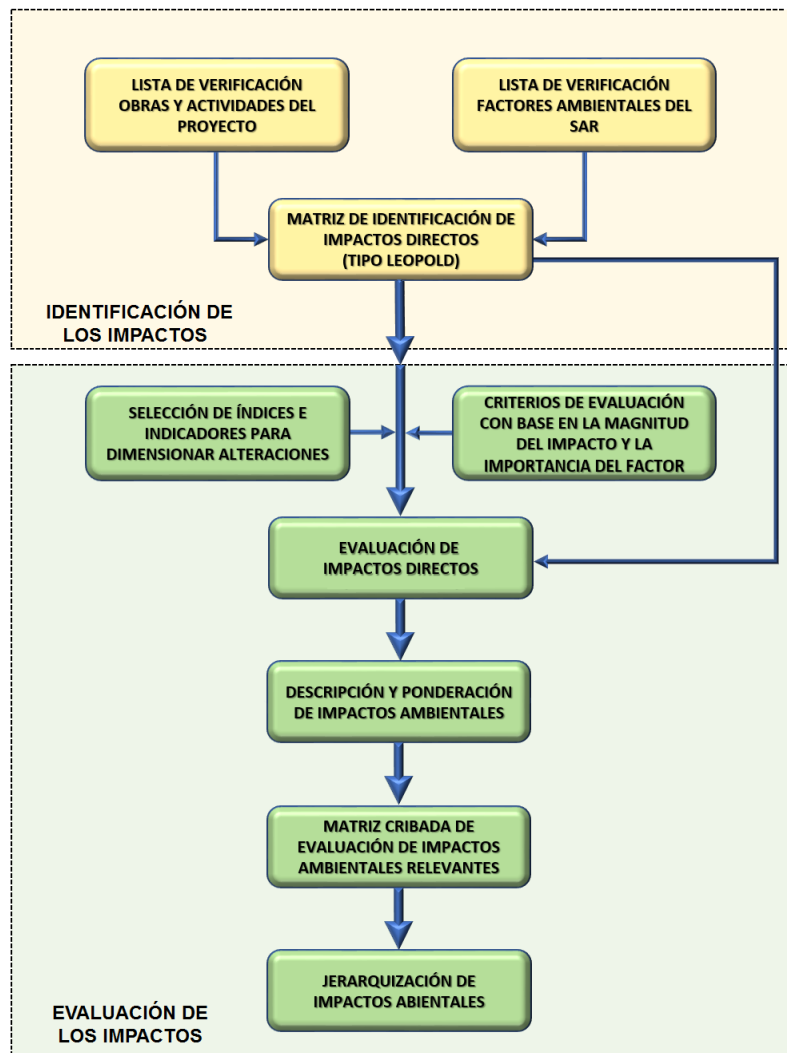


Figura V.2. Esquema metodológico propuesto para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto

- 2) La selección de los impactos ambientales para definir los índices cualitativos y/o cuantitativos con base en valores normados y límites máximos permisibles que permitan definir la dimensión de las alteraciones o modificaciones que provocará el desarrollo del proyecto sobre los factores del área de influencia del proyecto.
- 3) La valoración de cada uno de los impactos ambientales identificados, a fin de determinar su significancia o relevancia.
- 4) La elaboración de una matriz cribada de evaluación de impactos, donde se indican los impactos ambientales relevantes ocasionados por la ejecución del proyecto considerando la aplicación de las medidas de mitigación.

- 5) La caracterización y descripción de los impactos ambientales relevantes o significativos identificados en cada una de las etapas del proyecto.
- 6) La descripción y ponderación de los impactos ambientales directos, indirectos, acumulativos, sinérgicos y residuales identificados y evaluados, que se realiza con base en la descripción de las afectaciones que ocasionarán las obras o actividades sobre uno o varios factores del sistema ambiental analizado, la aplicación de los criterios de evaluación y valoración de los impactos, así como las medidas de mitigación que se consideran en el proyecto o que pueden ser implementadas para reducir las afectaciones, las cuales se describen a detalle en el capítulo 4.
- 7) Jerarquización de los impactos ambientales detectados, a partir de los criterios de evaluación y valoración de los impactos y su interacción con los factores del sistema ambiental analizado.

V.1.2. Identificación de componentes del proyecto que pueden ocasionar impactos

Para identificar los componentes del proyecto **EVM II** susceptibles de producir impactos ambientales, se elaboró una lista de verificación de todas las obras y actividades descritas en el capítulo 2; ordenándose de acuerdo con las etapas del proyecto: preparación del sitio y construcción, operación y mantenimiento, y la etapa de desmantelamiento y abandono, las cuales se presenta en la tabla V.1.

Con base en la tabla anterior, se identificaron un total de 34 obras o actividades de las diferentes etapas del proyecto que pueden generar impactos en el ambiente.

V.1.3. Factores y componentes ambientales susceptibles de ser afectados

De acuerdo con la metodología señalada para la identificación de impactos ambientales, en la tabla V.2 se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto.

En función de la relevancia del componente ambiental afectado, se proponen algunos indicadores ambientales de impacto y de cambio climático, los cuales podrían ser monitoreados durante las diferentes etapas del proyecto, en función de la relevancia o significancia del impacto evaluado. Es importante señalar que los requisitos o criterios para la identificación y definición de los factores ambientales susceptibles de recibir impactos fueron los siguientes:

- Que sean representativos del entorno afectado, por lo tanto, del impacto total sobre el medio producido por la ejecución del proyecto;
- Ser relevantes, es decir, portadores de información significativa sobre la magnitud e importancia del impacto;
- Ser excluyentes, sin solapamientos ni redundancias
- De fácil identificación, tanto en su concepto como en su apreciación al utilizar información estadística, cartográfica o trabajos de campo; y
- Ser cuantificables, dentro de lo posible.

Tabla V.1. Listado de obras y actividades para las diferentes etapas del proyecto

Obra y/o actividad	Descripción
Etapas: Preparación del sitio y construcción	
1. Contratación de personal	Se contempla una contratación para la etapa de construcción donde al menos el setenta por ciento (70%) de mano de obra sea de habitantes de las zonas aledañas. Se estima que en promedio se emplearán de 250 personas a 750 en la cúspide de la construcción.
2. Desmonte y despalme	Se realizará sólo en áreas donde se pretenda ubicar los componentes del proyecto EVM II , o bien desarrollar las obras y/o actividades de construcción. El desmonte consiste en el retiro manual de la vegetación, tanto de las plantas arbóreas y arbustivas como herbáceas que se encuentren dentro del predio; usando motosierras, hachas y machetes, según sea el caso. El despalme se realiza de manera mecánica con el uso de un cargador frontal traxcavo y una motoniveladora o motoconformadora. El espesor del despalme depende de las condiciones topográficas y de pedregosidad, no obstante, se contempla en promedio unos 25 cm de espesor de la capa superficial del suelo.
3. Nivelación, relleno y compactación	En esta actividad conlleva el movimiento de tierras y compactación mediante tractores, retroexcavadoras, traxcavos, motoconformadoras y compactadoras y camiones de volteo, en la cantidad y de la capacidad requerida por el volumen de material a mover en los frentes de trabajo, conforme al programa de construcción.
4. Excavación para cimentaciones	Para esta actividad se utilizarán excavadoras o retroexcavadoras, traxcavos, y camiones de volteo.
5. Disposición de residuos de desmonte, despalme y excavaciones	Esta actividad comprende el movimiento del material producto del desmonte, despalme y excavaciones a un sitio dentro de la central, que posteriormente podría ser utilizado en actividades de restauración del suelo o de relleno, según sea el caso.
6. Explotación de bancos de materiales	Se prevé utilizar material terrígeno para el relleno y nivelación del predio. De acuerdo con los estudios topográficos, el terreno donde se instalará el proyecto no tiene pendientes pronunciadas, por lo cual los cortes y/o despalme para su nivelación será de aproximadamente 1.5 m, como máximo; el material retirado será reutilizado para relleno dentro del mismo predio. Se estima un volumen de 66 000 m ³ de corte y 197 000 m ³ de relleno. Se evalúa el impacto que se ocasiona en el banco de material como el traslado del mismo.
7. Construcción de vialidades	Se realizará la construcción de un camino para permitir el ingreso de vehículos, maquinaria y equipos de construcción necesarios para cada una de las actividades del proyecto. Para este fin, se construirá un camino temporal con un ancho promedio de 13 m, pendiente no mayor del 5% y se realizarán las obras asociadas al camino como canales de escurrimiento, cunetas, etc. Para el acceso a la Central se construirá un camino asfaltado de 160 m de longitud y un ancho de corona de 6 m; el derecho de vía del camino será de 8 m.
8. Construcción de barda perimetral	El cercado perimetral contará con un acceso principal el cual tendrá puertas con un ancho de 6 metros. La longitud aproximada de la cerca será de 4,300 m.
9. Transporte de insumos, equipo, materiales y personal	Esta actividad incluye el movimiento de vehículos y camiones para el traslado de equipos, materiales, personal y diversos insumos, como el abastecimiento de agua durante la construcción de la central, la cual requerirá de un flujo de agua de 70 m ³ /día para actividades de construcción, 40 m ³ /día de agua potable, que durante los primeros meses de construcción se abastecerá mediante pipas. Sin embargo, se tiene programado para febrero del 2018 esté construido el pozo de bombeo para el abastecimiento de este insumo y para la operación de la central.
10. Empleo de maquinaria y equipos	Este rubro se refiere al uso de maquinaria y equipo que se utilizan en diversas actividades que no están contempladas en el listado de esta tabla, por ejemplo, grúas, bombas, vehículos de traslados de maquinaria, equipos y materiales de construcción, equipo requerido para las cimentaciones, y diversas obras civiles.

Tabla V.1. Cont. Listado de obras y actividades para las diferentes etapas del proyecto

Obra y/o actividad	Descripción
Etapa: Preparación del sitio y construcción	
11. Construcción de obras provisionales	Ocuparán una superficie de 47 800 m ² (4.74 ha). Incluyen; a) área de estacionamiento; b) área de oficinas; c) área de talleres, laboratorios de control, etc.); d) servicios de primeros auxilios; área de baños portátiles; e) Zonas de acopio de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos.
12. Construcción de edificios	Estas obras contemplan básicamente las obras civiles para la construcción de diversos componentes de la central, como la casa de máquinas o del grupo de los turbogeneradores, el edificio eléctrico y de control, cuarto de control y oficinas, las chimeneas, entre otras.
13. Montaje de casa de máquinas, equipos y sistemas	Esta actividad se refiere al montaje de las turbinas de gas y vapor, recuperadores de calor, aerocondensador y demás obras electromecánicas, como estructuras de acero, tuberías y equipo menor; se utilizarán grúas y malacates de la capacidad requerida para cada maniobra, peso de los elementos y equipo a colocar. También se utilizarán soldadoras para los trabajos de conexión de tuberías, estructuras, pailería y soportes diversos; entre obras.
14. Obras hidráulicas (pluviales, sanitarias, aceitosas, de abastecimiento y para el sistema de enfriamiento)	Estas obras están previstas para crear redes de drenaje independientes para aguas pluviales, sanitarias y aceitosas de acuerdo con lo siguiente: Las aguas pluviales se recolectarán de las zonas pavimentadas no susceptibles de contaminación y de las cubiertas de los edificios y se dirigirá por gravedad hasta los puntos de conexión con el cárcamo de vertido en el límite de predio. Las aguas sanitarias se recogerán en un pozo de bombeo situado a pie de edificio del cual se enviarán a una planta de tratamiento. Las aguas aceitosas se pueden presentar por derrames de aceite en la zona de las turbinas, así como en las fosas de los transformadores. Estas áreas susceptibles de recibir vertidos de aceite, estarán pavimentadas, dotadas de pendientes hacia los sumideros que introducirán los efluentes en la red enterrada que los conducirá hacia un pozo de bombeo precedido de un separador agua-aceite y de aquí al punto de conexión con el sistema de tratamiento de aguas aceitosas. Estas obras incluyen también las obras para abastecimiento de agua y sistema de enfriamiento.
15. Obras del sistema eléctrico	Estas obras incluyen subestación elevadora de potencia, el cuarto de baterías, la interconexión de las unidades turbogeneradoras con la subestación elevadora de la central, el sistema auxiliar eléctrico con diferentes niveles de tensión.
16. Obras para el sistema de alimentación de gas natural	Los edificios y compartimientos que contienen partes del sistema de combustible tienen el potencial de presentar fugas de combustible en el sistema de tubería. Las fuentes potenciales de combustible pueden incluir gas natural, gas sintético, vapor/niebla de combustible líquido o alguna fuente alternativa de combustible.
17. Generación de residuos peligrosos, manejo especial y urbanos	Los residuos peligrosos serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento. Para los residuos de manejo especial y sólidos urbanos, se gestionarán los permisos correspondientes para su disposición con las autoridades locales del municipio.
18. Generación de aguas residuales	Durante la etapa constructiva se generan aguas aceitosas y sanitarias, las cuales serán recolectadas y tratadas por una empresa contratista a fin de cumplir con los límites de descarga de efluentes del sitio. Para la fase operativa se instalarán equipos de tratamiento, los cuales comprenderán principalmente: separadores de aceite (tipo coalescente); el uso de sanitarios portátiles y la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales (tipo biológico).
19. Limpieza y acondicionamiento del sitio (áreas verdes)	Una vez concluida la etapa constructiva del proyecto, se realizará la limpieza de todas las áreas que fueron ocupadas por instalaciones o actividades provisionales, a fin de rehabilitar y restaurar el sitio para la creación de áreas verdes dentro del predio y en la periferia del predio, con la finalidad de aminorar el impacto visual generado por las instalaciones del proyecto.
20. Etapa preoperativa	Incluye limpieza de tuberías y equipos; pruebas de equipos, las pruebas y puesta en marcha de la Central, la verificación de las especificaciones de la obra, los dispositivos de seguridad, el sistema contra incendio, entre otras actividades.

Tabla V.1. Listado de obras y actividades para las diferentes etapas del proyecto

Obra y/o actividad	Descripción
Etapas: Operación y Mantenimiento	
21. Contratación de personal	Se contempla una contratación para la etapa de operación donde al menos el treinta por ciento (30%) de mano de obra sea de habitantes de las zonas aledañas. En promedio se requerirán 45 personas de manera permanente.
22. Transporte de insumos, materiales y personal	Esta actividad incluye el movimiento de vehículos y camiones para el traslado de equipos, materiales, personal y diversos insumos.
23. Suministro de gas natural, agua enfriamiento y otros insumos	El suministro de combustible (gas natural) será suministrado a través de un ramal de conducción de combustible dentro de los límites del predio; tienen el potencial de presentar fugas de combustible en el sistema de tubería. El abastecimiento de agua para la operación de la Central, será obtenida de un pozo, este flujo se recibirá en un tanque de regulación que se identificará como tanque de agua cruda, de donde se proveerá a la Central. El gasto disponible máximo para el proyecto de 600 m ³ /día cumplirá con los requerimientos de la Central.
24. Operación de la central	Esta actividad incluye la generación de ruido, las emisiones a la atmósfera de los gases contaminantes (NO _x y CO ₂ , principalmente), las emisiones de ruido y la extracción continua del agua del pozo (abatimiento del acuífero), como principales aspectos a considerar.
25. Generación de energía eléctrica	La central EVM II pretende ser una fuente generadora de energía que coadyuvará a satisfacer la creciente demanda en la región centro del país. Adicionalmente, este proyecto conllevará a la creación de nuevos empleos y fomento a nuevos negocios vinculados a la construcción / operación del proyecto.
26. Actividades de mantenimiento general	Esta actividad implica el repuesto de refacciones, inspecciones de equipos y sistemas de la unidad (aceite de lubricación, combustible y eléctrico, condiciones generales y limpieza externa, sistema de arranque hidráulico, sistema de protección de sobre velocidad, sistema de control); la revisión de sección caliente y cambio de combustores; el ensamble y desensamble de los componentes de la sección caliente; remplazo de alabes fijos y móviles del compresor de aire que se requieran, entre otras actividades. Los mantenimientos pueden ser mayores, preventivos y correctivos.
27. Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos	El manejo y disposición de las sustancias y materiales peligrosos se hará de acuerdo con la LGPGIR y su reglamento. Se construirá un almacén para las sustancias y materiales peligrosos que cumplirá con la normativa aplicable. Cada una de las sustancias manejadas contará con sus respectivas hojas de seguridad. Los residuos de manejo especial y sólidos urbanos se dispondrán de acuerdo con los permisos gestionados con la autoridad municipal. Así mismo, se deberán cumplir con las especificaciones de la NOM-005-STPS-1998, relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo para el manejo, transporte y almacenamiento de sustancias químicas peligrosas.
28. Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de operación)	Las aguas residuales sanitarias serán tratadas a través de la planta de agua residual sanitaria; se incluirán cárcamos de recepción de agua residual sanitaria, interconexiones, tubería y el equipo de bombeo (con respaldo instalado en campo), así como la instrumentación requerida para la operación manual y automática, para su envío hasta la planta de tratamiento de aguas residuales sanitarias. Para las aguas aceitosas el tratamiento comprende principalmente separadores de aceite (tipo coalescente); las aguas residuales industriales que se generen serán tratadas en una fosa de neutralización y una vez neutralizada será adecuada conforme a las normas oficiales mexicanas NOM-001-SEMARNAT-1997 y NOM-003-SEMARNAT-1997. El agua residual industrial se refiere, descriptiva pero no limitativamente, a las purgas de los equipos, agua residual ácido-alcalina, drenajes de piso de casa de máquinas, y agua proveniente de los separadores de grasas y aceites.

Tabla V.1. Listado de obras y actividades para las diferentes etapas del proyecto

Obra y/o actividad	Descripción
Etapa: Desmantelamiento y abandono	
29. Contratación de personal	Para esta actividad se contrataría los servicios de empresas especializadas para el desmantelamiento de toda la infraestructura de la central, el desarmado de estructuras, la limpieza del sitio, la disposición de los residuos generados, y las actividades de rehabilitación y restauración del suelo.
30. Desmantelamiento de equipos e infraestructura	Desmontaje de estructuras metálicas de la central, de la subestación, desmantelamiento de todo el sistema electromecánico en general, casetas y cuarto de control, sistema eléctrico.
31. Desarmado de estructuras y demolición de edificaciones	Demolición de cimentaciones de equipos a nivel de terreno y demolición de firmes, pisos, muros y estructuras de concreto.
32. Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	Todos los residuos peligrosos serán transportados por una empresa especializada y autorizada, la cual se encargará de llevarlos a sitios autorizados para su confinamiento. Para los residuos de manejo especial y sólidos urbanos, se gestionarán los permisos correspondientes para su disposición con las autoridades locales del municipio.
33. Limpieza y acondicionamiento del predio	Durante la limpieza y acondicionamiento del predio se dejará el terreno libre de escombros. Los desechos de las obras serán alojados en sitios específicos dentro del predio, para proceder mediante camiones a su envío a sitios autorizados para su disposición final.
34. Actividades de rehabilitación y restauración del suelo	Para la rehabilitación del suelo se realizarán actividades de labranza como el subsoleo, para reducir la compactación del suelo, promover las condiciones más favorables para el crecimiento del sistema radicular del cultivo o de la vegetación que se desee incorporar.

Tabla V.2. Listado de factores y componentes ambientales que podrían ser afectados por las obras y actividades del proyecto

Medio	Factor ambiental	Componente Ambiental	Indicador ambiental a valorar
Abiótico	Aire	Calidad del aire	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión (NO _x y CO ₂ .)
		Nivel de ruido	Niveles sonoros (dB) con respecto a las NOMs-080 y 081-SEMARNAT-1994
	Geomorfología	Relieve	Modificaciones de la pendiente del terreno, estabilidad
	Hidrología	Calidad fisicoquímica	Calidad del agua con base en los criterios de la NOM-001-SEMARNAT-1996
		Patrón de drenaje	Modificación de escurrimientos superficiales, cuerpos de agua, áreas de recarga, etc.
		Acuífero	Modificación en el balance hídrico, nivel freático, área de recarga
	Suelo	Características físicas	Modificación de sus propiedades físicas: porosidad, densidad (compactación), permeabilidad (infiltración), humedad, etc.
		Características químicas	Contaminación del suelo por hidrocarburos, salinización, contaminación química, etc.
		Estabilidad edáfica	Pérdida de suelo (erosión), reducción de materia orgánica y productividad.
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de vegetación natural por cambio de uso de suelo
		Especies en riesgo	Afectación de especies florísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	Fauna	Abundancia y distribución	Cambios en la riqueza faunística en el área de influencia del proyecto, desplazamiento de la fauna.
		Especies en riesgo	Afectación de especies faunísticas listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Perceptual	Paisaje	Calidad del paisaje ¹	Grado de excelencia del paisaje, en función de la calidad de las vistas directas que desde él se divisan, y del horizonte escénico que lo enmarca.
		Fragilidad visual	Susceptibilidad de un paisaje al cambio cuando se desarrolla un uso sobre él; es la expresión del grado de deterioro que el paisaje experimentaría ante la incidencia de determinadas actuaciones (Cifuentes, 1979).
Socioeconómico		Economía local	Derrama económica por generación de empleos directos e indirectos
		Actividades productivas	Modificación de actividades productivas por cambio de usos de suelo y servicios
		Bienes y servicios	Demanda de bienes de consumos y de servicios durante la ejecución del proyecto (hospedaje, alimentación, transporte, salud, etc.)

¹ Definida como la valoración de los componentes ambientales del paisaje (calidad intrínseca, calidad visual y absorción visual), descritos en el capítulo 4.

V.1.4. Modelo matricial para determinar las interacciones entre el proyecto y ambiente

Una vez definidas las obras y actividades asociadas al proyecto **EVM II** susceptibles de producir impactos ambientales, así como los factores ambientales que pueden ser afectados por el desarrollo de las mismas, se identificaron las interacciones entre ambos listados, procediendo a realizar la matriz de identificación de impactos directos de tipo Leopold (Leopold *et al.*, 1971) modificada, la cual contiene en forma vertical (columnas) las obras y actividades a realizar en las diversas etapas del mismo, y en forma horizontal (renglones) los factores y componentes ambientales que pudieran ser impactados por la implantación del proyecto.

Así, a través de esta matriz se establecen las interacciones posibles las cuales representan los impactos sobre uno o varios factores ambientales que puede ocasionar una determinada obra o actividad del proyecto.

Para la identificación de las interacciones se efectúa una confrontación entre los factores ambientales y cada determinada obra o actividad del proyecto (factores ambientales, *i*, vs actividades del proyecto, *j*). La existencia de alguna interacción entre las actividades y obras del proyecto con los factores y componentes ambientales, se señalaron sombreando la celda de intercepción, dependiendo del tipo de impacto previsto, el sombreado se señala con rojo cuando se considera negativo, con verde si éste se prevé sea positivo y con amarillo si existe incertidumbre. En la tabla V.3 se muestra la matriz de identificación de impactos directos del proyecto. Posteriormente se procedió a la valoración de los impactos directos con base en la métrica definida con los criterios de evaluación.

De acuerdo con esta matriz se identificaron **116** interacciones de impacto ambiental, de las cuales **86** se consideran negativas, **28** positivas y **2** interacciones que podrían ser positivas o negativas, dependiendo de la percepción o del punto de vista de la interacción o de su finalidad.

De acuerdo con la tabla V.3, la etapa del proyecto con un mayor número de interacciones fue la de preparación del sitio y construcción (**71** interacciones de impacto); seguida por las etapas de operación y mantenimiento y de desmantelamiento y abandono, con **25** y **20** interacciones, respectivamente.

Tabla V.3. Matriz de interacciones de impacto ambiental Proyecto Energía del Valle de México II

	Suelo	Características físicas del suelo	41	42	43	44	45	46							47	48	49									50	51				52	1	12				
		Características químicas del suelo				53												54									55				2	4					
		Estabilidad edafológica	56	57		58																											3				
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	59				60	61																							3	4					
		Especies listadas en NOM-059																														0					
	Fauna	Abundancia y distribución	62				63			64	65										66		67									4	7				
		Especies listadas en NOM-059	68																													1					
Perceptual	Paisaje	Calidad del paisaje	69	70			71		72			73	74		75		76		5									78	79		6	13					
		Fragilidad visual	80	81			82		83			84	85																			7	7				
Socioeconómico		Empleo	8							9								10			11		12			13		14	15				8				
		Actividades productivas		86																												16	3				
		Bienes y servicios	17					18	19		20								21				22	23				24	25		26	27	28		12		
		Σ (por obra y/o actividad)	2	11	9	2	3	8	4	2	5	3	2	4	1	1	2	2	5	2	1	2	1	4	3	6	1	2	3	5	1	4	4	3	3	5	114
		Σ (por etapa)	71															25					20														

El medio abiótico es el que se verá más afectado, con **61** interacciones de impacto, seguido por el medio socioeconómico con **23** interacciones y el medio perceptual con **20**. La evaluación posterior de las interacciones identificadas en la matriz permitirá revelar qué componentes y factores del medio serán afectados con mayor intensidad y cuáles actividades del proyecto serán las más críticas. En la tabla V.4 se presenta una breve descripción de los principales impactos identificados.

Tabla V.4. Breve descripción de las principales interacciones identificadas

Componente ambiental	Etapas del proyecto	Descripción del impacto previsto
Calidad del aire	Preparación del sitio y construcción	El uso de la maquinaria y equipo durante el despalme, nivelación y relleno generarán polvos, así como emisiones de gases de combustión producto de la operación de la maquinaria y equipos, de vehículos para el transporte de materiales, equipos, personal y demás insumos requeridos. En las pruebas y puesta en servicio se generarían emisiones propias de la combustión del gas natural.
	Operación y mantenimiento	Durante la operación de la central EVM II se tendrán emisiones de gases, producto de la combustión del gas natural, principalmente de NO _x (óxidos de nitrógeno) y CO ₂ (dióxido de carbono).
	Desmantelamiento y abandono	En esta etapa se generarán humos y polvos producto del uso de maquinaria y demolición de estructuras, limpieza y acondicionamiento del sitio, principalmente.
Nivel de ruido	Preparación del sitio y construcción	El uso de la maquinaria y equipos para el despalme, nivelación, relleno y compactación del sitio donde se desplantará toda la infraestructura de la central EVM II durante esta etapa, incrementará los niveles sonoros localmente. Así mismo, el movimiento de vehículos para el traslado de equipos, materiales, personal, supervisión de los trabajos y demás actividades, ocasionará también incremento de los niveles sonoros de manera temporal.
	Operación y mantenimiento	La operación de la central, así como las actividades de mantenimiento de la misma ocasionarán de manera puntual incrementos en los niveles de ruido con respecto a los niveles de fondo. Para el caso primero de manera permanente y para el caso de los mantenimientos éstos serán de manera temporal, durante el período que dure dicha actividad.
	Desmantelamiento y abandono	Durante el desmantelamiento de las unidades de la central, así como en el retiro de materiales y equipos electromecánicos se prevé un incremento de ruido por diversas actividades, como son las maniobras, la demolición de infraestructura la limpieza y acondicionamiento del sitio.
	Preparación del sitio y construcción	Al realizar la remoción de vegetación y movimiento de tierras por el despalme, relleno y nivelación, existirán modificaciones de las pendientes, provocando cambios en los patrones de drenaje que actualmente cuenta el sitio seleccionado para el proyecto.

Tabla V.4. Cont. Breve descripción de las principales interacciones identificadas

Componente ambiental	Etapas del proyecto	Descripción del impacto previsto
Características fisicoquímicas del suelo	Preparación del sitio y construcción	Producto del movimiento de tierras por el despalme, relleno, nivelación y compactación, habrá modificación del suelo con respecto a sus propiedades físicas (infiltración, permeabilidad, estructura, densidad, porosidad, humedad, entre otras). Contaminación por el derrame de líquidos contaminantes si no se tiene un adecuado manejo de los mismos.
	Operación y mantenimiento	La generación de residuos durante esta etapa podría afectar las características fisicoquímicas del suelo si no se tiene un adecuado manejo de los mismos.
	Desmantelamiento y abandono	Para el acondicionamiento y rehabilitación del suelo se deberán mejorar las propiedades físicas del mismo mediante algunas actividades de labranza como el subsuelo, con el cual se reduciría la compactación, se recupera la porosidad de las diferentes capas del suelo, logrando condiciones más favorables para el crecimiento del sistema radicular del cultivo a través de conseguirse una mayor conductividad hidráulica, un mejor drenaje y una mayor aireación del suelo.
Estabilidad edafológica	Preparación del sitio y construcción	El desmonte y el movimiento de tierras por el despalme, el relleno y la nivelación del terreno, así como la disposición de los residuos del desmonte y despalme, pueden generar erosión, reducción de materia orgánica y eliminación de la productividad.
Cobertura vegetal	Preparación del sitio y construcción	Las actividades de desmonte y despalme para la construcción de la central EVM II ocasionará la pérdida de la cobertura vegetal en el predio del proyecto.
Abundancia y distribución de especies de fauna	Preparación del sitio y construcción	Durante las actividades de desmonte y despalme, así como por el movimiento de maquinaria, vehículos y la presencia humana en el sitio, se puede afectar la distribución de especies de fauna encontradas en el área del proyecto y causar desplazamiento hacia áreas más alejadas.
	Operación y mantenimiento	El ruido provocado por la operación de equipos y de la central misma puede ahuyentar a algunas de las especies de fauna originalmente localizadas en el área del proyecto.
	Desmantelamiento y abandono	Con el retiro de la infraestructura de la central y la rehabilitación del terreno, se esperaría que se reestablezcan las condiciones para que algunas especies de fauna puedan recolonizar el sitio.
Calidad del paisaje y fragilidad visual	Preparación del sitio y construcción	La calidad del paisaje y la fragilidad visual se verán afectadas durante esta etapa por la remoción de la vegetación existente y el movimiento de tierras producto del despalme, relleno y nivelación, así como por la construcción de diversa infraestructura, como los caminos y vialidades, el cercado perimetral, las chimeneas y la construcción de los edificios, entre otras obras; donde el paisaje agrícola actual se verá transformado en aproximadamente 26 ha.
	Operación y mantenimiento	El impacto en la calidad del paisaje en esta etapa será similar al anteriormente descrito, con la diferencia que mientras el anterior es calificado de manera temporal, en esta etapa se considera casi permanente si consideramos la vida útil del proyecto de por lo menos 20 años.

Tabla V.4. Cont. Breve descripción de las principales interacciones identificadas

Componente ambiental	Etapas del proyecto	Descripción del impacto previsto
Calidad del paisaje y fragilidad visual	Desmantelamiento y abandono	El desmantelamiento y retiro de infraestructura electromecánica de la central, así como la demolición y retiro de las estructuras civiles para su posterior limpieza y rehabilitación del terreno, modificará nuevamente el paisaje de manera sustancial.
Empleo	Preparación del sitio y construcción	Con la construcción del proyecto se generarán tanto empleos directos como indirectos en la región. Se estima que en el punto máximo de la construcción serán contratados del orden de 750 trabajadores, de los cuales alrededor del 70% del personal requerido (unas 525 personas) será contratada de manera temporal en las localidades cercanas al proyecto, asimismo, habrá demanda de servicios de hospedaje, alimentación y transporte. Esta actividad tendrá significancia alta y positiva.
	Operación y mantenimiento	Para esta etapa se considera la contratación de personal permanente. Se estima la contratación de unas 45 personas, de las cuales alrededor del 30% serán contratadas en las localidades cercanas. Esta actividad tendrá una significancia alta y positiva.
	Desmantelamiento y abandono	Durante esta etapa será necesaria la contratación de personal de manera temporal, mucha de la cual será contratada de las localidades del área de influencia del proyecto.
Actividades productivas	Preparación del sitio y construcción	Con la construcción del proyecto habrá un cambio de uso de suelo en la superficie total del predio (alrededor de 26 ha) y por consiguiente una afectación directa en las actividades productivas que ahí se desarrollan;
Bienes y servicios	Preparación del sitio y construcción	Durante estas etapas del proyecto, el personal de la obra demandará diversos bienes y servicios, tanto en lo referente a hospedaje y alimentación como de transporte y otras necesidades; así mismo, este tipo de proyectos generalmente fomenta obras de mejora en común acuerdo con los ejidos, y promueve mejora en las vialidades existentes, contratación de servicios para el manejo de residuos, de aguas residuales y sanitarias, entre otros servicios.
	Operación y mantenimiento	
	Operación y mantenimiento	
	Desmantelamiento y abandono	

V.1.5. Modelo conceptual de las interacciones del proyecto en el SAR del proyecto

Una vez realizada la identificación de las interacciones de las obras y actividades del proyecto **EVM II** con los factores del medio físico, biótico, perceptual y socioeconómico en el SAR del proyecto, se procedió a realizar un análisis sistémico basado en la teoría de dinámica de sistemas complejos, la cual considera elementos heterogéneos en interacción (García, R., 2006) dentro de un límite definido, en este caso del SAR. Para lo anterior, se tomó como base el diagnóstico ambiental del SAR del capítulo 4, y se procedió a analizar los cambios potenciales que produciría la inclusión del proyecto en dicho sistema, a partir de los impactos directos identificados en la matriz de tipo Leopold modificada.

La información se analizó de manera interdisciplinaria con una visión ecosistémica integral, procediendo a construir un modelo conceptual de interacciones que representa la estructura del sistema con la inclusión del proyecto.

Cabe hacer mención que aun cuando los factores del SAR no son independientes, ya que existen interacciones entre ellos, en el análisis del sistema con la inclusión del proyecto se muestran todos los factores cuyas interrelaciones fueron identificadas en cada etapa del mismo. Con los factores y componentes ambientales identificados, se analizaron las interacciones entre éstos y su comportamiento con la inclusión del proyecto, calificándolas como positivas o negativas de acuerdo con el análisis de la estructura del SAR.

En las figuras V.3, V.4 y V.5 se muestra el modelo conceptual de las interacciones del sistema ambiental con la inclusión del proyecto **EVM II**, en función de sus diferentes etapas: (i) preparación del sitio y construcción, (ii) operación y mantenimiento, y (iii) desmantelamiento y abandono de las instalaciones, respectivamente. Como se puede apreciar en las figuras, la etapa con mayor número de interacciones es la de preparación del sitio y construcción, en el cual ocurren los mayores impactos, debido a la inserción del proyecto dentro de un sistema ambiental; durante la etapa operativa, la cantidad de impactos adversos es menor, ya que se circunscriben básicamente a las emisiones a la atmósfera, ruido, consumo de agua y a la generación de residuos tanto peligrosos como sólidos urbanos producto de los mantenimientos periódicos requeridos.

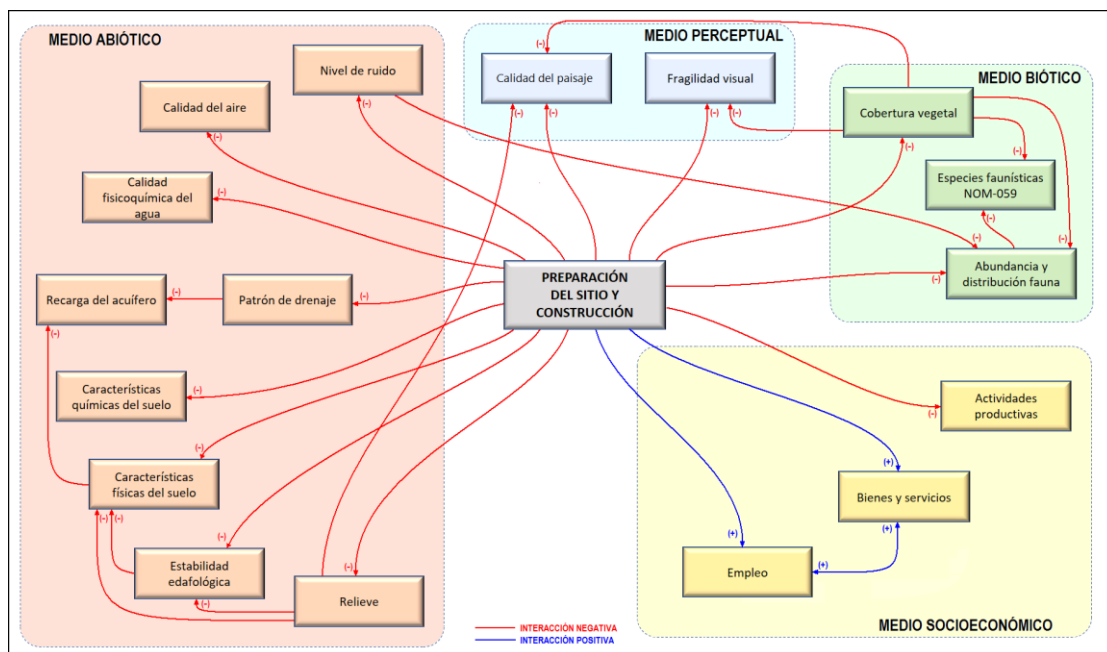


Figura V.3. Modelo conceptual de las interacciones de la etapa de preparación del sitio y construcción con el sistema ambiental regional

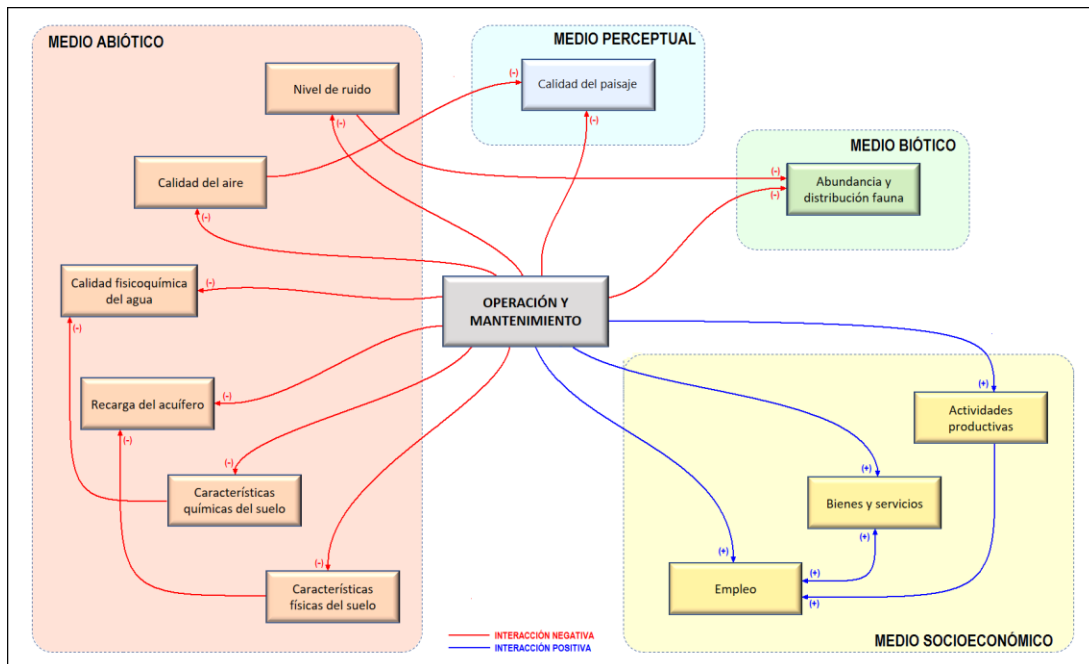


Figura V.4. Modelo conceptual de las interacciones de la etapa de operación y mantenimiento con el sistema ambiental regional

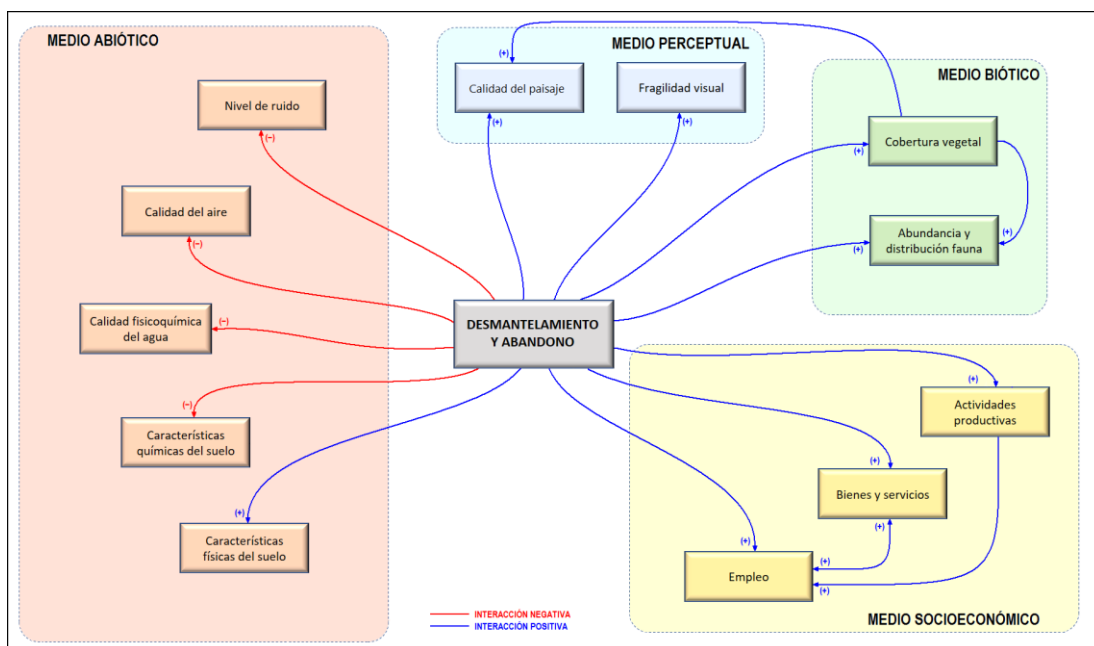


Figura V.5. Modelo conceptual de las interacciones de la etapa de desmantelamiento y abandono con el sistema ambiental regional

Para la etapa de desmantelamiento y abandono, la mayoría de las interacciones se catalogaron como positivas, en virtud de que su objetivo primordial sería el restablecer el sitio a las condiciones originales, cambiando de nuevo de manera sustancial su calidad paisajística. Por otra parte, se deja entrever la percepción de los habitantes de las comunidades en esta etapa del proyecto, en donde la demanda de empleos, bienes y servicios disminuirían con el retiro de esta central.

V.2. Evaluación de los impactos

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales que se provocarán en las diferentes obras y actividades del proyecto **EVM II** se utilizó la metodología de Bojórquez-Tapia (1989) y Bojórquez-Tapia *et al.* (1998).

Después de identificar las interacciones ambientales relevantes para las diferentes etapas del proyecto, se procede a calificar su impacto, considerando para ello los índices básico y complementario propuestos por Bojórquez-Tapia (*op. cit.*). La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores, los cuales se evalúan bajo la escala ordinal propuesta por el método citado, la cual comprende diez niveles de magnitud (del 0 al 9), dependiendo del efecto que una actividad o aspecto del proyecto tendrá sobre el componente ambiental. Los criterios calificadores de información, confianza y estándares o regulaciones ambientales sólo se evalúan como presentes o ausentes y el criterio de certeza como alto, medio o bajo. A continuación, se describen brevemente los citados índices.

- a) **Índice básico (MED_{ij})**. Este índice se obtiene utilizando los 3 parámetros básicos (magnitud, extensión y duración), mediante la siguiente ecuación:

$$MED_{ij} = 1/27 (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$$

En donde: **M_{ij}** = magnitud del impacto
E_{ij} = extensión del impacto
D_{ij} = duración de la acción

El origen de la escala de valoración es 0.111, debido a que es el valor más bajo que se puede obtener para este índice, por lo que:

$$0.111 < MED < 1$$

- b) **Índice complementario (SAC_{ij})**. Para el cálculo de este índice se utilizan tres de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia) mediante la siguiente fórmula:

Para los factores físicos, bióticos y socioeconómicos

$$SAC_{ij} = 1/27 (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$$

En donde: **S_{ij}** = sinergia del impacto
A_{ij} = acumulación del impacto
C_{ij} = controversia de la acción

En este índice el origen de la escala es de 0, debido a que es el valor más bajo posible de obtener, por lo que sus valores pueden ubicarse en el siguiente rango:

$$0 < \mathbf{SAC} < 1$$

c) Índice de impacto (I). El índice de impacto está dado por la combinación de los parámetros básicos y complementarios.

Cuando existe alguno de los parámetros complementarios (sinergia, acumulación y controversia), el valor del índice básico se incrementa; el índice de impacto se calcula a través de la siguiente fórmula:

$$\mathbf{I_{ij}} = \mathbf{MED_{ij}}(1 - \mathbf{SAC_{ij}})$$

En donde: **MED_{ij}** = Índice Básico
SAC_{ij} = Índice Complementario

Significancia de impacto (S). Una vez obtenidos los índices **MED** (básico), **SAC** (complementario) e **I** (impacto) se procede a calcular la significancia del impacto (**S_{ij}**), tomando en consideración la existencia y, en su caso, eficiencia esperada de las medidas de mitigación (**T_{ij}**), utilizando la siguiente fórmula:

$$\mathbf{S_{ij}} = \mathbf{I_{ij}} * (1 - 1/9 (\mathbf{T_{ij}}))$$

En donde: **I_{ij}** = Índice de impacto
T_{ij} = Existencia y eficiencia de las medidas de mitigación

Con el uso de las ecuaciones mencionadas se obtiene la significancia de cada impacto, cuyo rango de variación es 0 a 1. Un valor final de cero implica que el impacto fue mitigado totalmente. Por el contrario, un valor de 1 corresponde al máximo valor, lo que denota un impacto muy alto, que no tiene medida de mitigación.

Los valores de la Significancia del Impacto (**S_{ij}**) que se obtienen se clasifican de acuerdo con la siguiente escala (Bojórquez *et al.*, 1998).

Bajo	(B)	0,000 a 0,249
Moderado	(M)	0,250 a 0,499
Alto	(A)	0,500 a 0,749
Muy Alto	(MA)	0,750 a 1,000

Para calificar la calidad de la evaluación realizada apoyar la asignación de valores a los parámetros de los índices básico y complementario se hizo uso de los siguientes criterios calificadores:

- Información: Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción
- Certeza: Probabilidad de ocurrencia
- Confianza: Incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
- Estándares: Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)

Estos criterios calificadores no agregan un valor cuantitativo a los citados parámetros, pero proporcionan una base para soportar la predicción de los posibles impactos. Con excepción del criterio “Certeza”, el cual se calificará como alta (A), media (M) y baja (B), los demás criterios se calificarán como presentes (S) o ausentes (N).

Algunas de las ventajas de esta metodología son las siguientes:

- a) No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos;
- b) La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas;
- c) Los juicios sobre los impactos son rastreables;
- d) Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios;
- e) Existe mayor certidumbre en los resultados y se facilita la racionalidad en la toma de decisiones.

Con esta metodología se asume que cualquier impacto tiene una magnitud, una extensión y una duración por lo que al menos se evalúa con el Índice Básico. Los criterios complementarios pueden o no ocurrir, pero si se presentan provocan un incremento en el valor del impacto. La mitigación tiene el efecto opuesto, es decir, disminuye la significancia del impacto. Finalmente, los criterios calificadores no modifican el valor del impacto, pero indican la calidad de la evaluación.

De esta manera, los criterios básicos definen las características directas de los impactos y los complementarios toman en cuenta las relaciones de orden superior.

Así mismo, para la evaluación de los impactos ambientales se asumió que cuando se tiene incertidumbre en determinar el valor de un criterio, se le asignó el mayor. Esta regla es consistente con una racionalidad precautoria; esto es, disminuir la posibilidad de subestimar un impacto y minimizar el riesgo al público. Considerar un impacto negativo como significativo cuando faltan evidencias en contrario, abona a la precaución.

V.2.1. Criterios para la valoración de los impactos

La evaluación consiste en calificar cada interacción mediante la aplicación de un conjunto de once criterios catalogados como básicos, complementarios y calificadores (Bojórquez Tapia, 1989; Duinker y Beanlands, 1986), los cuales son referidos en la tabla V.5.

Tabla V.5. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar la significancia de impactos

CRITERIOS	DEFINICIÓN
BÁSICOS	
Magnitud (M)	Intensidad de la afectación
Extensión (E)	Área de afectación con respecto a la disponible en la zona de estudio
Duración (D)	Tiempo del efecto
COMPLEMENTARIOS	
Sinergia (S)	Interacciones de orden mayor entre impactos
Acumulación (A)	Presencia de efectos aditivos de los impactos
Controversia (C)	Oposición de los actores sociales al proyecto por el impacto
Mitigación (T)	Existencia y eficiencia de medidas de mitigación
CALIFICADORES	
Información (In)	Cantidad y calidad de los datos que soportan la predicción
Certeza (Cz)	Probabilidad de ocurrencia
Confianza (Cf)	Incertidumbre con respecto a la predicción del impacto
Estándares (Es)	Regulaciones ambientales (leyes, reglamentos, normas, etc.)

Estos criterios se evaluaron bajo la escala ordinal propuesta por el método utilizado, que comprende diez niveles de magnitud del 0 al 9 (tabla V.6), dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente ambiental.

Tabla V.6. Escala ordinal utilizada para evaluar cada uno de los criterios de significancia

Valor	Nivel de significancia	Valor	Nivel de significancia
0	Nulo	5	Moderado
1	De Nulo a Bajo	6	Moderado a Alto
2	Muy Bajo	7	Alto
3	Bajo	8	Muy Alto
4	Bajo a Moderado	9	Extremadamente Alto

Como se señaló anteriormente, los criterios calificadores de regulaciones ambientales, confianza y cantidad y calidad de información que soportan la predicción, se evaluaron únicamente como presentes o ausentes.

Los criterios y escalas utilizados para asignarle el valor de cada criterio a la interacción identificada se definen en la tabla V.7.

Tabla V.7. Criterios y escala de evaluación utilizada

CRITERIOS BÁSICOS	ESCALA		
	1 – 3	4 – 6	7 – 9
Magnitud (M)	Baja , cuando la afectación cubre menos del 10% de los recursos existentes en el SAR; o cuando los valores de afectación representan menos de la mitad del valor del límite máximo permisible por la normativa o criterio ambiental	Media , cuando la afectación cubre del 10% al 50% de los recursos existentes en el SAR; o cuando los valores de afectación representan de la mitad del valor límite al límite máximo permisible por la normativa ambiental.	Alta , cuando la afectación es mayor del 50% de los recursos existentes en el SAR; o ésta rebasa los límites máximos permisibles, establecidos por la normativa ambiental.
Extensión (E)	Puntual , afectación directa en el sitio donde se ejecuta la acción, no rebasa los límites del predio.	Local , si el efecto ocurre a una distancia entre los límites del predio y un radio de 1 km del predio de la central.	Regional , si el efecto se manifiesta hasta una distancia radial mayor a 1 km.
Duración (D)	Corta , cuando la actividad o el impacto dura menos de 1 año.	Mediana , la actividad o impacto dura de 1 a 3 años.	Larga , la actividad o el impacto dura más de 3 años.
CRITERIOS COMPLEMENTARIOS	ESCALA		
	0 – 3	4 – 6	7 – 9
Sinergia (S)	Nula a mínima , cuando una acción actuando sobre un factor, no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, o éste poco se manifiesta.	Moderada , cuando una acción actuando sobre un factor es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.	Alta , cuando una acción actuando sobre un factor es altamente sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor.
Acumulación (A)	Nula a Mínima , cuando la acción no produce efectos acumulativos o éstos son de poca magnitud (<10%) con respecto a los existentes en el SAR.	Moderada , cuando la acción produce efectos acumulativos, pero éstos aportan del 10 al 60% con respecto a la magnitud de los existentes en el SAR.	Alta , cuando la acción produce efectos acumulativos y éstos son superiores al 60% con respecto a la magnitud de los existentes en el SAR o incluso los rebasan.
Controversia (C)	Nula a Mínima , no hay controversia o ésta ha sido manifestada de manera informal o en algunas reuniones.	Moderada , existe controversia, las partes interesadas han recurrido a instancias legales para manifestar su inconformidad	Alta , existe mucha controversia con el proyecto, las partes interesadas han recurrido a instancias legales y medios de información
Mitigación (T)	Nula a baja , no hay medida de mitigación aplicable, o ésta mitiga hasta un 30% del impacto ambiental identificado.	Media , existe(n) medida(s) de mitigación, ésta(s) reduce(n) del 30 al 60% del impacto ambiental identificado.	Alta a Muy alta , las medidas de mitigación aplicadas reducen del 60 al 100% el impacto ambiental identificado.
CRITERIOS CALIFICADORES			
Información	Se refiere a la cantidad y calidad de datos que soportan la predicción.	S	N
Certeza	Se refiere a la probabilidad de ocurrencia de impacto ambiental.	A	M
Confianza	Se refiere a la certidumbre con respecto a la predicción del impacto.	S	N
Estándares	Se refiere a a una norma o criterio ambiental existente para la acción	S	N

Para realizar la evaluación de las interacciones identificadas y obtener la significancia parcial y final de cada impacto se aplicaron las ecuaciones referidas anteriormente, las cuales se resumen en la T tabla V.8.

Tabla V.8. Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos

Índices obtenidos	Fórmula aplicada
Criterios básicos	$MED_{ij} = \frac{1}{27} (M_{ij} + E_{ij} + D_{ij})$
Criterios complementarios	$SAC_{ij} = \frac{1}{27} (S_{ij} + A_{ij} + C_{ij})$
Significancia parcial	$I_{ij} = (MED_{ij})^{(1-SAC_{ij})}$
Significancia final, considerando las medidas de mitigación	$S_{ij} = I_{ij} * \left[1 - \frac{1}{9} (T_{ij}) \right]$
Donde: M_{ij} = Magnitud; E_{ij} = Extensión espacial; D_{ij} = Duración S_{ij} = Efectos sinérgicos; A_{ij} = Efectos acumulativos; C_{ij} = Controversia; I_{ij} = Importancia o significancia parcial del impacto; S_{ij} = Significancia final del impacto; y T_{ij} = Medida de mitigación.	

V.2.2. Valoración de los impactos ambientales identificados

Después de identificar las interacciones de impacto entre las actividades y componentes ambientales para las diferentes etapas del proyecto, se procedió a evaluar la significancia del impacto con base en los criterios antes señalados y la escala de evaluación utilizada.

En las tablas V.9, V.10 y V.11 se presenta la evaluación realizada a cada una de las interacciones identificadas, separadas éstas por etapa del proyecto. Como se puede observar, la etapa de construcción del proyecto es donde se concentra la mayor cantidad de impactos, seguida por la etapa operativa.

Con respecto a la tabla V.9, el resumen de las interacciones valoradas se presenta a continuación:

Tabla V.9. Matriz de significancia de las interacciones identificadas (Preparación del Sitio y Construcción)

Impacto ambiental (Interacción ij)			Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios calificadores				Índice básico	Índice complementario	Impacto sin mitigación	Significancia	Clase de Sij	Carácter
No	Componente ambiental	Obras y/o actividad del proyecto	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED _{ij}	SAC _{ij}	I _{ij}	S _{ij}		
1	Calidad del aire	Desmante y despálme	1	6	1	0	3	0	5	S	A	S	N	0.296	0.111	0.339	0.151	B	(-)
2		Nivelación, relleno y compactación	1	6	1	0	3	0	0	S	A	S	N	0.296	0.111	0.339	0.339	M	(-)
3		Transporte de insumos, equipo, materiales y de personal	3	7	5	0	3	0	5	S	M	S	S	0.556	0.111	0.593	0.264	M	(-)
4		Empleo de maquinaria y equipos	3	6	5	0	3	0	5	S	A	S	S	0.519	0.111	0.558	0.248	B	(-)
5		Construcción de edificios (turbogenerador, chimeneas, oficinas)	1	3	5	0	0	0	3	N	M	N	N	0.333	0.000	0.333	0.222	B	(-)
6		Etapa preoperativa (pruebas y puesta en servicio)	3	7	1	0	0	0	0	S	A	S	S	0.407	0.000	0.407	0.407	M	(-)
12	Nivel de ruido	Desmante y despálme	1	4	1	0	2	0	1	S	A	S	S	0.222	0.074	0.248	0.221	B	(-)
13		Nivelación, relleno y compactación	1	3	1	0	2	0	1	S	A	S	S	0.185	0.074	0.210	0.187	B	(-)
14		Excavación y cimentaciones	1	3	1	0	2	0	1	S	A	S	S	0.185	0.074	0.210	0.187	B	(-)
15		Explotación de bancos de materiales	1	7	2	0	2	0	3	S	M	S	S	0.370	0.074	0.399	0.266	M	(-)
16		Construcción de vialidades (caminos de acceso, estacionamiento)	1	5	2	0	2	0	3	S	S	S	S	0.296	0.074	0.324	0.216	B	(-)
17		Transporte de insumos, equipo, materiales y de personal	3	7	5	0	3	0	5	S	M	S	S	0.556	0.111	0.593	0.264	M	(-)
18		Empleo de maquinaria y equipos	3	4	5	0	3	0	5	S	A	S	S	0.444	0.111	0.486	0.216	B	(-)
19		Construcción de edificios (turbogenerador, chimeneas, oficinas)	2	2	6	0	3	0	3	N	A	N	S	0.370	0.111	0.414	0.276	M	(-)
20		Montaje de casa de máquinas, equipos y sistemas	2	2	6	0	2	0	3	N	A	N	S	0.370	0.074	0.399	0.266	M	(-)
21		Obras para el sistema de abastecimiento de gas natural	1	2	2	0	2	0	1	N	M	N	S	0.185	0.074	0.210	0.187	B	(-)
22	Etapa preoperativa (pruebas y puesta en servicio)	2	5	1	0	3	0	1	S	A	S	S	0.296	0.111	0.339	0.301	M	(-)	
30	Relieve	Nivelación, relleno y compactación	2	3	2	0	1	0	1	N	A	S	N	0.259	0.037	0.273	0.242	B	(-)
31		Explotación de bancos de materiales	1	7	2	0	1	0	3	N	M	S	N	0.370	0.037	0.384	0.256	M	(-)
32	Calidad fisicoquímica del agua	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	7	4	0	1	0	6	N	B	S	S	0.444	0.037	0.458	0.153	B	(-)
33		Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de operación)	1	7	4	0	1	0	6	N	B	S	S	0.444	0.037	0.458	0.153	B	(-)
37	Patrón de drenaje	Desmante y despálme	2	6	9	0	1	0	7	N	A	N	N	0.630	0.037	0.641	0.142	B	(-)
38		Nivelación, relleno y compactación	2	6	9	0	1	0	7	N	A	S	N	0.630	0.037	0.641	0.142	B	(-)
39	Acuífero	Nivelación, relleno y compactación	1	3	9	0	1	0	7	N	B	N	N	0.481	0.037	0.495	0.110	B	(-)
40		Obras hidráulicas	2	7	3	0	1	0	5	N	B	N	N	0.444	0.037	0.458	0.204	B	(-)
41	Características físicas del suelo	Desmante y despálme	2	2	9	0	3	0	3	N	A	S	N	0.481	0.111	0.522	0.348	M	(-)
42		Nivelación, relleno y compactación	2	2	9	0	3	0	3	N	A	S	N	0.481	0.111	0.522	0.348	M	(-)
43		Excavación y cimentaciones	2	2	9	0	3	0	3	N	A	N	N	0.481	0.111	0.522	0.348	M	(-)
44		Disposición de residuos de desmante y excavaciones	2	3	3	0	3	0	3	N	M	S	N	0.296	0.111	0.339	0.226	B	(-)
45		Explotación de bancos de materiales	2	2	3	0	3	0	0	N	B	S	N	0.259	0.111	0.301	0.301	M	(-)
46		Construcción de vialidades (caminos de acceso, estacionamiento)	1	2	3	0	3	0	0	N	A	S	N	0.222	0.111	0.263	0.263	M	(-)
47		Obras del sistema eléctrico (subestación, interconexión)	1	2	2	0	0	0	0	S	A	S	S	0.185	0.000	0.185	0.185	B	(-)
48		Obras para el sistema de abastecimiento de gas natural	1	1	2	0	0	0	5	N	A	N	N	0.148	0.000	0.148	0.066	B	(-)
49	Características químicas del suelo	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	3	6	0	3	0	6	N	B	S	N	0.370	0.111	0.414	0.138	B	(-)
53		Disposición de residuos de desmante y excavaciones	1	3	1	0	1	0	5	N	B	N	N	0.185	0.037	0.197	0.088	B	(-)
54	Estabilidad edafológica	Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de operación)	2	3	3	0	1	0	5	N	B	S	S	0.296	0.037	0.310	0.138	B	(-)
56		Desmante y despálme	2	3	3	0	1	0	0	N	A	N	N	0.296	0.037	0.310	0.310	M	(-)
57		Nivelación, relleno y compactación	2	3	3	0	1	0	5	N	A	N	N	0.296	0.037	0.310	0.138	B	(-)
58	Cobertura vegetal	Disposición de residuos de desmante y excavaciones	2	3	3	0	1	0	5	N	M	N	N	0.296	0.037	0.310	0.138	B	(-)
59		Desmante y despálme	3	3	9	0	1	0	0	N	A	S	N	0.556	0.037	0.568	0.568	A	(-)
60		Explotación de bancos de materiales	2	2	2	0	1	0	0	N	B	S	N	0.222	0.037	0.235	0.235	B	(-)
61	Abundancia y distribución fauna	Construcción vialidades (caminos de acceso, estacionamiento)	1	2	3	0	1	0	0	N	M	S	N	0.222	0.037	0.235	0.235	B	(-)
62		Desmante y despálme	2	5	5	0	2	0	1	N	A	S	N	0.444	0.074	0.472	0.420	M	(-)
63		Explotación de bancos de materiales	1	5	2	0	2	0	1	N	B	S	N	0.296	0.074	0.324	0.288	M	(-)
64	Transporte de insumos, equipo, materiales y de personal	2	3	3	0	2	0	1	N	B	N	N	0.296	0.074	0.324	0.288	M	(-)	

Tabla V.9. Cont. Matriz de significancia de las interacciones identificadas (Preparación del Sitio y Construcción)

Impacto ambiental (Interacción <i>ij</i>)			Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios calificadores				Índice básico	Índice complementario	Impacto sin mitigación	Significancia	Clase de <i>S_{ij}</i>	Carácter
No	Componente ambiental	Obras y/o actividad del proyecto	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED _{ij}	SAC _{ij}	I _{ij}	S _{ij}		
65		Empleo de maquinaria y equipos	2	3	5	0	2	0	1	N	B	N	N	0.370	0.074	0.399	0.354	M	(-)
68	Especies listadas NOM-059 (fauna)	Desmonte y despalme	2	5	5	0	0	0	5	N	B	S	N	0.444	0.000	0.444	0.198	B	(-)
69		Desmonte y despalme	2	5	9	0	3	0	2	N	A	S	N	0.593	0.111	0.628	0.488	M	(-)
70		Nivelación, relleno y compactación	2	5	9	0	3	0	2	N	A	S	N	0.593	0.111	0.628	0.488	M	(-)
71		Explotación de bancos de materiales	1	3	9	0	3	0	4	N	B	S	N	0.481	0.111	0.522	0.290	M	(-)
72		Construcción barda perimetral	2	5	9	0	3	0	1	N	M	S	N	0.593	0.111	0.628	0.558	A	(-)
73	Calidad del paisaje	Construcción de obras provisionales	2	5	5	0	3	0	4	N	A	S	N	0.444	0.111	0.486	0.270	M	(-)
74		Construcción de edificios (turbogenerador, chimeneas, oficinas)	2	2	9	0	3	0	3	N	A	S	N	0.481	0.111	0.522	0.348	M	(-)
75		Obras del sistema eléctrico (subestación, interconexión)	2	2	3	0	3	0	0	N	A	S	N	0.259	0.111	0.301	0.301	M	(-)
76		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	3	5	0	3	0	5	N	B	S	N	0.333	0.111	0.377	0.167	B	(-)
5		Limpieza y acondicionamiento del predio (áreas verdes)	2	3	3	0	3	0	4	N	M	S	N	0.296	0.111	0.339	0.188	B	(+)
80		Desmonte y despalme	2	5	9	0	3	0	2	N	A	S	N	0.593	0.111	0.628	0.488	M	(-)
81		Nivelación, relleno y compactación	2	5	9	0	3	0	2	N	A	S	N	0.593	0.111	0.628	0.488	M	(-)
82	Fragilidad visual	Explotación de bancos de materiales	1	3	9	0	3	0	4	N	B	S	N	0.481	0.111	0.522	0.290	M	(-)
83		Construcción barda perimetral	2	5	9	0	3	0	1	N	M	S	N	0.593	0.111	0.628	0.558	A	(-)
84		Construcción de obras provisionales	2	5	5	0	3	0	4	N	A	S	N	0.444	0.111	0.486	0.270	M	(-)
85		Construcción de edificios (turbogenerador, chimeneas, oficinas)	2	2	9	0	3	0	3	N	A	S	N	0.481	0.111	0.522	0.348	M	(-)
8		Contratación de personal	4	7	5	0	2	0	0	N	A	S	N	0.593	0.074	0.616	0.616	A	(+)
9	Empleo	Transporte de insumos, equipo, materiales y de personal	2	7	5	0	2	0	0	N	A	S	N	0.519	0.074	0.544	0.544	A	(+)
10		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	7	5	0	2	0	0	N	A	S	N	0.481	0.074	0.508	0.508	A	(+)
86	Actividades productivas	Desmonte y despalme	2	3	5	0	0	0	0	N	M	S	N	0.370	0.000	0.370	0.370	M	(-)
17		Contratación de personal	3	7	5	0	3	0	0	N	A	S	N	0.556	0.111	0.593	0.593	A	(+)
18		Explotación de bancos de materiales	1	7	3	0	3	0	0	N	B	S	N	0.407	0.111	0.450	0.450	M	(+)
19	Bienes y servicios	Construcción vialidades (caminos de acceso, estacionamiento)	1	2	3	0	3	0	0	N	B	N	N	0.222	0.111	0.263	0.263	M	(+)
20		Transporte de insumos, equipo, materiales y de personal	2	7	5	0	3	0	0	N	A	S	N	0.519	0.111	0.558	0.558	A	(+)
21		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	7	5	0	3	0	0	N	A	S	N	0.481	0.111	0.522	0.522	A	(+)

Criterios básicos: M = Magnitud, E = Extensión, D = Duración

Criterios complementarios: S = Sinergia, A = Acumulación, C = Controversia, T = Medidas de mitigación

Criterios calificadores: In = Información, Cz = Certeza, Cf = Confianza, Es = Estándares

Carácter del impacto: + = Positivo, - = Negativo

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo	(B)	(0,111 a 0,249)
Moderado	(M)	(0,250 a 0,499)
Alto	(A)	(0,500 a 0,749)
Muy alto	(MA)	(0,750 a 1,000)

i = factor ambiental, *j* = acción del proyecto

S = Si existe (información, certeza, confianza, estándares)

N = No existe (información, confianza, estándares)

A = Alta; **M** = Media; **B** = Baja (certeza)

Tabla V.10. Matriz de significancia de las interacciones identificadas (Operación y Mantenimiento)

Impacto ambiental (Interacción <i>ij</i>)		Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios calificadores				Índice básico	Índice complementario	Impacto sin mitigación	Significancia	Clase de <i>S_{ij}</i>	Carácter	
Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED _{ij}	SAC _{ij}	I _{ij}	S _{ij}			
7	Calidad del aire	Transporte de insumos, materiales y de personal	1	5	8	0	2	0	3	N	A	S	S	0.519	0.074	0.544	0.363	M	(-)
8		Operación de la central (emisiones a la atmósfera)	4	8	9	0	2	0	1	S	A	S	S	0.778	0.074	0.792	0.704	A	(-)
23	Nivel de ruido	Transporte de insumos, materiales y de personal	2	7	7	0	3	0	5	S	A	S	S	0.593	0.111	0.628	0.279	M	(-)
24		Suministro de combustible, agua de enfriamiento y otros insumos	1	2	7	0	3	0	3	N	M	S	S	0.370	0.111	0.414	0.276	M	(-)
25		Operación de la central (emisiones de ruido)	3	3	9	0	3	0	1	N	A	S	S	0.556	0.111	0.593	0.527	A	(-)
26		Generación de energía eléctrica	1	2	9	0	3	0	0	N	A	N	S	0.444	0.111	0.486	0.486	M	(-)
27	Calidad fisicoquímica del agua	Actividades de mantenimiento (mayor, preventivo y correctivo)	1	3	7	0	3	0	3	N	A	S	S	0.407	0.111	0.450	0.300	M	(-)
34		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	7	9	0	1	0	5	N	B	S	S	0.630	0.037	0.641	0.285	M	(-)
35		Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de procesos)	1	7	9	0	1	0	6	N	B	S	S	0.630	0.037	0.641	0.214	B	(-)
1	Acuífero	Operación de la central (consumo de agua)	3	6	9	0	0	3	1	N	M	S	N	0.667	0.111	0.697	0.620	A	(+/-)
50	Características físicas del suelo	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	3	9	0	1	0	5	N	B	S	N	0.481	0.037	0.495	0.220	B	(-)
51		Generación de aguas residuales y sanitarias	2	3	9	0	1	0	5	N	B	S	N	0.519	0.037	0.531	0.236	B	(-)
55	Características químicas del suelo	Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de operación)	2	3	9	0	0	0	5	N	B	S	S	0.519	0.000	0.519	0.230	B	(-)
66	Abundancia y distribución (fauna)	Transporte de insumos, materiales y de personal	2	3	9	0	0	0	3	N	M	N	N	0.519	0.000	0.519	0.346	M	(-)
67		Operación de la central (emisiones a la atmósfera, ruido)	3	4	9	0	0	0	0	N	B	N	N	0.593	0.000	0.593	0.593	A	(-)
77	Calidad del paisaje	Operación de la central (emisiones a la atmósfera)	3	6	9	0	1	0	1	N	A	S	N	0.667	0.037	0.677	0.602	A	(-)
11	Empleo	Contratación de personal	2	7	9	0	2	0	0	N	A	S	N	0.667	0.074	0.687	0.687	A	(+)
12		Suministro de combustible, agua de enfriamiento y otros insumos	1	6	9	0	2	0	0	N	A	S	N	0.593	0.074	0.616	0.616	A	(+)
13		Actividades de mantenimiento (mayor, preventivo y correctivo)	1	3	7	0	2	0	0	N	A	N	N	0.407	0.074	0.435	0.435	M	(+)
14		Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de proceso)	1	6	9	0	2	0	0	N	A	S	S	0.593	0.074	0.616	0.616	A	(+)
2	Actividades productivas	Operación de la central (como fuente de empleo)	2	7	9	0	0	0	0	N	B	S	N	0.667	0.000	0.667	0.667	A	(+/-)
22	Bienes y servicios	Transporte de insumos, materiales y de personal	1	7	9	0	1	0	0	N	A	S	N	0.630	0.037	0.641	0.641	A	(+)
23		Suministro de combustible, agua de enfriamiento y otros insumos	2	7	9	0	1	0	0	N	A	S	N	0.667	0.037	0.677	0.677	A	(+)
24		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos	1	7	9	0	2	0	0	N	S	S	N	0.630	0.074	0.652	0.652	A	(+)
25		Generación de aguas residuales (sanitarias, aceitosas y de proceso)	1	6	9	0	1	0	0	N	A	S	N	0.593	0.037	0.604	0.604	A	(+)

Criterios básicos: M = Magnitud, E = Extensión, D = Duración
Criterios complementarios: S = Sinergia, A = Acumulación, C = Controversia, T = Medidas de mitigación
Criterios calificadores: In = Información, Cz = Certeza, Cf = Confianza, Es = Estándares
Carácter del impacto: + = Positivo, - = Negativo

i = factor ambiental, *j* = acción del proyecto
S = Si existe (información, certeza, confianza, estándares)
N = No existe (información, confianza, estándares)
A = Alta; **M** = Media; **B** = Baja (certeza)

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo	(B)	(0,111 a 0,249)
Moderado	(M)	(0,250 a 0,499)
Alto	(A)	(0,500 a 0,749)
Muy alto	(MA)	(0,750 a 1,000)

Tabla V.11. Matriz de significancia de las interacciones identificadas (Desmantelamiento y Abandono)

Impacto ambiental (Interacción <i>ij</i>)		Criterios básicos			Criterios complementarios				Criterios calificadores				Índice básico	Índice complementario	Impacto sin mitigación	Significancia	Clase de <i>S_{ij}</i>	Carácter		
Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MED _{ij}	SAC _{ij}	I _{ij}	S _{ij}				
9	Calidad del aire	Desmantelamiento de equipos e infraestructura		1	3	3	0	1	0	3	N	M	S	N	0.259	0.037	0.273	0.182	B	(-)
10		Desarmado de estructuras y demolición de edificaciones		2	3	3	0	1	0	3	N	M	S	N	0.296	0.037	0.310	0.207	B	(-)
11		Limpieza y acondicionamiento del predio		3	4	3	0	1	0	2	N	A	S	N	0.370	0.037	0.384	0.299	M	(-)
28	Nivel de ruido	Desmantelamiento de equipos e infraestructura		2	3	3	0	1	0	0	N	A	S	S	0.296	0.037	0.310	0.310	M	(-)
29		Desarmado de estructuras y demolición de edificaciones		2	3	3	0	1	0	0	N	A	S	S	0.296	0.037	0.310	0.310	M	(-)
36	Calidad fisicoquímica del agua	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos		2	2	2	0	0	0	5	N	A	S	S	0.222	0.000	0.222	0.099	B	(-)
52	Características físicas del suelo	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos		2	3	2	0	1	0	5	N	A	S	N	0.259	0.037	0.273	0.121	B	(-)
1		Limpieza y acondicionamiento del predio		3	3	3	0	1	0	0	N	A	S	N	0.333	0.037	0.347	0.347	M	(+)
2	Características químicas del suelo	Limpieza y acondicionamiento del predio		2	3	3	0	0	0	0	N	M	S	N	0.296	0.000	0.296	0.296	M	(+)
3	Cobertura vegetal	Actividades de rehabilitación y restauración del suelo		3	3	6	0	0	0	0	N	A	S	N	0.444	0.000	0.444	0.444	M	(+)
4	Abundancia y distribución (fauna)	Actividades de rehabilitación y restauración del suelo		3	5	6	0	0	0	0	N	M	S	N	0.519	0.000	0.519	0.519	A	(+)
78	Calidad del paisaje	Desmantelamiento de equipos e infraestructura		1	3	9	0	1	0	0	N	B	S	N	0.481	0.037	0.495	0.495	M	(-)
79		Desarmado de estructuras y demolición de edificaciones		2	5	9	0	1	0	0	N	B	S	N	0.593	0.037	0.604	0.604	A	(-)
6		Actividades de rehabilitación y restauración del suelo		3	5	9	0	1	0	0	N	A	S	N	0.630	0.037	0.641	0.641	A	(+)
7	Fragilidad visual	Actividades de rehabilitación y restauración del suelo		2	5	9	0	0	0	0	N	B	S	N	0.593	0.000	0.593	0.593	A	(+)
15	Empleo	Contratación de personal		4	7	4	0	0	0	0	N	A	S	N	0.556	0.000	0.556	0.556	A	(+)
16	Actividades productivas	Actividades de rehabilitación y restauración del suelo		3	4	9	0	0	0	0	N	M	S	N	0.593	0.000	0.593	0.593	A	(+)
26	Bienes y servicios	Desmantelamiento de equipos e infraestructura		1	7	5	0	1	0	0	N	A	S	N	0.481	0.037	0.495	0.495	M	(+)
27		Desarmado de estructuras y demolición de edificaciones		2	7	5	0	1	0	0	N	M	S	N	0.519	0.037	0.531	0.531	A	(+)
28		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos		1	7	5	0	1	0	0	N	A	S	N	0.481	0.037	0.495	0.495	M	(+)

Criterios básicos:	M = Magnitud, E = Extensión, D = Duración	i = factor ambiental, j = acción del proyecto
Criterios complementarios:	S = Sinergia, A = Acumulación, C = Controversia, T = Medidas de mitigación	S = Si existe (información, certeza, confianza, estándares)
Criterios calificadores:	In = Información, Cz = Certeza, Cf = Confianza, Es = Estándares	N = No existe (información, confianza, estándares)
Carácter del impacto:	+ = Positivo, - = Negativo	A = Alta; M = Media; B = Baja (certeza)

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:	Bajo (B)	(0,111 a 0,249)
	Moderado (M)	(0,250 a 0,499)
	Alto (A)	(0,500 a 0,749)
	Muy alto (MA)	(0,750 a 1,000)

Como se puede observar en la tabla V.12, en esta etapa ocurre el mayor porcentaje de las interacciones negativas (79.99%), las cuales recaen principalmente sobre el medio abiótico y el perceptual (paisaje); el porcentaje restante (20.01%) obedece fundamentalmente a los beneficios que conlleva este proyecto en la generación de empleos en la región, tanto directos como indirectos y en la demanda de bienes y servicios.

Por otra parte, es importante señalar que la puntuación total de las interacciones con significancia baja (5.118) y moderada (11.062) representan el 76.3% de los impactos en esta etapa del proyecto. Es por ello que, a pesar de no tener una significancia alta o muy alta, es importante no desatender sus medidas de mitigación, a fin minimizar al máximo los impactos totales que conllevará este proyecto, al margen de las medidas que se implementen a los impactos que fueron valorados con significancia alta.

Tabla V.12 Resumen (Preparación del Sitio y Construcción)

No. de interacciones (71)	B	M	A	MA	Total	Pts.	%
Negativas	28	31	3	-	62	16.964	79.99
Positiva / Negativa	-	-	-	-	0	0	0.00
Positivas	1	2	6	-	9	4.243	20.01
Total	29	33	9	-	71	21.207	100
Pts.	5.118	11.062	5.026				
%	24.14	52.16	23.70	100			

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo (**B**); Moderado (**M**); Alto (**A**); Muy alto (**MA**)

A diferencia de la anterior etapa, el porcentaje de puntos en las interacciones negativas con respecto a las positivas está más equilibrado; lo anterior obedece a que los principales impactos sobre el ambiente por la construcción de este tipo de proyectos ocurren en la etapa de preparación del sitio y construcción. Si bien en la etapa operativa las interacciones adversas son menores en cantidad y los impactos benéficos se circunscriben a las fuentes de empleo de manera permanente, así como de bienes y servicios que durante esta etapa se deberán contratar, es importante señalar que los efectos de emisiones a la atmósfera y consumo de agua, por ejemplo, durante 20 años, son más relevantes que todos los impactos producidos antes en la etapa constructiva.

En esta etapa, las medidas de mitigación principales deberán estar enfocadas en el manejo adecuado de la generación de residuos, de las aguas residuales y sanitarias, así como en las emisiones de los vehículos automotores, principalmente. Se sobreentiende que para las interacciones positivas no tiene sentido aplicar medidas de mitigación, sino más bien promover que éstas recaigan en las comunidades vecinas al proyecto o dentro de su área de influencia. En la tabla V.12, se resumen las interacciones valoradas.

Tabla V.12 Resumen (Operación y Mantenimiento)

No. de interacciones (25)	B	M	A	MA	Total	Pts.	%
Negativas	4	7	4	-	15	5.660	47.67
Positiva / Negativa	-	-	2	-	2	1.287	10.84
Positivas	-	1	7	-	8	4.927	41.49
Total	4	8	13	-	25	11.874	100
Pts.	0.900	2.770	8.204				
%	7.58	23.33	69.09	100			

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo (**B**); Moderado (**M**); Alto (**A**); Muy alto (**MA**)

Para la etapa Desmantelamiento y Abandono como se presenta en la tabla V.13, las interacciones de impacto son preferentemente positivas, en función de que las actividades que se realizarían están enfocadas a dos aspectos; por un lado, al desmantelamiento y retiro de toda la infraestructura del proyecto; y, por otra parte, a la limpieza y acondicionamiento del sitio para su rehabilitación a uso agrícola. Así mismo, la calidad del paisaje retornaría a su condición actual.

Tabla V.13 Resumen (Desmantelamiento y Abandono)

No. de interacciones (20)	B	M	A	MA	Total	Pts.	%
Negativas	4	4	1	-	9	2.626	32.28
Positiva / Negativa	-	-	-	-	0	0	0.00
Positivas	-	5	6	-	11	5.508	67.72
Total	4	9	7	-	20	8.134	100
Pts.	0.608	3.491	4.035				
%	7.47	42.92	49.61	100			

Las clases de significancia de los impactos son las siguientes:

Bajo (**B**); Moderado (**M**); Alto (**A**); Muy alto (**MA**)

V.2.3. Matriz de evaluación de impactos ambientales

Una vez realizada la evaluación de cada una de las interacciones de impacto, señaladas en las tablas V.9 a V.11. se procede a elaborar una matriz de significancia de dichas interacciones, en la cual se capturaron los valores obtenidos. En la tabla V.12 se exponen todos los valores de los impactos ambientales identificados; el grado de significancia de cada impacto o interacción se señala en cada celda con un color, así mismo, para distinguir las interacciones positivas de las negativas, las primeras se destacan con el número azul y en negritas.

Como se puede observar, en ninguna de las etapas del proyecto se identificaron impactos ambientales con grado de significancia muy alto (MA); es decir, ninguna de estas interacciones provocaría alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, ni obstaculizaría la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.

Por lo anterior, en el siguiente apartado (tabla V.14) se caracterizan y describen las interacciones que resultaron más relevantes de la evaluación, tomando en cuenta todas aquellas interacciones que registraron valores mayores a 0.400, es decir, 42 de las 116 interacciones identificadas en la tabla V.3. Lo anterior no implica la eliminación o desatención de aquellos impactos que resultaron con valores menores en lo que se refiere a las medidas preventivas o correctivas.

Tabla V.14. Cont. Matriz de significancia de los impactos ambientales Proyecto Energía del Valle de México II

			Etapas – Obras Y/O Actividades Aspectos Del Proyecto																																		
			Preparación del Sitio y Construcción														Operación y Mantenimiento						Desmantelamiento y Abandono														
			Contratación de personal (mano de obra temporal)	Desmonte y despalme	Nivelación, relleno y compactación (movimiento de tierras)	Excavación para cimentaciones	Disposición de residuos de desmonte, despalme y excavaciones	Explotación de bancos de materiales	Construcción de vialidades (caminos acceso, estacionamiento)	Construcción de barda perimetral	Transporte de insumos, equipo, materiales y personal	Empleo de maquinaria y equipos	Construcción de obras provisionales (almacenes, talleres, etc.)	Construcción de edificios (turbogenerador, cuarto control, oficinas)	Montaje de casa de máquinas, equipos y sistemas	Obras hidráulicas	Obras del sistema eléctrico (subestación, interconexión, baterías)	Obras para el sistema de alimentación de gas natural	Generación residuos peligrosos, manejo especial y urbanos	Generación de aguas residuales y sanitarias	Limpieza y acondicionamiento del sitio (áreas verdes)	Etapas preoperativa (pruebas y puesta en servicio)	Contratación de personal (empleo permanente)	Transporte de insumos, materiales y personal	Suministro de combustible, agua enfriamiento y otros insumos	Operación de la central (emisiones, ruido)			Generación de energía eléctrica	Actividades de mantenimiento (mayor, preventivo y predictivo)	Generación residuos peligrosos, manejo especial y urbanos	Generación de agua residuales (sanitarias, aceitosas, proceso)	Contratación de personal (mano de obra temporal)	Desmantelamiento de equipos e infraestructura	Desarmado de estructuras y demolición de edificaciones	Generación residuos peligrosos, manejo especial y urbanos	Limpieza y acondicionamiento del predio
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal	0.568			0.235	0.235																												0.444	1.482	
		Especies listadas en NOM-059																																			0
	Fauna	Abundancia y distribución	0.420			0.288			0.288	0.354												0.346		0.593												0.519	2.808
		Especies listadas en NOM-059	0.198																																		0.198
Perceptual	Paisaje	Calidad del paisaje	0.488	0.488		0.290		0.558		0.270	0.348			0.522		0.167		0.188					0.602						0.495	0.604			0.641	5.661			
		Fragilidad visual	0.488	0.488		0.290		0.558		0.270	0.348																					0.593	3.035				
Socioeconómico	Empleo		0.616						0.544							0.508					0.687		0.616		0.435		0.616	0.556								4.578	
	Actividades productivas			0.370																				0.667										0.593	1.63		
	Bienes y servicios		0.593				0.450	0.263		0.558						0.522							0.641	0.677				0.652	0.604		0.495	0.531	0.495			6.481	
Σ (por obra y/o actividad)			1.209	3.704	2.482	0.535	0.452	2.376	0.977	1.116	1.918	0.818	0.540	1.194	0.266	0.204	0.707	0.253	1.488	0.291	0.188	0.708	0.687	1.629	1.569	3.713	0.486	0.735	1.157	1.900	0.556	1.482	1.652	0.715	0.942	2.790	41.439
Σ (por etapa)			21.426														11.876						8.137														

V.3. Caracterización y descripción de los impactos

V.3.1. Etapa preparación del sitio y construcción

V.3.1.1. *Factor atmósfera*

Calidad del aire

La circulación de vehículos, descarga y acarreo de materiales, preparación y adecuación del terreno, rellenos y movimiento de materiales y de tierra, así como el empleo de maquinaria y equipo, como tractores, camiones de volteo, pipas de agua, motoconformadoras, cargadores, cargadores de orugas, retroexcavadoras, grúas, perforadoras y vehículos para transporte de personal, entre otros, contribuirán directamente al aumento de la concentración de material particulado en el área, el cual proviene básicamente de partículas finas del suelo. Este impacto será negativo, de magnitud baja, local y duración temporal. Mitigable.

Así mismo, con la utilización de vehículos, maquinaria y equipo pesado en las actividades de esta etapa del proyecto, se prevé que aumentarán las emisiones de óxidos de azufre SO_x , óxidos de nitrógeno NO_x y dióxido de carbono CO_2 en el área del proyecto y su área de influencia.

A manera de ejemplo, algunos datos sobre las emisiones a la atmósfera por estas fuentes móviles se presentan en la tabla V.15.

Tabla V.15 Emisiones a la atmósfera por fuentes móviles durante la construcción

Equipo	Cantidad	Horas de trabajo	Emisiones a la atmósfera (G/Milla)		Tipo de combustible
Vehículos	40	12 h/día	HC	0.41	Gasolina
			CO	7.0	
			NO_x	2.0	
Maquinaria y equipo	26	12 h/día	HC	0.41	Diésel
			CO	7.0	
			NO_x	2.0	

Fuente: Peavy *et al.* 1985. Environmental Engineering.

Por otra parte, otra actividad que se prevé ocasionará cambios en la calidad del aire será la de pruebas y puesta en servicio, en la cual se arrojarán a la atmósfera gases y partículas que podrían rebasar los límites permitidos por la normatividad ambiental temporalmente, hasta ajustar los parámetros de operación. Esta actividad ocasionará un cambio temporal de la composición físico-química del aire, de manera local. Los impactos terminarán una vez que

cese la actividad. Por lo que el impacto será negativo, de baja magnitud, extensión regional, duración temporal y no mitigable.

Nivel de ruido

La operación de maquinaria para los movimientos de tierra (despalme, relleno y nivelación), excavación y compactación, la operación de equipo, la soldadura, manejo de metales y procesos de montaje del sistema electromecánico de la planta, así como la puesta en servicio, contribuirán al aumento de los niveles de ruido disminuyendo el confort sonoro en el predio y sus inmediaciones. De acuerdo con la OSHA (www.osha.gov), los niveles máximos de ruidos por el tipo de maquinaria y equipo a una distancia de 2 m y 10 m se presentan en la tabla V.16.

Adyacente al sitio del proyecto no existen asentamientos humanos, las localidades más cercanas son Tecuautitlán Atla (se encuentra a una distancia de 1 300 m aproximadamente), Xala (se ubica a unos 3 400 m) y Jaltepec (se localiza a unos 4 200 m de distancia del proyecto); los receptores sensitivos serán trabajadores de la obra, los cuales contarán con equipo de protección para el desarrollo de sus actividades. Por lo anterior se considera un impacto negativo, de magnitud baja, puntual, temporal y mitigable.

Tabla V.16 Niveles de ruido por maquinaria y equipo

Equipo	Nivel de ruido (dB) a 2 m	Nivel de ruido (dB) a 10 m	Equipo	Nivel de ruido (dB) a 2 m	Nivel de ruido (dB) a 10 m
Bulldozer	93-96	85.6	Compactadora	95.3	81.3
Retroexcavadora	84-93	79	Motoconformadora	75	70
Tornos, fresadora	85	76	Laminadoras, rotomartillo	87-95	82-85
Excavadora	89	81	Tractor	75	70
Sierra industrial	88-102	80-92	Camiones de carga	76	70
Rodillos compactadores	95	86	Pipas	76	70
Camionetas 40 km/h	65	55	Grúa	90-96	82-88

Fuente: OSHA (Occupational Safety and Health Administration)

V.3.1.2. Factor geomorfología

Relieve. El terreno donde se instalará el proyecto no tiene pendientes pronunciadas, por lo cual los cortes y/o despalme para su nivelación será de aproximadamente 1.5 m, como máximo; el material retirado será reutilizado para relleno dentro del mismo predio. Se estima un volumen de 66 000 m³ de corte y 197 000 m³ de relleno.

Por lo anterior, será necesario la utilización de bancos de material para la construcción de la obra civil, se utilizarán materiales como arena, piedra y grava, por lo que se identifica un impacto negativo permanente sobre los recursos pétreos del área. Sin embargo, los agregados

requeridos para la construcción se obtendrán de bancos cercanos y ya autorizados para su explotación comercial. Este impacto es negativo, de magnitud baja, puntual y permanente. Con medida de mitigación.

V.3.1.3. Factor hidrología

Calidad fisicoquímica del agua. Existen potenciales riesgos de contaminación por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes del equipo y de la maquinaria utilizada durante esta etapa, así como por la disposición de residuos considerados como peligrosos, tales como materiales metálicos, residuos de pinturas, baterías de la maquinaria, materiales impregnados con combustibles o aceites, etc. Sin embargo, se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, de acuerdo con los lineamientos de los artículos 14, 15 y 16 del Reglamento en Materia de Residuos Peligrosos de la LGEEPA. Por ello estos impactos serán totalmente prevenibles y controlables. En el caso de que se presentara algún accidente, este impacto potencial sería negativo, de baja magnitud, puntual y de corto plazo. Con medida de mitigación.

Patrón de drenaje. Si bien en el área del predio no existen escurrimientos superficiales de agua definidos, el flujo natural de las aguas pluviales se verá afectado con la nivelación y compactación del terreno para construcción de plataformas para las edificaciones del proyecto (casa de máquinas, subestación GIS, construcción de vialidades, sistema de enfriamiento y área para instalaciones provisionales). Es importante señalar que el desmonte y despalme se hará exclusivamente en aquellas áreas en donde se pretenda ubicar alguno de los componentes de la central **EVM II**, o bien desarrollar las obras y/o actividades de construcción. Este impacto es negativo, de magnitud baja, puntual y permanente. Con medida de mitigación mediante un sistema de obras hidráulicas para aguas pluviales.

Acuífero. El sitio no cuenta con servicios de agua potable, por lo cual se tiene la necesidad extraer de agua por medio de la construcción de pozo. Durante la construcción de la central se requerirá de un flujo de agua de 70 m³/día para actividades de construcción, 40 m³/día de agua potable, que durante los primeros meses de construcción se abastecerá mediante pipas. Sin embargo, se tiene programado para febrero del 2018 esté construido el pozo de bombeo para repuesto del ciclo agua/vapor y para el enfriador evaporativo, sistema de enfriamiento, servicios y sistema contra incendio durante la etapa operativa del proyecto. Durante esta etapa del proyecto este impacto es negativo, de magnitud baja, puntual y temporal; con medida de mitigación.

V.3.1.4. Factor suelo

Características fisicoquímicas del suelo. El terreno del predio en donde se desarrollará el proyecto **EVM II** sufrirá modificaciones en su estructura y propiedades físicas del suelo, debido a las labores de despalme, compactación y demás movimientos de tierra en general (cortes y rellenos), así como por la utilización de maquinaria pesada, donde ésta opere. La modificación de sus propiedades físicas causará reducción en la capacidad de infiltración del agua y de posibilidades para desarrollo de vegetación. Estos impactos negativos se restringirán al predio (puntuales), de baja magnitud y permanente, al menos durante la vida útil del proyecto. Sin medida de mitigación.

Por otra parte, existen potenciales riesgos de contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes del equipo y de la maquinaria utilizada durante esta etapa, así como por la disposición de residuos considerados como peligrosos, tales como materiales metálicos, residuos de pinturas, baterías de la maquinaria, materiales impregnados con combustibles o aceites etc. Sin embargo, el manejo de los residuos peligrosos cumplirá con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, el Reglamento de Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos y con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Para la etapa de preparación del sitio y construcción, se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos dentro del predio de la Central que cumplirá como mínimo lo indicado en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Este impacto potencial será negativo, de baja magnitud, puntual y de corto plazo. Con medida de mitigación.

Estabilidad edafológica. Con la preparación del sitio por las actividades de desmonte, despalme, cortes y rellenos, puede haber pérdida del suelo. No obstante, se aplicarán medidas de mitigación y compensación que reducirán este impacto ambiental identificado, a fin de evitar los procesos de erosión que se originan principalmente cuando hay movimientos de tierra y pérdida de cobertura vegetal. Este impacto es de baja magnitud, puntual y temporal o de corta duración; con medida de mitigación.

V.3.1.5. Factor vegetación

Cobertura vegetal. Durante la preparación del sitio se efectuarán actividades de remoción de la vegetación y desmonte dentro del predio de la central **EVM II** (26.06 ha de uso agrícola con árboles de pirul (*Schinus molle*), maguey pulquero (*Agave salmiana*), nopales (*Opuntia streptacantha* y *O. robusta*) y otras plantas arbustivas como *Baccharis salicifolia* (jarilla) y *Senecio praecox* (palo loco). Los cultivos agrícolas dentro del predio son básicamente de cebada y de nopal tunero (*Opuntia albicarpa* y *O. megacantha*). El impacto sobre la cobertura vegetal será un impacto negativo, de baja magnitud, puntual, y permanente. Sin medida de mitigación.

Cabe enfatizar que en el Sistema Ambiental Regional se identificó una sola especie que se encuentra listada en la NOM-059-SEMARNAT-2010, *Dasyllirion acrotiche* (sotol brillante) con categoría de especie amenazada (figura V.6). Sin embargo, en el predio del proyecto no se encontró esta especie; fue observada el alguno pequeños cerros localizados en la llanura del SAR, como en el Cerro Tlacoyo, localizado a unos 1300 m al NE del predio del proyecto.



Figura V.6. Dos ejemplares de *Dasyllirion acotriche*, observados en el Cerro Tlacoyo

V.3.1.6. Factor fauna

Distribución y abundancia. La remoción de la vegetación en el área del predio del proyecto tendrá un impacto negativo para la fauna, ya que representará la destrucción de su hábitat; aunado a esto, la presencia de los trabajadores, el movimiento de vehículos y maquinaria, así como el ruido constante de los mismo, tendrá como consecuencia el ahuyentamiento de la fauna a sitios distantes del proyecto. De acuerdo con el inventario de fauna obtenido tanto en muestreos de campo como bibliográficamente para el área del proyecto y el SAR, las especies encontradas son de amplia distribución en la región y en el país, además de que tienen gran capacidad de adaptación a diferentes hábitats modificados por la actividad humana, por lo que el impacto negativo será puntual, de baja magnitud y temporal; con medida de mitigación.

Especies en riesgo (NOM-059-SEMARNAT-2010). De las especies registradas en el SAR, 9 se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010; 3 de ellas están sujetas a protección especial y las otras 6 están clasificadas como especies amenazadas, ver la tabla V.17.

Tabla V.17. Especies de fauna en categoría de riesgo registradas en el SAR

Orden	Suborden	Familia	Especie	NOM-059
AMPHIBIA				
Anura		Ranidae	<i>Rana montezumae</i>	Pr (E)
REPTILIA				
Squamata	Lacertilia	Phyllostomidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	A (E)
		Mustelidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Pr
	Serpentes	Colubridae	<i>Pituophis deppei</i>	A (E)
			<i>Salvadora bairdi</i>	Pr (E)
			<i>Thamnophis eques</i>	A
		Viperidae	<i>Sistrurus ravus</i>	A (E)
MAMMALIA				
Chiroptera		Phyllostomidae	<i>Choeronycteris mexicana</i>	A
Carnívora		Mustelidae	<i>Taxidea taxus</i>	A

A = Especie Amenazada; Pr = Especie sujeta a protección especial; (E) Especie endémica

Todas estas especies registradas con categoría de riesgo tienen amplia distribución en México, y ninguna de ellas se encontró en el predio donde se realizará el proyecto **EVM II**.

V.3.1.7. Factor paisaje

Respecto al paisaje, los sitios donde se llevarán a cabo las diferentes obras y/o actividades relacionadas con el proyecto presentan una calidad del paisaje baja, debido a que el entorno del sitio está altamente antropizado por cultivos agrícolas de temporal, nopaleras, por la central EVM I, la carretera Cd. Sahagún – Otumba; donde las únicas áreas con vegetación natural (matorral crasicaule) se encuentran en las cimas de los conos de escoria y volcanes de ceniza localizados de manera dispersa en el centro del SAR, así como en la serranía localizada en el límite sur del mismo. En la Figura V.7 se presenta el paisaje actual del sitio del proyecto.



Figura V.7 Aspecto del sitio de proyecto EVM II, al fondo el cerro El Tlacoyo

Este paisaje se verá modificado por los trabajos de construcción del proyecto **EVM II**, ya que no existen elementos que amortigüen el efecto visual. Cabe mencionar que hay varios puntos específicos de observación, sobre todo de los observadores que transiten por la carretera estatal No. 9 Cd. Sahagún-Otumba. Este impacto es negativo, de baja magnitud, local y permanente; con medida de mitigación.

5.3.1.8. Factor socioeconómico

Empleo. En el desarrollo de esta etapa se contempla la contratación para la etapa de construcción donde al menos el setenta por ciento (70%) de mano de obra de habitantes de las zonas aledañas. Se estima que en promedio se emplearán de 250 personas a 750 en la cúspide de la construcción. La generación de empleos puede traer consigo un mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y familias asociadas, en primera por el salario que permite adquirir bienes y servicios y segundo las prestaciones asociadas al salario. Por lo tanto, este impacto se clasifica como positivo, de baja magnitud, local a regional y temporal.

Actividades productivas. El desarrollo del proyecto conllevará una modificación del uso actual del suelo, ya que pasará de uso agrícola a industrial. Este impacto se clasifica como negativo, de baja magnitud, puntual, sin medida de mitigación.

Bienes y servicios. La economía local será ligeramente activada, debido a los requerimientos de bienes, servicios, insumos y productos. Esto, junto con la generación de nuevos empleos, puede ocasionar un mayor movimiento de circulante. Por lo tanto, este impacto se clasifica como positivo, de baja magnitud, de extensión local y regional; de corta duración, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

V.3.2. Etapa de operación y mantenimiento

V.3.2.1. Factor atmósfera

Calidad del aire. De acuerdo con el estudio de dispersión de contaminantes a la atmósfera (Anexo D), la Central operará con gas natural por lo que no habrá emisión de partículas sólidas suspendidas y SO₂, además de que el sistema de combustión está integrado por combustores de baja emisión de NO_x.

Para estimar el impacto en la calidad del aire, se emplea un modelo matemático de tipo gaussiano identificado como ISCST3 (Industrial Source Complex Model Short Term). Este modelo es un programa avalado por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos de América (EPA-USA), el cual calcula los impactos en la calidad del aire debido a un grupo de fuentes fijas que emiten cierto volumen de contaminación. La modelación se realizó para óxidos de nitrógeno (NO_x), cuyas emisiones están reguladas por la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993. Los resultados obtenidos por el modelo ISCST3 para el primer valor máximo calculado se muestran en la tabla V.18, considerando la concentración de fondo del sitio².

Tabla V.16. Concentración máxima estimada para NO_x, operando la central EVM II

Concentración máxima (NO _x µg/m ³)	Concentración de Fondo (NO _x µg/m ³)	Concentración total (NO _x µg/m ³)	Umbral permitido por NOM-023-SSA1-1993 (NO ₂ µg/m ³)
155.67	43.62	199.29	395

La concentración máxima de NO_x se ubica sobre el Cerro Tepayo, ubicado a 5.85 km al S-SE del sitio del proyecto.

² La concentración de fondo o línea base del sitio de estudio, se obtuvo a partir de la información proveniente de la Estación de Acolman, ubicada a 27 km al suroeste del sitio de proyecto.

Considerando el resultado de la tabla anterior, el proyecto **EVM II** integrado por dos unidades operando al 100% de carga durante todo el año, tendrá un impacto en la calidad del aire de $199.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Este valor está por abajo del umbral que marca la norma $395 \mu\text{g}/\text{m}^3$, que representa el 50.45% del valor normado; expresado de otra manera, este valor indica que se está por abajo del umbral que marca la norma en un 49.5%.

De acuerdo con este modelo, la máxima concentración se ubica a 5.85 km al S-SE del sitio de proyecto, en el Cerro Tepayo (Figura V.8), perteneciente al municipio de Otumba, Estado de México. Cabe aclarar que el sitio en donde se ubica la máxima concentración no hay población.



Figura V.8. Cerro Tepayo, Municipio de Otumba, Estado de México

En la figura V.9 se muestran las curvas de isoconcentración para este escenario modelado.

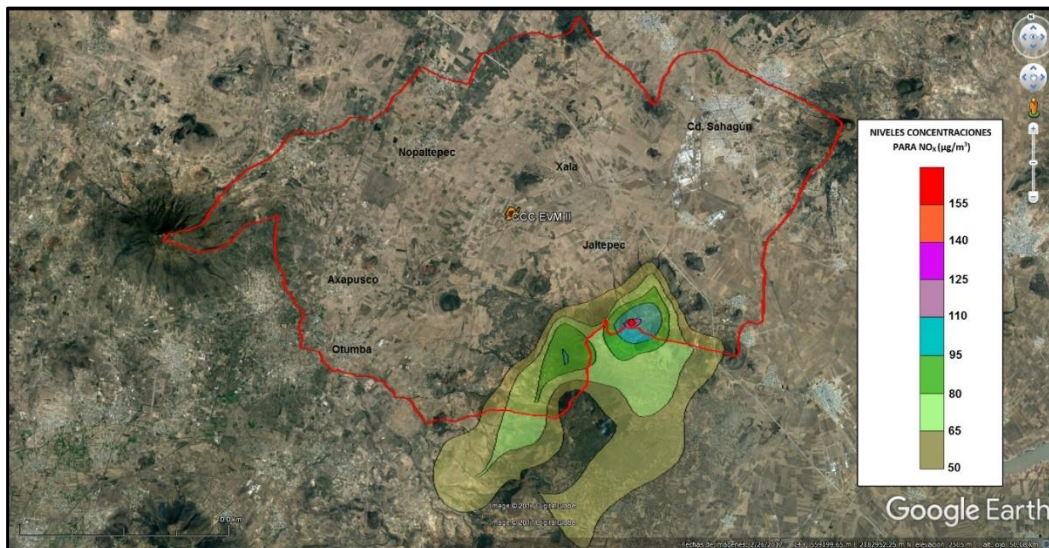


Figura V.9. La dispersión de NO_x en su mayoría viaja hacia la zona sur del SAR

Con respecto a las emisiones de la Central, se cumplirá con los establecido en la NOM-085-SEMARNAT-2011³, referente a los niveles máximos permisibles de emisión de monóxido de carbono (CO) y óxidos de nitrógeno (NO_x), con el fin de proteger la calidad del aire.

Nivel de ruido. De acuerdo con los elementos del proceso de generación de energía similares a este proyecto, en la tabla V.17 se presentan los niveles de ruido estimados más importantes que se generarán durante la etapa de operación de la central **EVM II**.

Tabla V.17. Niveles de ruido producido en una central eléctrica (dB)

Equipo	> 90	90 - 95	95 - 100	> 100
Compresores de aire				
Bombas de agua de alimentación				
Bombas de agua de circulación				
Condensador				
Válvulas de seguridad				
Motores eléctricos				
Generador				
Enfriador de purgas				
Ventiladores				
Tubería y válvulas, válvula de alta presión				
Bomba de condensados				
Fugas de vapor				
Válvula de admisión				

Nota: Los rangos de ruido referidos son registrados a 2 a 10 m de la fuente de emisión.

En el exterior de la central el ruido que se transmite es realmente bajo, y es difícil distinguir desde fuera si la central está en marcha o parada únicamente tomando como referencia el ruido que se aprecia; sin embargo, eventualmente se requiere realizar purgas en la caldera u otros elementos del proceso de generación que pueden originar niveles más altos. El impacto será negativo, puntual, directo, acumulativo.

V.3.2.2. Factor hidrología

Acuífero. De acuerdo con la CONAGUA (2016) y ENAL (2017), la disponibilidad media anual en el acuífero Cuautitlán-Pachuca (Clave 1508), en el cual se encuentra ubicado el proyecto **EVM II**, tiene una recarga media anual de 356.7 millones de metros cúbicos, una descarga

³ NORMA Oficial Mexicana NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

natural comprometida nula, y un volumen de agua subterránea concesionado e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua al 30 de junio de 2014, de 415.075 millones de metros cúbicos anuales; por lo anterior, resulta una disponibilidad media anual de agua subterránea nula con un déficit de 58.375 millones de metros cúbicos anuales. No obstante, de acuerdo con la CONAGUA (2016), el volumen de extracción total se estima en 751.3 millones de metros cúbicos anuales, de los cuales el 91% se destina al uso público urbano y el 6% al uso agrícola, 2% a uso industrial y 1% a otros usos; por lo que el acuífero se encuentra en condición de sobreexplotación desde hace varias décadas, situación que compromete el desarrollo sostenible de los sectores productivos.

Para la etapa operativa, y de acuerdo con el balance de flujo de agua de proceso se requiere un caudal de 600 m³/día. Este suministro se requiere de manera estable desde las pruebas de puesta en servicio. Por lo anterior, se perforará un pozo en la parte noreste de la parcela 141Z-1 del Ejido de Xala (propiedad acreditada a EVM) con una profundidad mínima de 350 m, como se observa en la figura V.10. Este impacto es negativo, de magnitud baja, regional, permanente; acumulativo y controvertido.



Figura V.10. Área geohidrológica más favorable para la ubicación del pozo

Es importante señalar que, para la perforación del pozo, EVM Energía del Valle de México solicitó ante la CONAGUA: 1) Autorización para la transmisión de Título de Concesión No. 13MEX109030/26EMDA16, cuyo concesionario era COES 7 S.A. de C.V. (cedente) y su Registro, Modalidad A, Transmisión General (trámite CNA-01-013); 2) Autorización para cambio de uso de aguas nacionales (trámite CNA-01-020), y 3) Permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica (trámite CNA-02-002). En atención a dichas solicitudes, la CONAGUA determinó procedente lo siguiente:

- 1) Autorizar la transmisión parcial y definitiva del Título de Concesión No. 13MEX109030/26EMDA16, a favor de EVM Energía del Valle de México Generador, S.A.P.I. de C.V. por un volumen de 500 000 m³ anuales, por una vigencia de ocho años;
- 2) Autorizar el cambio de uso servicios por el uso industrial; y
- 3) Autorizar el permiso para realizar obras de infraestructura hidráulica.

En el Anexo B se presenta el Acta de Notificación y la Resolución B00.801.02.01.-1349, emitida por la Dirección de Administración del Agua de la Subgerencia de Atención a Usuarios del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México, CONAGUA, mediante la cual se autorizan los trámites señalados.

Calidad fisicoquímica del agua. Existen potenciales riesgos de contaminación por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes de los mantenimientos mayor, preventivos y correctivos, así como por la disposición de residuos considerados como peligrosos, tales como residuos de pinturas, baterías de la maquinaria, materiales impregnados con combustibles, grasa o aceites, etc. No obstante, se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos, cuyo manejo y transporte se hará de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su reglamento. En el caso de que se presentara algún accidente, este impacto potencial sería negativo, de baja magnitud, puntual y de corto plazo. Con medida de mitigación.

V.3.2.3. Factor suelo

Características fisicoquímicas del suelo. Existen potenciales riesgos de contaminación del suelo por derrames accidentales de combustibles, grasas y aceites provenientes de los mantenimientos preventivos, correctivos y mayores, así como por alguna inadecuada disposición de residuos considerados como peligrosos, tales como materiales metálicos, residuos de pinturas, solventes, baterías de la maquinaria, materiales impregnados con combustibles, grasas o aceites, etc. Sin embargo, como se mencionó en párrafos anteriores, para el manejo de los residuos peligrosos se cumplirá con lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su Reglamento, el Reglamento de Transporte de Materiales y Residuos Peligrosos y con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Para lo anterior, se contará con el almacén temporal de residuos peligrosos construido para la etapa anterior. Este impacto potencial será negativo, de baja magnitud, puntual y de corto plazo. Con medida de mitigación.

V.3.2.4. Factor fauna

Distribución y abundancia. Como se señaló en el Apartado V.3.2.1, se acuerdo con los niveles de ruido más importantes que se generarán durante la etapa de operación (tabla V.17), aunado a la presencia de los trabajadores, las emisiones a la atmósfera y el movimiento de vehículos, se espera que la fauna silvestre se mantendrá alejada de la central durante la vida útil de la misma. Este impacto es negativo, puntual, de baja magnitud y permanente durante la etapa operativa de este proyecto; sin medida de mitigación.

V.3.2.5. Factor paisaje

Si bien la calidad del paisaje en el área del proyecto es baja, el paisaje será modificado por las instalaciones del proyecto, aunque este impacto podría ser mitigado con la reforestación perimetral e interior con árboles de la región que amortigüen el efecto visual. Este impacto es negativo, de baja magnitud, local y permanente. Con medida de mitigación.

V.3.2.6. Factor socioeconómico

Empleo. Se contempla una contratación para la etapa de operación donde al menos el treinta por ciento (30%) de mano de obra sea de habitantes de las zonas aledañas. En promedio se requerirán 45 personas de manera permanente. La generación de empleos, aunque menor que la etapa anterior, trae consigo el mejoramiento de la calidad de vida de los trabajadores y familias asociadas, tanto por el salario que les permite adquirir bienes y servicios, como por las prestaciones asociadas al trabajo. Por lo tanto, este impacto se clasifica como positivo, de baja magnitud, local a regional y permanente.

Actividades productivas. Con la construcción del proyecto habrá un cambio de uso de suelo en la superficie total del predio (alrededor de 26 ha), de uso agrícola a uso industrial, y por consiguiente una afectación directa en las actividades productivas que ahí se desarrollan. No obstante, desde otro punto de vista, esta actividad podría tener efectos positivos, en virtud de que el cambio de actividad productiva en el sitio conllevará también una importante derrama económica por el empleo y una demanda de servicios importante durante esta etapa del proyecto, así como también generación de electricidad, que contribuirá a satisfacer la demanda de energía en la zona centro del país.

Bienes y servicios. Con la operación de la central, la economía local se mantendrá activada, debido a los requerimientos de bienes, servicios, insumos y productos. Esto, junto con la generación de empleos permanentes, puede ocasionar un mayor movimiento de circulante. Este impacto se clasifica como positivo, de baja magnitud, de extensión local a regional y permanente.

V.3.3. Etapa de desmantelamiento y abandono

V.3.3.1. Factor atmósfera

Calidad del aire, De la misma manera que para la etapa de preparación del sitio y construcción, en esta etapa la circulación de vehículos y el acarreo de materiales, la demolición de estructuras, la limpieza y acondicionamiento del terreno, así como el empleo de maquinaria, equipo, tractores, camiones de volteo, pipas de agua, motoconformadoras, cargadores, cargadores de orugas, retroexcavadoras, grúas y vehículos para transporte de personal, entre otros, contribuirán directamente al aumento de la concentración de humos y polvo en el área, el cual proviene básicamente de partículas finas del suelo. Este impacto será negativo, de magnitud baja, local y duración temporal, con mitigación.

Nivel de ruido. La operación de maquinaria para el desmantelamiento de la infraestructura, desarmado y demolición de edificaciones y la operación de equipo en general para el desmontaje del sistema electromecánico y civil de la planta, contribuirán al aumento de los

niveles de ruido en el predio y sus inmediaciones. No obstante, este impacto adverso tendrá un efecto puntual y temporal, que no afectará a las comunidades cercanas (Tecuautilán Atla, Xala y Jaltepec); los receptores sensitivos serán trabajadores de la obra, los cuales contarán con equipo de protección para el desarrollo de sus actividades. Por lo anterior se considera un impacto negativo, de magnitud baja, puntual, temporal y mitigable.

V.3.3.2. Factor suelo

Características fisicoquímicas del suelo. Para el acondicionamiento y rehabilitación del suelo en esta etapa de desmantelamiento y abandono, se deberán mejorar las propiedades físicas del mismo mediante algunas actividades de labranza como el subsoleo, con el cual se reduciría la compactación, se recupera la porosidad de las diferentes capas del suelo, logrando condiciones más favorables para el crecimiento del sistema radicular del cultivo o de la vegetación que se desee incorporar al sitio. Este impacto es positivo, de baja magnitud, puntual y permanente.

V.3.3.3. Factor vegetación

La rehabilitación de sitio para el cambio de uso de suelo industrial a sus condiciones originales, conlleva formar nuevos hábitats con la cobertura vegetal y consecuentemente la reincorporación de la fauna de la región. Este impacto es positivo, puntual, de baja magnitud y permanente

V.3.3.4. Factor fauna

Distribución y abundancia. Con el retiro de la infraestructura de la central, la presencia constante de vehículos y trabajadores, así como la rehabilitación del terreno, se esperaría que se reestablezcan las condiciones ambientales iniciales con el consecuente retorno de la fauna al sitio; por lo que el impacto positivo sería local, de baja magnitud y permanente.

V.3.3.5. Factor paisaje

El desmantelamiento y retiro de la infraestructura electromecánica de la central, así como la demolición y retiro de las estructuras civiles para su posterior limpieza y rehabilitación del terreno, con la finalidad de integrarlo nuevamente a uso agrícola, modificará nuevamente el paisaje de manera sustancial y positivamente.

V.3.3.6. Factor socioeconómico

Empleo. Durante esta etapa será necesaria la contratación de personal de manera temporal, así como la contratación de algunas empresas para servicios diversos, la cual será contratada de las localidades cercanas del proyecto. Este impacto es positivo, de baja magnitud, local a regional y temporal.

Actividades productivas. La rehabilitación del sitio a sus condiciones originales es un impacto adverso positivo, de baja magnitud, puntual y permanente.

Bienes y servicios. La economía local será interrumpida con el cierre y abandono de la central, debido al cese de requerimientos de bienes, servicios, insumos y productos que durante la vida útil del proyecto se desarrolló a nivel local y regional. Por lo anterior, este impacto se clasifica como negativo, de baja magnitud, de extensión local a regional; de corta duración, sin medida de mitigación.

V.4. Indicadores de impacto y de cambio climático

En esta sección se definen los criterios para seleccionar la posible lista de indicadores de impacto. En este sentido, los indicadores seleccionados tomados de la guía para la presentación de la manifestación de impacto ambiental deben tener al menos las siguientes características:

Representatividad. Se refiere al grado de información que posee un indicador respecto al impacto global de la obra.

Relevancia: La información que aporta es significativa sobre la magnitud e importancia del impacto.

Excluyente. No existe una superposición entre los distintos indicadores.

Cuantificable. Mensurable, siempre que sea posible en términos cuantitativos.

Fácil identificación. definido conceptualmente de modo claro y conciso.

V.4.1. Lista de posibles indicadores de impacto

Para los indicadores ambientales empleados en la evaluación de los impactos ambientales del proyecto **EVM II**, se han establecido algunos índices y referencias que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrían producirse como consecuencia de los agentes de cambio ocasionados por las obras y actividades del proyecto en el sistema ambiental.

Cabe mencionar que el análisis de los indicadores seleccionados aparece con mayor detalle en la sección de descripción de los impactos ambientales del proyecto **EVM II**. Los indicadores de impacto considerados son:

a) Atmósfera

Calidad del aire ambiente. Para la calidad del aire ambiente, los indicadores consisten en la comparación de las concentraciones obtenidas en el aire ambiente con los valores normados o regulados establecidos en las normas oficiales mexicanas vigentes con las concentraciones obtenidas de la simulación de dispersión de contaminantes en la etapa de operación del proyecto **EVM II**. La NOM aplicable es la siguiente:

NOM-023-SSA1-1993. Salud ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.

La concentración de bióxido de nitrógeno, como contaminante atmosférico, no debe rebasar el límite máximo normado de 0.21 ppm o lo que es equivalente a 395 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en una hora una vez al año, como protección a la salud de la población susceptible.

NOM-085-SEMARNAT-2011. Contaminación atmosférica-Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición.

Ruido. En el caso del ruido, se tienen las emisiones de ruido ocasionadas por la operación de maquinaria y equipo empleado en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, así como el ruido que se pudiese ocasionar durante la operación de la Central. En ambos casos se realizará la comparación de las mediciones de ruido con los límites máximos permisibles establecidos en las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes:

NOM-080-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.

b) Hidrología

Aguas residuales (pluviales y de operación). Será necesaria la recolección y tratamiento de las aguas residuales, tanto de la purga de la torre de enfriamiento, como las aguas residuales de operación, pluviales y las sanitarias a fin de cumplir con los límites de descarga de efluentes del predio. En cualquiera de los casos se realizará la comparación de los parámetros físicos y químicos de aguas residuales con los límites máximos permisibles establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996.

NOM-001-SEMARNAT-1996. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.

Acuífero. De acuerdo con el estudio técnico del acuífero Cuautitlán-Pachuca (DOF, 14-IX-2016), la disponibilidad media anual del acuífero es de 356.7 hm^3 anuales, considerando la recarga media anual del mismo. Sin embargo, la extracción de agua subterránea es de 751.3 hm^3 anuales, por lo cual se encuentra en condición de sobreexplotación desde hace varias décadas, al ser el volumen de extracción superior al valor de la recarga, situación que compromete el desarrollo sostenible de los sectores productivos.

Por otra parte, el volumen de agua subterránea concesionado para este acuífero e inscrito en el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) al 30 de junio de 2014, es de 415.1 hm^3 anuales, resultando una disponibilidad media anual de agua subterránea nula con un déficit de 58.4 hm^3 anuales. Por lo anterior, un indicador de impacto ambiental para evaluar el posible abatimiento del acuífero sería el monitoreo periódico (anual o bianual) de la profundidad del nivel piezométrico del mismo.

c) Suelo

Para el suelo, el indicador seleccionado consiste en la potencial contaminación por grasas y aceites de la maquinaria durante la preparación del sitio y construcción, así como por el derrame accidental de alguna otra sustancia. Este indicador sólo se aplicará en caso de que

haya una contaminación por vertimiento accidental que se pudiera presentar, considerando para ello las concentraciones obtenidas y su comparación con los límites máximos establecidos en la norma oficial mexicana siguiente:

NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012. Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

d) Vegetación y fauna

En el caso de vegetación y fauna, dado que el predio del proyecto se ubica en terrenos propiedad de EVM, en la vecindad con la Central CC EVM I, el indicador consiste en la verificación de la protección de las especies en general, pero en particular de aquellas que se encuentran en algún status de conservación, conforme a los listados de la norma oficial mexicana siguiente:

NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo.

Otro indicador importante a tomar en cuenta es el índice de diversidad de la fauna en el área de influencia o en un radio de 1 km del proyecto (antes y durante su construcción, y durante la operación), a fin de observar los posibles cambios con respecto a la riqueza de especies, su distribución y abundancia; comparando los índices de diversidad obtenidos en dicha área con respecto a otros sitios más alejados del proyecto **EVM II**.

e) Paisaje

Considerando que las cualidades estético-paisajísticas en el entorno del predio del proyecto en gran medida ya han sido alteradas por el desarrollo de las actividades agrícolas, por asentamientos humanos, infraestructura carretera y eléctrica, así como por la construcción la central EVM I, no es factible establecer algún indicador que permita determinar cambios o tendencias en el paisaje, dado que la función de un indicador ambiental es establecer parámetros que proporcionan información sobre el estado actual del sistema, así como patrones o tendencias en el estado del medio con el desarrollo del proyecto **EVM II**.

En este sentido, el único aspecto que se considera es la modificación del área de cambio de uso de suelo de una actividad agrícola existente a una industrial, con el establecimiento del proyecto; éste es el único criterio cuantificable como indicador de impacto, cuyo impacto desde el punto de vista del paisaje es acumulativo, debido a que se suma a otros impactos que han dado como consecuencia que la condición paisajística del sitio del proyecto sea baja.

f) Socioeconomía

En socioeconomía, el indicador considerado consiste en los empleos directos e indirectos que generará el desarrollo del proyecto **EVM II**, en sus distintas etapas de ejecución. Este indicador adquiere cierta relevancia en virtud de la problemática en materia de empleo que se presenta a nivel nacional y se refleja en la población económicamente activa (PEA) local del SAR.

V.5. Delimitación del área de influencia

Para la delimitación del área de influencia del proyecto EVM se consideraron básicamente tres criterios, definidos en función de su evaluación de impacto ambiental. Los criterios que se tomaron en cuenta son:

- a) Las emisiones de NO_x a la atmósfera, tomando en cuenta que éste sería el impacto ambiental de mayor extensión por el proyecto. Para lo anterior, se tomaron en cuenta las curvas de isoconcentraciones de NO_x , estableciendo como límite las concentraciones superiores a $98.75 \mu\text{g}/\text{m}^3$, equivalente al 25% del valor del límite máximo permisible establecido por la NOM-023-SSA1-1993, que establece los criterios para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO_2).

El límite máximo permisible para el NO_2 es de $395 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Es importante señalar que la máxima concentración obtenida en la modelación fue de $199.29 \mu\text{g}/\text{m}^3$, la cual se registró a unos 5.85 km al S-SE del sitio de proyecto, en el cerro Tepayo. Este valor indica que se está por debajo del umbral que marca la NOM-023-SSA1-1993, por lo cual no representa problema alguno para la salud, al margen de que no se encuentra ninguna localidad cercana a este sitio.

- b) La zona de influencia socioeconómica fue definida en función de los empleos directos e indirectos, así como de los bienes y servicios que conllevará el proyecto. Al respecto, se determinó un área envolvente que incluyera las localidades más cercanas, como Tecuautlán Atla, Xala y Jaltepec, así como también Irolo y Ciudad Sahagún, ésta última por ser la localidad más cercana de mayor población y la que mejor ofertaría la demanda de los principales bienes y servicios requeridos para el proyecto, como son el hospedaje, alimentación, transporte, suministros de agua y combustibles, bienes de consumo y demás servicios requeridos, como el manejo y la disposición de los diferentes tipos de residuos sólidos, por citar un ejemplo.
- c) El área de impacto visual del proyecto se estimó considerando un radio de afectación de 2.5 km, distancia máxima sobre la cual la central **EVM II** difícilmente es percibida desde los puntos de observación (camino, carreteras y asentamientos humanos, principalmente). No obstante que la superficie del este círculo es de 19.64 km^2 , la superficie real de afectación sería de 12.8 km^2 aproximadamente, tomando en cuenta la cuenca visual dentro de la misma, la cual es delimitada por los cerros y lomeríos presentes en el entorno.

Con base en la sobreposición de estas tres áreas, se obtuvo el área de influencia del proyecto **EVM II** dentro del SAR, como se aprecia en las figuras V.11 y V.12.

La superficie del área de influencia del proyecto es de 75.5 km^2 , alrededor de 25.86% de la superficie total del SAR (292 km^2); y está constituida en un 87% por tierras de cultivo (65.7 km^2) y un 13% por matorral crasicaule y elementos de bosque de encino (9.8 km^2).

V.6. Impactos residuales

Tomando en cuenta que un impacto ambiental residual es aquel impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación o que éste no tenga ninguna medida de mitigación al respecto; para el proyecto se identificaron los siguientes impactos residuales.

a) Calidad del aire

La calidad del aire será un impacto residual resultante del proyecto **EVM II**. Las emisiones de NO_x y CO_2 son inevitables en la operación de un proyecto de este tipo, a pesar de que el uso de gas natural para la generación de energía es una tecnología menos impactante con respecto a las centrales convencionales que operan con combustóleo o carbón mineral, como se puede observar en la figura V.13. Los principales emisores de CO_2 tienden a ser las centrales carboeléctricas por el mayor contenido de carbono del carbón en comparación con otros combustibles fósiles.

Emisiones de dióxido de carbono (CO_2). Es importante señalar que todos los combustibles fósiles producen emisiones de CO_2 cuando se queman porque contienen carbono. Por ejemplo, el gas natural es básicamente metano, compuesto químico relativamente simple formado por un átomo de carbono y cuatro de hidrógeno (CH_4). Por otra parte, no hay sistemas de control de contaminación de uso rutinario que capten las moléculas de CO_2 a medida que van saliendo de la chimenea de una central eléctrica.

En este sentido, las emisiones de CO_2 de una central eléctrica que usa combustibles fósiles dependen de: 1) la cantidad de carbono que contiene el combustible, y 2) la eficiencia de la central para convertir este combustible en electricidad. En la Figura V.14 se muestran los índices promedio de emisiones de CO_2 , con base en los insumos para carbón, diésel, petróleo y gas natural (CCA, 2004). El índice para carbón es casi el doble del índice para el gas natural debido a su mayor contenido de carbono. Cómo se traduce esto en emisiones con base en la generación, depende de la cantidad de combustible consumido y la eficiencia de la central eléctrica para convertir el combustible en producción de electricidad útil. En una central eléctrica típica, alrededor de un tercio de la energía contenida en el combustible se convierte en electricidad, mientras que el resto se libera como calor residual. Algunas centrales aprovechan este calor residual para producir electricidad adicional o para satisfacer otras necesidades de energía. Esto aumenta la eficiencia global de la central (CCA, *op cit.*).

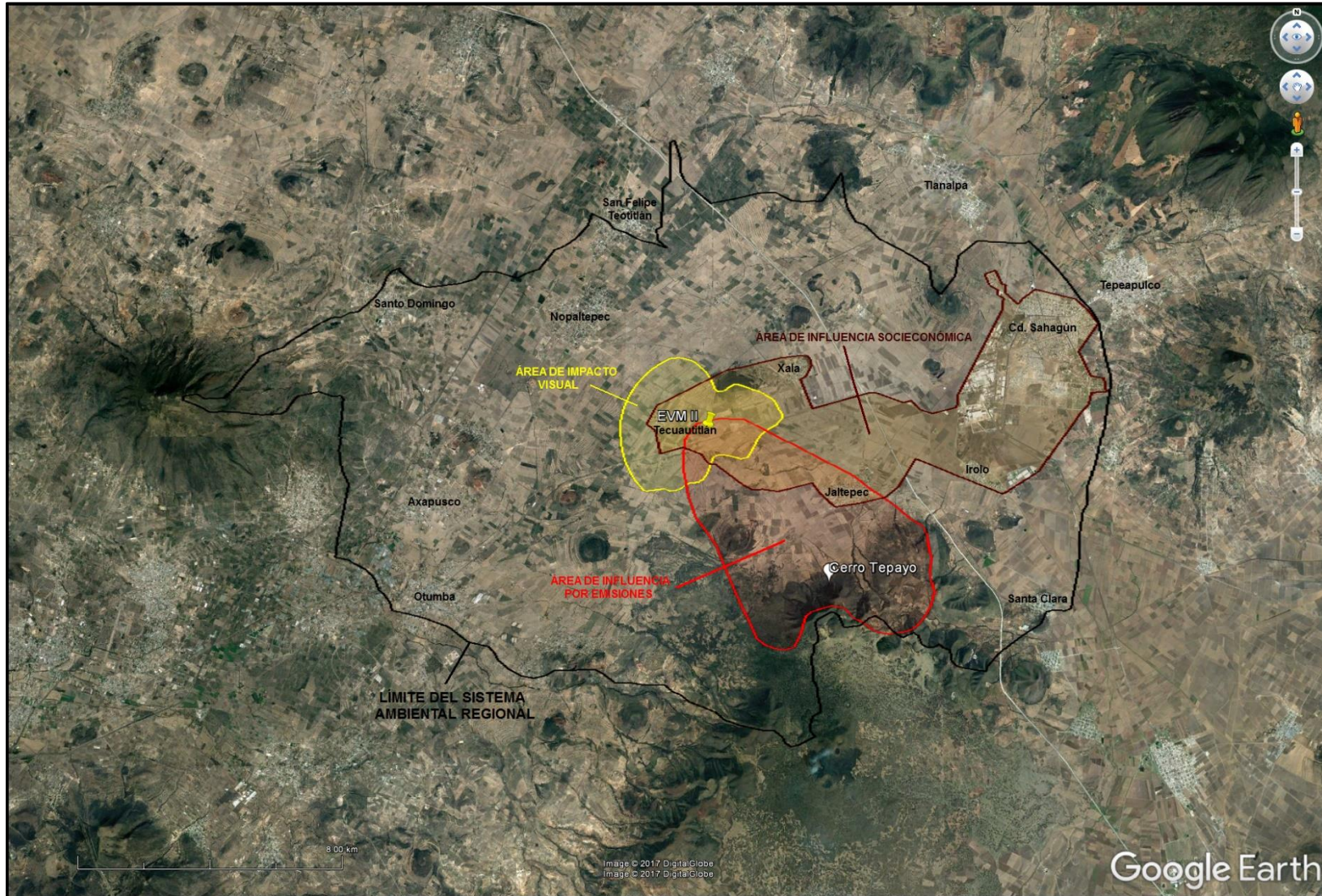


Figura V.11. Sobreposición de áreas de influencia por emisiones, impacto visual y socioeconómica



Figura V.12. Área de influencia del proyecto EVM II

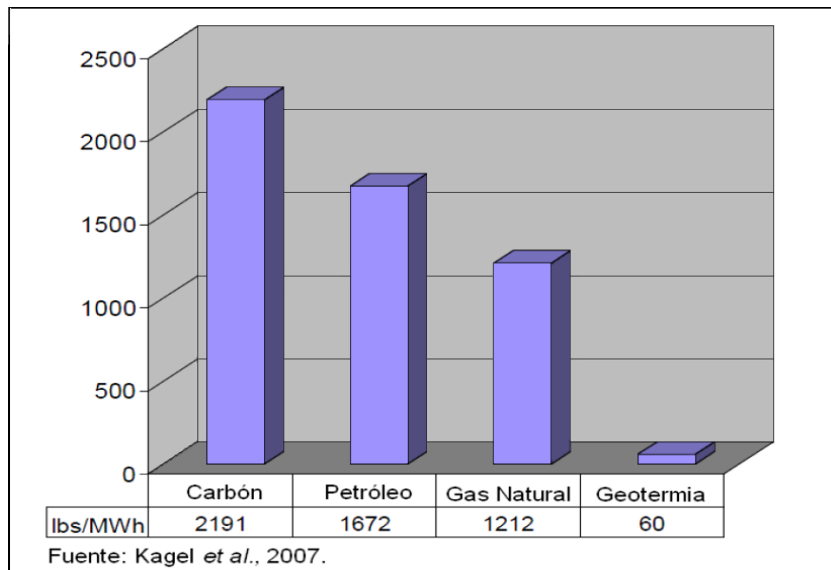


Figura V.13. Emisiones de CO₂ por tipo de combustible (Kagel et al., 2007)

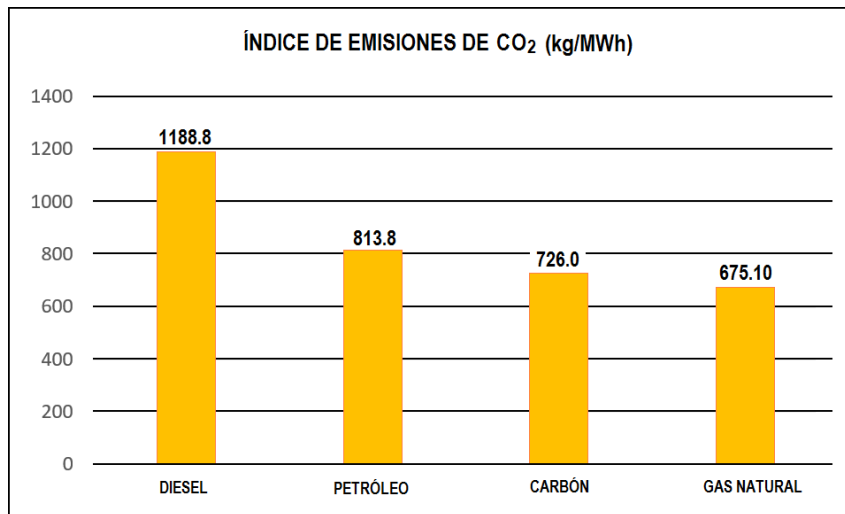


Figura V.14. Índice de emisión de CO₂ promedio para diferentes tipos de combustibles

En la Tabla V.18 se presentan las emisiones anuales de CO₂ correspondientes a 2002 para cada una de las centrales que operaron con gas natural en el país (CCA, 2004).

Tabla V.18. Índice de emisiones de CO₂ en centrales que operaron con gas natural como combustible primario (Fuente: CCA, 2004)

Nombre de la Central / Ubicación	Generación de electricidad anual (MWh)	Emisiones de CO ₂ (toneladas)	Índice de emisiones de CO ₂ (kg/MWh)
C.C.C. Benito Juárez (Samalayuca II), Chihuahua	3,901,950	1,467,057	376
C.T. Valle de México, México	3,894,120	2,182,656	561
C.C.C. Fco. Pérez Ríos (Tula), Hidalgo	3,260,940	1,449,006	444
C.C.C. Chihuahua II (El Encino), Chihuahua	2,949,700	1,155,436	392
C.C.C. Dos Bocas, Veracruz	2,428,890	1,315,693	542
C.C.C. Huinalá, Nuevo León	2,331,460	1,066,807	458
C.C.C. Presidente Juárez (Rosarito), Baja California	2,077,250	794,694	383
C.C.C. Felipe Carrillo R (Valladolid), Yucatán	1,517,600	685,122	451
C.TG. El Sauz, Querétaro	1,495,570	787,424	527
C.C.C. El Sauz, Querétaro	1,370,540	645,602	471
C.C.C. Huinalá II, Nuevo León	1,333,060	502,788	377
C.C.C. Gómez Palacio, Durango	1,045,260	591,390	566
C.TG. Portes Gil (Río Bravo), Tamaulipas	1,031,400	1,216,356	1,179
C.TG. Presidente Juárez (Tijuana), Baja California	648,420	427,061	659
C.TG. Hermosillo, Sonora	507,150	310,190	612
C.T. Jorge Luque, México	497,160	362,650	729
C.TG. Chihuahua II (El Encino), Chihuahua	329,140	206,266	627
C.TG. Huinalá, Nuevo León	259,700	151,433	583
C.T. San Jerónimo, Nuevo León	222,010	154,502	696
C.T. La Laguna, Durango	179,590	129,843	723
C. TG. Jorge Luque (Lechería), México	145,390	115,683	796
C. TG. Nonoalco, DF	131,470	99,471	757
C.TG. Valle de México, México	104,780	85,676	818
C.TG. La Laguna, Durango	62,260	56,003	899
C. TG. El Verde, Jalisco	29,110	28,391	975
C. TG. Chávez, Coahuila	25,250	23,100	915
C.TG. Universidad, Nuevo León	17,220	17,884	1,039
C.TG. Leona, Nuevo León	16,570	17,121	1,033
C.TG. Fundidora, Nuevo León	4,810	4,762	990
Promedio:			675.10

Emisiones de óxidos de nitrógeno (NO_x). La quema de combustibles fósiles a altas temperaturas en presencia de nitrógeno y oxígeno en la atmósfera produce óxido nítrico (NO), que rápidamente se convierte a dióxido de nitrógeno (NO₂) en la atmósfera. En conjunto, estos dos contaminantes se conocen como NO_x. Debido a las grandes cantidades de combustible que queman, las plantas a base de combustibles fósiles son fuentes importantes de NO_x en América del Norte.

En la figura V.15 se muestran los índices promedio de emisiones de NO_x, con base en los insumos para carbón, diésel, petróleo y gas natural (CCA, 2004).

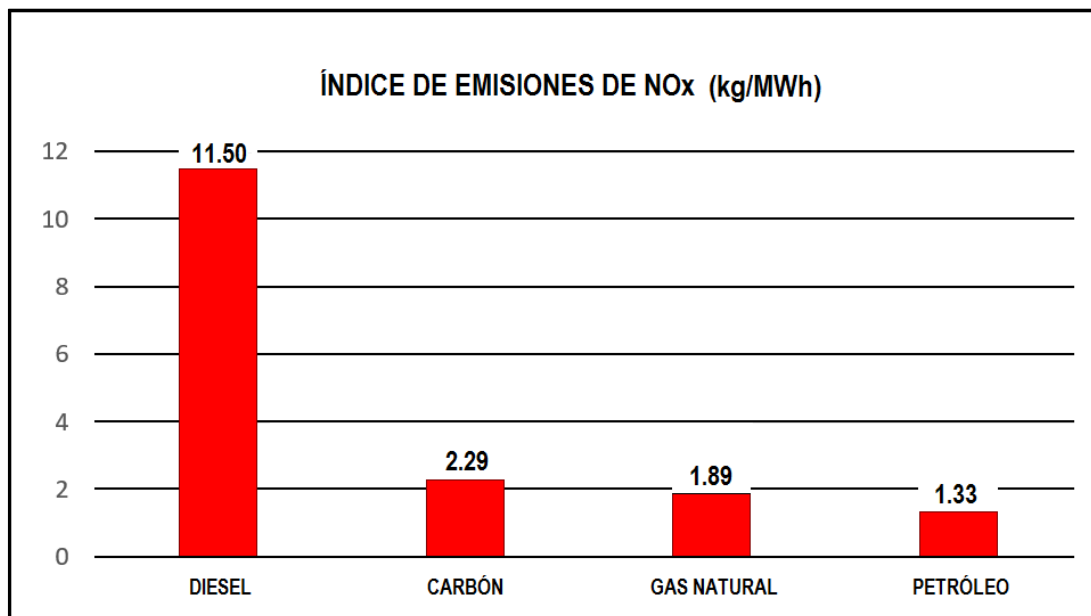


Figura V.15. Índices de emisiones de NO_x promedio para diferentes tipos de combustibles

Algunos de los factores que influyen en la cantidad de NO_x producida por las centrales eléctricas incluyen la cantidad de nitrógeno en el combustible, la cantidad de aire excedente (que es 78% nitrógeno), la temperatura de combustión del aire y el nivel de control de NO_x posterior a la combustión. La propia composición del gas natural genera dos veces menos emisiones de NO_x que el carbón y 2.5 veces menos que el combustóleo. Las modernas instalaciones tienden a reducir las emisiones actuando sobre la temperatura, concentración de nitrógeno y tiempos de residencia o eliminándolo una vez formado mediante dispositivos de reducción catalítica (<http://www.minetad.gob.es/energia/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx>).

En la columna Índice de emisiones de NO_x de la tabla V.19 aparecen los índices de emisión de NO_x para diversas centrales que operan con gas natural en México. Estos índices de emisión basados en la generación, representan una medida de la cantidad de emisiones de NO_x liberadas a la atmósfera por megawatt-hora (MWh) de electricidad producida (CCA,2004). Los índices de emisión permiten comparar el desempeño relativo en cuanto a emisiones de centrales de diferente tamaño y con diferentes índices de utilización.

Tabla V.19. Índice de emisiones de NO_x en centrales que operaron con gas natural como combustible primario (Fuente: CCA, 2004)

Nombre de la Central / Ubicación	Generación de electricidad anual (MWh)	Emisiones de NO _x (toneladas)	Índice de emisiones de NO _x (kg/MWh)
C.C.C. Benito Juárez (Samalayuca II), Chihuahua	3,901,950	4,140	1.06
C.T. Valle de México, México	3,894,120	3,096	0.8
C.C.C. Fco. Pérez Ríos (Tula), Hidalgo	3,260,940	4,088	1.25
C.C.C. Chihuahua II (El Encino), Chihuahua	2,949,700	3,264	1.11
C.C.C. Dos Bocas, Veracruz	2,428,890	3,712	1.53
C.C.C. Huinalá, Nuevo León	2,331,460	3,009	1.29
C.C.C. Presidente Juárez (Rosarito), Baja California	2,077,250	2,242	1.08
C.C.C. Felipe Carrillo R (Valladolid), Yucatán	1,517,600	2,025	1.33
C.TG. El Sauz, Querétaro	1,495,570	2,221	1.49
C.C.C. El Sauz, Querétaro	1,370,540	1,955	1.43
C.C.C. Huinalá II, Nuevo León	1,333,060	1,418	1.06
C.C.C. Gómez Palacio, Durango	1,045,260	1,668	1.6
C.TG. Portes Gil (Río Bravo), Tamaulipas	1,031,400	3,437	3.33
C.TG. Presidente Juárez (Tijuana), Baja California	648,420	1,222	1.88
C.TG. Hermosillo, Sonora	507,150	875	1.73
C.T. Jorge Luque, México	497,160	847	1.7
C.TG. Chihuahua II (El Encino), Chihuahua	329,140	582	1.77
C.TG. Huinalá, Nuevo León	259,700	427	1.64
C.T. San Jerónimo, Nuevo León	222,010	219	0.99
C.T. La Laguna, Durango	179,590	303	1.69
C. TG. Jorge Luque (Lechería), México	145,390	326	2.24
C. TG. Nonalco, DF	131,470	281	2.13
C.TG. Valle de México, México	104,780	242	2.31
C.TG. La Laguna, Durango	62,260	159	2.56
C. TG. El Verde, Jalisco	29,110	114	3.93
C. TG. Chávez, Coahuila	25,250	65	2.58
C.TG. Universidad, Nuevo León	17,220	50	2.93
C.TG. Leona, Nuevo León	16,570	48	2.91
C.TG. Fundidora, Nuevo León	4,810	13	2.79
		Promedio:	1.89

Como se puede observar en la tabla anterior, las grandes centrales de ciclo combinado que operan con gas natural presentan los índices de emisión más bajos; estos índices de emisión de NO_x varían por diversas razones: 1) distintos niveles de control de contaminación, 2) diferencias en las características de los combustibles usados, y 3) diferencias en la eficiencia de las centrales eléctricas.

Los índices de emisiones de CO₂ y NO_x que se esperan para el proyecto **EVM II** oscilarán alrededor de los 376 y 471 kg/MWh respectivamente, tomando como referencia las centrales CCC Chihuahua II (El Encino), CCC Presidente Juárez (Rosarito) y CCC El Sauz, en función de la capacidad instalada (MW) similar.

En la zona del proyecto, la velocidad media del viento máxima registrada es de 10.86 km/h y la mínima 6.84 km/h; específicamente de 9.5 km/h para la estación de Cd. Sahagún (ENAL, 2017). Aunado a la altura de la chimenea (54.8 m) y la velocidad de los gases de escape (a condiciones de verano con fuego suplementario en servicio) de 23.9 m/s, la dispersión de los gases se verá altamente favorecida, por lo que el proyecto no generará cambios significativos en el medio natural del SAR.

Emisiones de dióxido de azufre (SO₂), metano (CH₄) y partículas. El dióxido de azufre es el principal causante de la lluvia ácida, que a su vez es el responsable de la destrucción de los bosques y la acidificación de los lagos. El gas natural tiene un contenido de azufre inferior a las 10 ppm (partes por millón) en forma de odorizante, por lo que la emisión de SO₂ en su combustión es 150 veces menor a la del gas natural, entre 70 y 1 500 veces menor que la del carbón y 2 500 veces menor que la que emite el combustóleo, por lo que la emisión de SO₂ en la combustión del gas natural se considera nula.

(<http://www.minetad.gob.es/energia/gas/Gas/Paginas/gasnatural.aspx>).

El metano, que constituye el principal componente del gas natural, es causante de efecto invernadero más potente que el CO₂, aunque las moléculas de metano tienen un tiempo de vida en la atmósfera más corto que las del CO₂. De acuerdo con estudios independientes, las pérdidas directas de gas natural ocurren sólo durante la extracción, transporte y distribución, pero no durante combustión para la operación de la central. A nivel mundial, se han estimado en 1% del total del gas transportado.

Por último, el gas natural se caracteriza por la ausencia de cualquier tipo de impurezas y residuos, lo que descarta cualquier emisión de partículas sólidas, hollines, humos, etc.

b) Consumo de agua para repuesto del ciclo agua/vapor y para el enfriador evaporativo, sistema de enfriamiento, servicios y sistema contra incendio

El otro impacto ambiental residual importante consiste en la extracción de agua de pozo para el sistema de enfriamiento en la etapa de operativa del proyecto **EVM II**, considerando el aprovechamiento del recurso y en consecuencia el suministro continuo de 864 m³/día (315,360 m³ anuales) agua cruda proveniente del acuífero Cuautitlán-Pachuca, durante el tiempo de vida útil del proyecto (20 años), que en virtud de la problemática existente con la sobreexplotación del acuífero, además del sobreconcesionamiento emitido por la autoridad (CONAGUA), contribuiría al abatimiento de los niveles piezométricos en el SAR.

El proyecto **EVM II** cuenta con un título de concesión para aprovechar 500,000 m³ anuales de agua. Tomando en cuenta los requerimientos anuales para la operación del proyecto (315,360 m³), una de las medidas de mitigación establecidas para este caso, es que se dejarán de aprovechar 184,640 m³ anuales (alrededor del 37% del volumen concesionado). Este hecho contribuirá a atenuar el abatimiento del acuífero Cuautitlán-Pachuca, al margen de que no se explotarán nuevas fuentes de abastecimiento de agua.

Por otra parte, el proyecto **EVM II** suministrará un sistema para el tratamiento de todas las aguas residuales sanitarias e industriales generadas durante las etapas de operación del proyecto bajo el concepto de descarga industrial cero y reúso de agua tratada en terrenos agrícolas, para lo cual considerará todos los equipos necesarios para su total cumplimiento.

c) Calidad del paisaje

Otro impacto que se identificó como residual es el impacto que tendrá el proyecto sobre la calidad del paisaje. Tomando en cuenta que el paisaje es la parte perceptible de los ecosistemas, resultado de un sinnúmero de relaciones entre los elementos bióticos, abiótico y socioeconómicos, este concepto resulta ser un indicador importante que refleja todos los acontecimientos o procesos que han ocurrido y están ocurriendo en una región determinada.

No obstante que la valoración y análisis del paisaje, realizada en el capítulo 4, resultó ser baja a media, se propone implementar un programa de reforestación con especies nativas o comunes de la región dentro del predio y en el cerco perimetral de la central **EVM II**, a sabiendas que esta medida de mitigación sólo aminora en un bajo porcentaje el impacto visual que generarán las instalaciones del proyecto, tanto en la fase constructiva como operativa.

d) Cambio de uso de suelo

El cambio de uso de suelo agrícola a industrial por la construcción del proyecto **EVM II**, así como de sus obras complementarias y asociadas, es inevitablemente un impacto residual a considerar; independientemente de que se implementen medidas de mitigación, como la reforestación, dicho impacto prevalecerá durante la vida útil del proyecto.

V.7. Impactos acumulativos

Un impacto ambiental acumulativo es el aquél que resulta de la suma 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.

Tomando en cuenta que el análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de “línea base o cero”, los posibles cambios identificados en el ambiente que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo en aquellos que actualmente se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, son los siguientes.

Generación de residuos (peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos). Toda central termoeléctrica, independientemente del combustible utilizado y de la tecnología implementada, considera el manejo y almacenamiento de sustancias peligrosas, así como también la generación de residuos peligrosos asociados, tales como aceites y grasas, materiales impregnados con aceites y grasas, solventes usados, baterías y pinturas, entre otros. En las tres etapas del proyecto **EVM II** se generarán residuos, tanto peligrosos como de manejo especial y sólidos urbanos, que serán manejados conforme lo establece la normativa ambiental vigente; no obstante, su generación se acumulará a los residuos que actualmente se generan en la región.

Impacto visual. Si bien la calidad paisajística del predio donde se construirá la central **EVM II** se determinó baja, el establecimiento de toda la infraestructura de la central se sumará a la existente (carreteras, caminos, líneas eléctricas y la central EVM I) para cambiar un paisaje agrícola a uno industrial.

Extracción de agua del acuífero. Los requerimientos de agua para el abastecimiento del sistema de enfriamiento de la central, hace necesaria la construcción de un pozo para extracción de agua del acuífero, el cual actualmente se encuentra sobreexplotado y sobreconcesionado por la CONAGUA. La extracción de agua para el proyecto, aún autorizada estará contribuyendo inevitablemente a la sobreexplotación del acuífero Cuautitlán-Pachuca y por ello que este impacto se clasificó como acumulativo, aunque no aumentaría el volumen concesionado en el título referido.

Emisiones a la atmósfera. La cantidad y características de las emisiones a la atmósfera depende de varios factores, como el combustible, el tipo y el diseño de la unidad de combustión, las prácticas operacionales, las medidas de control de las emisiones y del mantenimiento y eficiencia general del sistema. Sin embargo, como se señaló anteriormente, las emisiones a la atmósfera producen un impacto residual inevitable para este tipo de proyectos, las cuales se adicionarán a las emitidas por la central EVM I, construida en predios aledaños a este proyecto. No obstante, los resultados y conclusiones del estudio de dispersión de contaminantes realizado no prevén ningún impacto ambiental significativo al respecto.

Ruido. Este aspecto ambiental se presentará durante las tres etapas del proyecto, principalmente en la etapa constructiva, debido a la intensidad de obras a ejecutar y a los diferentes frentes de trabajo, en el cual el uso de maquinaria y equipo tendrá un uso casi permanente. Entre las principales fuentes de ruido durante la etapa operativa se encuentran las siguientes: las bombas, los compresores y los condensadores; los generadores eléctricos, motores y transformadores; las turbinas y sus elementos auxiliares; las torres de enfriamientos, entre otros elementos auxiliares. Por lo anterior, aunque sea de manera puntual o local, esta actividad tendrá un efecto acumulativo; independientemente de las medidas preventivas y/o correctivas que se implementen.

V.8. Conclusiones

Como se puede observar en la Tabla V.20, de los 114 impactos identificados, 85 son considerados adversos, 27 positivos y 2 impactos que, desde el punto de vista que se analice, podrían ser adversos o benéficos. Con respecto a los impactos negativos, el 90% de ellos tienen un grado de significancia bajo a moderado; por el contrario, el 67% la mayoría de los impactos positivos tienen una significancia alta.

Por otra parte, el 61% de los impactos identificados ocurrirán en la etapa de preparación del sitio y construcción, alrededor del 21% en la etapa operativa del proyecto y el porcentaje restante en la etapa de desmantelamiento y abandono.

Tabla V.20. Resumen de los impactos del proyecto

Etapas	Grado de significancia de los impactos									Totales		
	Bajo		Moderado		Alto			Muy Alto				
	0 – 0.249		0.250 – 0.499		0.500 – 0.749			0.750 – 1		(-)	(-/+)	(+))
	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)	(-/+)	(+)	(-)	(+)			
Preparación del sitio y construcción	27	1	31	2	3	0	6	0	0	61	0	9
Operación y mantenimiento	4	0	7	1	4	2	6	0	0	15	2	7
Desmantelamiento y abandono	4	0	4	5	1	0	6	0	0	9	0	11
Total:	35	1	42	8	8	2	18	0	0	85	2	27
	114											

Del total de los impactos adversos identificados los más relevantes se presentan en la tabla V.21.:

Tabla V.21 Grado de significancia de los impactos producidos por la EVM II

Parámetros	Grado de significancia	
a) Emisiones a la atmósfera de NO _x	0.704	Alto
b) Consumo de agua	0.620	Alto
c) Calidad del paisaje	0.602	Alto
d) Ruido	0.593	Alto

La calidad actual del aire en el SAR tendrá algunas variaciones por la emisión de óxidos de nitrógeno (NO_x) durante la operación de la Central. La significancia del impacto, derivado de las variaciones de las concentraciones actuales, está considerado como alto, principalmente por la duración de la actividad (20 años) y porque estas emisiones se sumarán a las emisiones de la central EVM I actualmente en operación. La operación de la central **EVM II** provocará un impacto acumulativo y residual en la calidad del aire de la zona de estudio. De acuerdo con el estudio de dispersión de emisiones a la atmósfera (Anexo D), la calidad del aire en la región se mantendrá dentro de los límites que garantizan la protección a la salud de la población, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia del sistema de control de contaminantes que esta nueva central tendrá.

Con respecto al consumo de agua, la operación de la central **EVM II** durante su tiempo de vida útil (20 años) requerirá un suministro continuo de 600 m³/día de agua cruda, proveniente del acuífero Cuautitlán–Pachuca, lo que contribuiría al abatimiento de los niveles piezométricos en el SAR. Como se señaló anteriormente, el proyecto **EVM II** cuenta con un título de concesión para aprovechar de 500,000 m³ anuales de agua. Tomando en cuenta los requerimientos anuales para la operación del proyecto (315 360 m³), una de las medidas de mitigación establecidas para este caso, es que se dejarán de aprovechar 184 640 m³ anuales (alrededor del 37% del volumen concesionado). Este hecho contribuirá a atenuar el abatimiento del acuífero Cuautitlán-Pachuca; por lo cual, este impacto adverso puede ser visto también como benéfico.

Con relación a la calidad del paisaje, es de esperarse que la construcción de esta central afectará en cierta medida el paisaje actual en la región. Sin embargo, el análisis y valoración del paisaje, (capítulo 4), que dio como resultado una calidad baja a media por el hecho de que gran parte de la superficie del SAR ha sido antropizada, con el desarrollo agrícola. En este sentido, el proyecto tendrá un efecto no tan drástico pero acumulativo, pues será instalado en una zona que ya está modificada. No obstante, este componente ambiental es importante, debido a que los principales puntos de observación de toda la infraestructura del proyecto **EVM II** se encuentran a unos cuantos metros de la carretera estatal Cd. Sahagún - Otumba.

Por último, el componente ambiental que más interacción tiene con las actividades del proyecto es el ruido, aunque el impacto es de baja intensidad o significancia y puntual/local en la mayoría de las interacciones identificadas. Empero, la sumatoria de todas éstas presentan la mayor puntuación que las restantes para el medio abiótico, razón por la cual es importante proponer la implementación de medidas de mitigación y control al respecto en cada una de las obras y actividades identificadas.

Con relación a los efectos del proyecto positivos identificados, la generación de empleos, tanto directos como indirectos, es uno de los impactos más relevantes del proyecto, ya que se

presupone que en la región habrá un crecimiento económico en las comunidades y con ello mayor bienestar social y calidad de vida de los habitantes de la región. Así mismo, los bienes y servicios que se requerirán en las diferentes etapas del proyecto beneficiarán a diversas empresas de servicios en la región: manejo y disposición de los diferentes tipos de residuos generados, servicios de limpieza, de transporte de insumos, materiales, suministro de agua y combustibles, hospedaje y alimentación, entre otros.

En conclusión, se considera que la ejecución del proyecto **EVM II** es ambientalmente viable desde la perspectiva considerada en el presente estudio, siempre y cuando el proyecto se realice bajo el contexto presentado, incluyendo las medidas de prevención, mitigación, control, restauración y compensación, establecidas en el siguiente capítulo.

LITERATURA CITADA

- Acosta y Asociados. 2001.** *Preliminary atmospheric emissions inventory of mercury in Mexico (3.2.1.04)*, Sonora, México: Comisión para la Cooperación Ambiental. Mayo. *En Vijay, et al., 2004.*
- Bojorquez-Tapia, L.A. 1989.** *Methodology for prediction of ecological impacts under real conditions in Mexico.* Environmental Management. 13:545-551.
- Bojórquez-Tapia, L. A., E. Ezcurra y O. García, 1998.** *Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices.* Journal of Environmental Management. 53, 91-99.
- CCA. 2004.** *Emisiones atmosféricas de las centrales eléctricas en América del Norte.* Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. CEC-CCA- CCE. 93 pp.
- Cifuentes Vega, P. 1979.** *La Calidad Visual de Unidades Territoriales. Aplicación al valle del río Tiétar.* Tesis Doctoral. E.T.S. de Ing. de Montes. Universidad Politécnica, Madrid, España. 145 pp.
- CONAGUA 2016,** *Estudios técnicos de las aguas nacionales subterráneas del acuífero Cuautitlán-Pachuca, clave 1508, en el Estado de México,* Región Hidrológico-administrativa Aguas del Valle de México, publicado por el Diario Oficial de la Federación el 14 de septiembre del 2016.
- Duinker, P.N. y G.E. Beanlands. 1986.** *The significance of environmental impacts: an exploration of the concept.* Environmental Management. 10(1):1-10.
- ENAL (Energías Alternas, Estudios y Proyectos). 2017.** *Informe Hidrogeológico Complementario para la Empresa EVM Energía del Valle.* Abril, 2017. 82 pp
- EPA. 1998.** *Compilation of air pollutant emission factors.* Volume 1: Stationary point and area sources, fifth edition, AP-42. US Environmental Protection Agency, Office of Air Quality Planning and Standards. Research Triangle Park, Carolina del Norte. *En Vijay, et al., 2004.*
- García, R. 2006.** *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria.* Ed. Gedisa, Primera Edición. Barcelona, Esp. 201 pp.

Initiatives for Sustainable Development (ISD). 2017. *Evaluación de Impacto Social, Central de Ciclo Combinado EVM II, Axapusco, Estado de México.* 150 pp.

Kagel, A., D. Bates y K. Gawell. 2007. *A Guide to Geothermal Energy and the Environment.* Geothermal Energy Association. 86 pp.

Leopold, L.B., F.E. Clarke, B.B. Hanshaw, y J.E. Balsley. 1971. *A procedure for evaluating environmental impact.* U.S. Geological Survey Circular 645, Washington, D.C.

Howard S. Peavy, D.R. Rowe y G. Tchobanoglous. 1985. *Environmental Engineering.* McGraw-Hill Higher Education.

Vijay, S., L.T. Molina y M.J. Molina. 2004. *Cálculo de emisiones de contaminación atmosférica por uso de combustibles fósiles en el Sector Eléctrico Mexicano.* Preparado para: Comisión para la Cooperación Ambiental de América del Norte. Integrated Program on Air Pollution y Massachusetts Institute of Technology. 24 pp.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL AMBIENTAL

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Este capítulo tiene como finalidad definir, clasificar y describir las acciones, medidas o estrategias a realizar por el promovente, para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales significativos del proyecto **Energía del Valle de México II (EVM II)**.

De acuerdo con el capítulo anterior, los impactos ambientales adversos con mayor grado de significancia de acuerdo con la tabla V.14 (ver capítulo V) se presentan en la tabla VI.1 y son los siguientes:

Tabla VI.1 Impactos adversos de mayor significancia

COMPONENTE AMBIENTAL	OBRA Y/O ACTIVIDAD
Calidad del aire	Actividades varias que generan humos, polvos, emisiones de NOX y CO2
Ruido	Actividades diversas en la construcción y operación de la central
Acuífero	Consumo de agua para la operación de la central
Propiedades fisicoquímicas del agua	Generación de residuos en las tres etapas del proyecto
Propiedades fisicoquímicas del suelo	Generación de residuos en las tres etapas del proyecto
Distribución y abundancia de la fauna	Actividades varias en la construcción y operación de la central
Calidad del paisaje	Actividades diversas en las etapas de preparación del sitio, construcción y operación

A continuación, se proponen las medidas de mitigación correspondientes; así como algunas otras para mitigar impactos que aun teniendo un grado de significancia bajo o moderado pueden ser minimizadas y mejorarían el desempeño ambiental del proyecto.

VI.1 Clasificación de las medidas de mitigación

Una medida de mitigación se considera como el conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar o mitigar el impacto ambiental adverso y restablecer o resarcir las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

Las medidas tienen como objetivo prevenir, mitigar o compensar los impactos ambientales adversos ocasionados por el desarrollo del proyecto para dar cumplimiento integral a la

legislación federal, estatal y municipal en materia ambiental vigente. Las medidas de mitigación propuestas se han clasificado de la siguiente manera:

- a) Medidas de prevención: son aquellas encaminadas a impedir que un impacto ambiental se presente. Entre ellas se encuentran las actividades de mantenimiento, planes y programas de emergencia y algunas otras medidas encaminadas al mismo fin. Se consideran las más importantes y tienen como finalidad anticiparse a las posibles modificaciones que pudieran registrarse en la realización del proyecto. En éstas se incluyen las consideraciones ambientales aplicadas en el diseño del proyecto, así como en su construcción y operación, a fin de evitar posibles impactos, con la premisa de que siempre es mejor no producir impactos que remediarlos.
- b) Medidas de mitigación: conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.
- c) Medidas de compensación: conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general, los impactos ambientales que requieren compensación son en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal, la inversión en obras de beneficio al ambiente y a la sociedad, reforestación en sitios seleccionados por la autoridad, e incluso pago o indemnizaciones.

Al conjunto de medidas de mitigación, denominadas también correctivas, se le puede considerar como acciones de control ambiental, en donde el promovente tiene como compromiso ante la autoridad ambiental llevar a cabo dichas medidas para que se produzca la menor cantidad de efectos negativos al ambiente y permitan también conservar la mayor cantidad de efectos benéficos al entorno (físico, natural, social y económico).

VI.2 Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental y por etapa del proyecto

En este apartado se describen las diferentes medidas de mitigación de los impactos ambientales identificados para el proyecto **EVM II**, que derivan de la ejecución del mismo. Las medidas propuestas no son únicamente para mitigar impactos ambientales adversos más significativos del proyecto, sino que son aplicable también a impactos de baja o moderada significancia, pero que aún pueden ser minimizados y que mejorarían el desempeño ambiental del proyecto.

A continuación, se describen las medidas de mitigación propuestas para cada etapa del proyecto, tomando en cuenta el o los componentes ambientales que serían afectados, indicando la obra o actividad que ocasionaría el impacto, el tipo de medida, así como la descripción y duración de la misma, además de otros aspectos relevantes a considerar para su implementación.

VI.2.1 Etapa de preparación del sitio y construcción

Es importante señalar que las medidas de mitigación descritas para la etapa de preparación del sitio y Construcción del proyecto **EVM II** se aplicarán durante el tiempo que aplique para llevar a cabo la construcción de la Central, las actividades realizadas serán cubiertas con base en los protocolos de construcción así como con las normas ambientales y de salud en el trabajo con el fin de minimizar los impactos provocados por la obra. A continuación se presentan las fichas relacionadas con los impactos de mayor significancia.

Componente ambiental	Calidad del aire
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de vehículos a gasolina y diésel, generación de partículas suspendidas (polvos)
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalle; nivelación, relleno y compactación; obras provisionales; uso de maquinaria y equipos; transporte de insumos, equipos, materiales y personal, entre otras actividades.
Tipo de medida:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	La calidad del aire se verá afectada temporalmente por la emisión de gases de combustión, polvos y partículas generadas por actividades relacionadas con movimiento de tierras, el funcionamiento de maquinaria y equipo empleado en esta etapa, así como por el movimiento de vehículos que realizarán el transporte de materiales, insumos y personal.
<p>Descripción de la medida:</p> <p>Para prevenir y mitigar estos efectos se tienen contempladas las siguientes acciones:</p> <p>La maquinaria, equipo y vehículos empleados por el contratista deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, el cual deberá ser registrado en una bitácora.</p> <p>Los vehículos automotores y camiones pesados deberán apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas federales, estatales y/o municipales. Las emisiones deberán estar por debajo de los límites establecidos en las NOM aplicables:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. - 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. <p>Para evitar la dispersión de polvos fugitivos, las cajas de los camiones de transporte de materiales deberán ser cubiertas con lonas, además de que se deberán humedecer los caminos de acceso. Se deberán humectar periódicamente los caminos mediante pipas cisternas, de tal forma que se evite el levantamiento de polvo por el tránsito de vehículos y maquinaria.</p> <p>Los montículos de tierra que se formen durante las excavaciones en el predio, deberán ser humedecidos para evitar que los vientos produzcan el levantamiento de polvos y partículas.</p> <p>Todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del proyecto.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar las emisiones contaminantes al aire por la combustión de la maquinaria y equipo empleados por debajo de los valores normados, así como la generación de partículas en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, y no se requiere de obras o actividades especiales para su aplicación.</p>	
Duración de la actividad:	2 años.
Otras consideraciones: No requiere mantenimiento adicional, así como tampoco medidas correctivas ¹ , ni se prevén impactos adicionales.	

¹ **Medidas correctivas:** el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración. (SEMARNAT, 2015. Guía para la integración de la Manifestación del Impacto Ambiental (MIA) en su modalidad regional).

Componente ambiental:	Características fisicoquímicas del agua
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Contaminación del agua por derrames accidentales de hidrocarburos, por aguas residuales y sanitarias o por la generación de residuos peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos.
Actividades generadoras del impacto:	Generación de aguas residuales y sanitarias; generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos.
Tipo de medida:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	El inadecuado manejo de las aguas residuales y de los residuos peligrosos y no peligrosos, así como las fugas y/o derrames de hidrocarburos de la maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades durante esta etapa, podrían contaminar las aguas pluviales y las anormales/ocasionales, y no cumplir con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 en la descarga de efluentes del sitio
Descripción de la medida:	
<p>a) Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto el agua pluvial solo será desviada del predio. El agua pluvial que llegue a caer en las zonas susceptibles de contaminación se encauzarán a un cárcamo de vertido para tratamiento; y se realizarán periódicamente análisis fisicoquímicos del agua recolectada, a fin de verificar el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.</p> <p>b) Con respecto a las aguas sanitarias, durante esta etapa se contratarán los servicios de renta de sanitarios portátiles con una empresa autorizada, la cual será la encargada del retiro y disposición final de éstas.</p> <p>c) Las áreas susceptibles de recibir vertidos accidentales de aceite de los equipos y maquinaria, estarán pavimentadas con losas de concreto armado dotadas de pendientes hacia los sumideros que introducirán los efluentes en la red enterrada que los conducirá hacia un pozo de bombeo precedido de un separador agua-aceite y de aquí al punto de conexión con el sistema de tratamiento de aguas aceitosas.</p> <p>d) En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo, y que posteriormente pudieran contaminar las aguas pluviales recolectadas, se establecerán las acciones necesarias de remediación del suelo para dar cumplimiento con lo establecido en las normas oficiales mexicanas: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012² y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004³. Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir los efectos adversos que podría ocasionar un inadecuado manejo de los residuos y aguas residuales, así como derrames de aceites y otros hidrocarburos durante el manejo del equipo, maquinaria y vehículos.</p>	
Duración de la actividad:	2 años.
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas se reduzca el riesgo potencial de contaminación de aguas pluviales e incumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 señalada, en el punto de descarga. Esta medida no requiere mantenimiento adicional ni ocasiona impactos adicionales a su implementación.	

² NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, Límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación.

³ NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio.

Componente ambiental:	Ruido
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Incremento en el nivel sonoro de fondo que puede rebasar los límites máximos permisibles de la normativa aplicable
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalme; nivelación, relleno y compactación; excavaciones para cimentación, obras provisionales; uso de maquinaria y equipos; transporte de insumos, equipos, materiales y personal, montaje de casa de máquinas, equipos y sistemas, pruebas y puesto en servicio, entre otras actividades
Tipo de medida:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	El uso de la maquinaria y equipos para el desarrollo de las actividades señaladas anteriormente incrementarán de forma continua los niveles sonoros localmente, así como también el movimiento de vehículos para el traslado de equipos, materiales, personal y demás actividades del proyecto EVM II .
<p>Descripción de la medida:</p> <p>a) Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto se realizarán revisiones periódicas para verificar que el ruido de los vehículos automotores esté por debajo de los valores establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p> <p>b) Los vehículos deberán sujetarse a programas de mantenimiento periódico para evitar que se rebasen los niveles de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994.</p> <p>c) Adicionalmente, todos los vehículos automotores deberán circular con el escape cerrado y a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones.</p> <p>d) Se deberán realizar mediciones trimestrales de ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el perímetro del predio del proyecto, para verificar el cumplimiento de los niveles de ruido establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994.</p> <p>e) En el ámbito laboral, se deberán acatar las disposiciones marcadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido. De ser el caso, se proveerá de protectores auditivos al personal que esté potencialmente expuesto a niveles de ruido por encima del valor normado.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar los efectos adversos ocasionados por la emisión de ruido, así como los daños potenciales al personal expuesto al ruido en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, realizando mediciones periódicamente para verificar que los niveles estén por debajo de los valores normados, y no se requiere de obras o actividades especiales para su aplicación.</p>	
Duración de la actividad:	2 años.
<p>Otras consideraciones:</p> <p>Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas los niveles de ruido no rebasen los límites máximos permitido por las normas oficiales mexicanas referidas. No se requiere mantenimiento adicional para la implementación de esta medida de mitigación, así como tampoco medidas correctivas, ni habrá impactos adicionales.</p>	

Componente ambiental:	Patrón de drenaje
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Modificación de los escurrimientos superficiales en la superficie del predio por las actividades de preparación del terreno.
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalme; nivelación, relleno y compactación; obras para el drenaje de aguas pluviales.
Tipo de medida:	Mitigación
Descripción del impacto:	Al realizar la remoción de vegetación y movimiento de tierras por el despalme, relleno y nivelación existirán modificaciones de las pendientes, provocando cambios en los patrones de drenaje que actualmente cuenta los sitios seleccionados para el proyecto.
Descripción de la medida:	
<p>a) Para evitar problemas ambientales con la modificación de las escorrentías naturales en el predio del proyecto, se implementará un sistema de obras hidráulicas con la finalidad de encauzar nuevamente las aguas pluviales a su drenaje natural fuera del predio. Por otra parte, este sistema de obras tiene también el objetivo de construir redes independientes para el manejo de aguas pluviales, sanitarias y aceitosas.</p> <p>b) Con respecto al manejo o drenaje de las aguas pluviales, se recolectará de las zonas pavimentadas no susceptibles de contaminación y de las cubiertas de los edificios y se dirigirá por gravedad hasta los puntos de conexión con el cárcamo de vertido en el límite del predio.</p> <p>c) Los caminos estarán dotados de pendientes de manera que el agua de lluvia se dirija hacia una cuneta situada en el borde por donde circulará el agua superficialmente hasta los sumideros. Desde aquí se dirigirá hasta el punto de desagüe en tubería enterrada de concreto o polietileno.</p> <p>d) En los entronques de los caminos se construirán trincheras de concreto reforzado provistas de tapa de rejilla metálica apta para soportar tráfico pesado que servirán para interceptar las escorrentías y que no se produzcan aportes de agua desde la nueva Central al exterior. Cada cierta distancia, se dirigirá el agua captada en las trincheras hacia la red de drenaje enterrada.</p> <p>e) Las áreas susceptibles de recibir vertidos accidentales de aceite de los equipos y maquinaria, así como de la zona de turbinas, estarán pavimentadas con losas de concreto armado dotadas de pendientes hacia los sumideros, que introducirán los efluentes en la red enterrada que los conducirá hacia un pozo de bombeo precedido de un separador agua-aceite y de aquí al punto de conexión con el sistema de tratamiento de aguas aceitosas.</p>	
Duración de la actividad:	2 años.
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas no existan problemas de escorrentía de las aguas pluviales, ni posible contaminación con áreas susceptibles de derrames de aceite accidentales. Se requiere mantenimiento periódico al sistema de obras hidráulicas para su buen funcionamiento. No se prevén impactos adicionales.	

Componente ambiental:	Características fisicoquímicas del suelo
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Contaminación del suelo por la generación de residuos y por derrames accidentales de hidrocarburos, solventes u otros residuos peligrosos.
Actividades generadoras del impacto:	Desmante y despalme; nivelación, relleno y compactación; excavaciones para cimentación, obras provisionales; uso de maquinaria y equipos; generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, entre otras actividades.
Tipo de medida:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	Producto del movimiento de tierras por el despalme, relleno, nivelación y compactación, habrá modificación del suelo con respecto a sus propiedades físicas. La generación de residuos durante esta etapa podría afectar las características fisicoquímicas del suelo si no se tiene un adecuado manejo de los mismos.
Descripción de la medida:	
<p>a) Con la finalidad de evitar la contaminación de suelo por fugas y derrames accidentales de grasas, aceites y lubricantes durante la etapa de preparación del sitio y construcción de las obras, se deberán ejecutar las actividades de cambios de aceite de la maquinaria y equipo a usar en sitios con cubierta asfáltica, considerando el uso de recipientes para coleccionar las grasas o aceites gastados, además de cubrir las superficies provisionalmente con algún material impermeable.</p> <p>b) Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto EVM II, y con la finalidad de prevenir la contaminación de suelo, se contará con un área específica para almacenar residuos de manejo especial (no peligrosos) como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Residuos de materiales de construcción, dentro de los que se incluyen cascajo y escombros generados por el proceso de edificación. Estos se desmenuzarán y se transportarán y depositarán en un sitio próximo al sitio de proyecto, cumpliendo con los requerimientos ambientales vigentes, previa autorización de las autoridades municipales, considerando un plan de manejo conforme la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. - Materiales metálicos, tales como pedacería de alambre, varilla, alambre recocido, etc. Estos materiales serán almacenados temporalmente por el constructor para su reciclaje <p>c) El almacenamiento de combustibles durante la construcción se hará bajo techo y con las previsiones para evitar la contaminación del suelo y agua durante su operación normal y en caso de fuga o derrame. Todas las áreas de almacén contarán con equipos y sistemas de prevención y combate de incendios.</p> <p>d) Se contará con un almacén temporal de residuos peligrosos dentro del predio de la Central que debe cumplir con lo indicado en el artículo 82 del Reglamento de la LGPGIR. Este almacén alojará temporalmente residuos como los siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Estopas impregnadas con grasa y soluciones limpiadoras generadas durante el mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que se almacenarán temporalmente en recipientes y sitios específicos para su disposición controlada o incineración por empresas autorizadas. - Baterías automotrices generadas durante la etapa de mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que serán almacenadas en recipientes y sitios específicos para su reciclaje a través de los distribuidores de los mismos. - Aceites lubricantes gastados producto del mantenimiento de equipo pesado y vehículos automotores, que se reciclarán a través de una empresa especializada. <p>e) El manejo y almacenamiento de los residuos peligrosos en la etapa de preparación del sitio y construcción se deberá realizar conforme lo estipulado en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su Reglamento, así como en las siguientes normas oficiales mexicanas:</p>	

Continuación

<ul style="list-style-type: none"> - NOM-052-SEMARNAT-2005. Que establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente. - NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la NOM-052-SEMARNAT-2005. <p>f) Las áreas donde se manejen aceites deben estar impermeabilizadas y contar con trincheras y fosas colectoras de derrames a fin de evitar la contaminación del suelo.</p> <p>g) En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo, se establecerán las acciones necesarias de remediación para dar cumplimiento con lo establecido en las siguientes normas oficiales mexicanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. - NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. <p>h) Por otra parte, en el caso de las aguas residuales que se generarán en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto EVM II, todas las instalaciones provisionales (oficinas, talleres y laboratorios) tendrán servicios sanitarios adecuadamente acondicionados. En los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles (1 por cada 20 trabajadores), con servicio de limpieza cada 24 horas. Para el manejo y disposición de los residuos sanitarios que se generen se contratará a una empresa autorizada para este servicio.</p> <p>En general, las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar la contaminación del suelo en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto. La preparación y asignación de sitios específicos para la realización de las actividades de mantenimiento de la maquinaria y equipo, así como para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos, no peligrosos y especiales, está considerada como parte de las actividades que deberá realizar el encargado de la ejecución del proyecto.</p> <p>La parte referente a la restauración de suelos sólo será aplicable en caso de derrames accidentales de grasas, aceites o sustancias químicas al suelo, aplicando los procesos de remediación que permitan que los contaminantes estén por debajo de los límites máximos permisibles de contaminantes establecidos en las normas referidas, antes del término de la etapa de construcción.</p>	
--	--

Duración de la actividad:	2 años.
----------------------------------	---------

Otras consideraciones:

Se espera que con la aplicación de estas medidas se evite la contaminación del suelo; en su caso, se corrija inmediatamente conforme a las normas oficiales mexicanas referidas. No se requiere mantenimiento adicional para la implementación de esta medida de mitigación. En el caso de no atenderse totalmente el problema, se requerirá implementar medidas correctivas adicionales.

Componente ambiental:	Estabilidad del suelo (erosión, contaminación)
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Incremento en el arrastre de sedimentos (erosión hídrica y eólica) por la remoción de la vegetación y movimiento de tierras.
Actividades generadoras del impacto:	Desmante (remoción de la vegetación) y despalme; nivelación, relleno y compactación; excavaciones para cimentación, todo movimiento de tierras en general.
Tipo de medida:	Prevención.
Descripción del impacto:	El predio del proyecto se encuentra en una zona agrícola y el tipo de suelo presenta una susceptibilidad de erosión leve en las zonas planas y moderadas en laderas con pendientes más fuertes, por lo que actividades que remuevan la vegetación pueden ocasionar erosión.
Descripción de la medida:	
a) Compactación. En las áreas desprovistas de vegetación se compactará el suelo para prevenir la volatilización de partículas; b) Humidificación del suelo. Se regará el suelo para evitar la volatilización de partículas y favorecer el crecimiento de la revegetación del sitio o recubrimiento vegetal; c) Se evitará la erosión por medio de un recubrimiento vegetal en áreas libres dentro del predio susceptibles de reforestación; d) Protecciones a taludes que favorezcan la no dispersión de partículas; e) Se construirán desviaciones de escorrentías naturales en el perímetro del predio del proyecto.	
Duración de la actividad:	2 años.
Otras consideraciones:	
Las aplicaciones de estas medidas propuestas evitarán en gran medida posibles problemas de erosión, tanto hídrica como eólica. No se requiere mantenimiento adicional para la implementación de estas medidas de mitigación, así como tampoco medidas correctivas, ni habrá impactos adicionales.	

Componente ambiental:	Cobertura vegetal / distribución y abundancia de la fauna
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Pérdida de cobertura vegetal y hábitat de fauna por las actividades de desmonte y despalme, así como por diversas obras y actividades a desarrollar y presencia de trabajadores.
Actividades generadoras del impacto:	Desmonte y despalme; y obras diversas en la etapa constructiva que provocan el desplazamiento de fauna a sitios menos perturbados.
Tipo de medida:	Prevención, mitigación y compensación.
Descripción del impacto:	Aun cuando no se prevén impactos significativos por la construcción de la central EVM II sobre la vegetación terrestre presente en el predio, se considera necesaria la aplicación de medidas de prevención, mitigación y compensación que tendrán un impacto favorable, tanto en el aspecto paisajístico como de conservación de hábitat para la fauna silvestre.
Descripción de la medida:	
<p>a) El desmonte y despalme se llevará exclusivamente en aquellas áreas en donde se pretenda ubicar alguno de los componentes de la central EVM II de manera permanente o temporal, o bien desarrollar las obras y/o actividades de construcción.</p> <p>b) Lo anterior, permitirá dejar parte de los individuos arbóreos en el predio como áreas verdes de la central EVM II.</p> <p>c) En cuanto al material resultante de la remoción de la vegetación (la cual se triturará) y el despalme, éstos se colocarán en lugares cercanos para su posterior utilización en áreas afectadas durante la construcción</p> <p>d) Por otra parte, se propone la plantación de una barrera de árboles de la región con dos finalidades: 1) atenuar el impacto en la calidad del paisaje por la construcción de la central; y 2) crear hábitats para promover el retorno de la fauna de la región que fue desplazada durante la construcción.</p> <p>e) Para el caso de la fauna silvestre, el proyecto no genera impactos relevantes en las especies de fauna silvestre del sistema ambiental regional (SAR). No obstante, se considera necesario aplicar algunas medidas de prevención y mitigación a fin de evitar daños potenciales a la fauna tanto en el predio como en el SAR.</p> <p>f) Como medida de mitigación, se ha considerado llevar a cabo un programa de protección y conservación de fauna silvestre, que establece las actividades que se deben realizar en caso de encontrar algún ejemplar de fauna silvestre en el predio.</p> <p>g) A aquellos ejemplares de fauna silvestre que pudieran estar presentes en el predio del proyecto o en áreas vecinas al mismo, se les deberán aplicar las técnicas de ahuyentamiento.</p> <p>h) Adicionalmente, se proponen las siguientes medidas de mitigación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Implementar un programa de difusión a los empleados y trabajadores de la obra en el sitio del proyecto, sobre el cuidado y protección de las especies de la fauna silvestre. - Difundir en el personal que labora en la preparación del sitio y construcción del proyecto, la necesidad de cuidar y proteger los ejemplares de reptiles y mamíferos que se llegasen a encontrar en el predio, así como a las aves de paso, con la finalidad de que se haga conciencia de la importancia de la conservación de las especies. - Implementar un programa de educación sobre el cuidado de las especies de la fauna silvestre, a través de pláticas y/o conferencias. <p>Las medidas propuestas están enfocadas a prevenir daños a la fauna silvestre presente en el Sistema Ambiental Regional. Por la naturaleza de las medidas, no se requiere el desarrollo de obras o actividades especiales para su aplicación.</p>	
Duración de la actividad:	2 años.
Otras consideraciones:	
La aplicación de estas medidas propuestas atenuará en cierta medida la afectación al medio biótico. Requiere mantenimiento de las áreas verdes y de la reforestación; no se prevén medidas correctivas ni impactos adicionales a esta actividad.	

VI.2.2 Etapa de operación y mantenimiento

Componente ambiental:	Calidad del aire (fuentes fijas y móviles)
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión del gas natural y vehículos de gasolina y diésel.
Actividades generadoras del impacto:	Operación de la Central; transporte de insumos, equipos, materiales y personal.
Tipo de medida:	Prevención y mitigación
Descripción del impacto:	Durante la operación del proyecto EVM II se tendrán emisiones contaminantes producidas por la combustión de gas natural para la generación de energía eléctrica, generando principalmente óxidos de nitrógeno (NO _x) y dióxido de carbono (CO ₂); así mismo, habrá una potencial fuente generadora de contaminantes, que consiste en los gases de combustión generados por el funcionamiento de vehículos y camiones transportistas de materiales, insumos y personal, que afectarían potencialmente la calidad del aire ambiente en la zona. Los efectos son mitigables en virtud de que las emisiones de los vehículos deberán estar por debajo de los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas de verificación vehicular federal, estatal y/o municipal, en su caso.
Descripción de la medida:	
<p><i>Fuentes fijas</i></p> <p>a) Para garantizar que los niveles de emisión de NO_x en el ambiente se mantengan dentro de los límites establecidos por la normativa aplicable en materia de emisiones (NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica - Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se instalará un sistema de monitoreo continuo de las emisiones en chimenea y se integrará un inventario para remitir a la autoridad con los registros de emisiones de los periodos determinados por el artículo 21 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmosfera y del artículo 87 de la Ley General del Cambio Climático y artículo 2 de su Reglamento. - Se instalará un sistema de monitoreo de la calidad del aire, compuesto por dos casetas móviles para el monitoreo de la calidad del aire en la región. Adicionalmente una de las casetas tendrá el equipamiento necesario para realizar las mediciones de las variables meteorológicas siguientes: velocidad y dirección del viento, temperatura de bulbo seco y humedad relativa en el área de influencia del proyecto. <p>b) La medida de mitigación intrínseca, establecida desde el diseño del proyecto, consiste en la instalación de unidades turbogás equipadas con quemadores de baja emisión de óxidos de nitrógeno, lo cual ayuda a disminuir el impacto en la calidad del aire sin castigar la capacidad de generación de las unidades.</p> <p>c) Las concentraciones en aire ambiente establecidas en la normativa nacional para la protección a la salud de la población, respecto a óxidos de nitrógeno, está referida en la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental, Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población.</p> <p>d) Como medida de prevención para evitar que las concentraciones de NO_x rebasen los niveles permitidos, en la Central se tendrán las siguientes medidas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Colocación de combustores de bajo nivel de emisiones de NO_x desde el diseño del proyecto. - Generar una bitácora diaria de actividades tanto preventivas, correctivas y de mantenimiento de equipos y maquinaria. 	

Continuación

- e) Las pruebas de operación de los equipos constituyen excepciones a la NOM-085-SEMARNAT-1994; sin embargo, las emisiones de NO_x deberán ser registradas en los equipos de monitoreo continuo de emisiones a la atmósfera y éstas no deberán rebasar los límites establecidos (70 ppmV y 15% de O₂).

Fuentes móviles.

- f) Los vehículos y camiones utilizados para el transporte de personal, materiales y otros insumos, deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico y apearse a la verificación vehicular.
- g) Las emisiones de los vehículos deberán estar por debajo de los límites establecidos en las siguientes normas oficiales mexicanas aplicables:
- NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
 - 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.

Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar las emisiones contaminantes al aire por la combustión de la maquinaria y equipo empleados por debajo de los valores normados, así como la generación de partículas en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, y no se requiere de obras o actividades especiales para su aplicación.

Duración de la actividad:	20 años.
----------------------------------	----------

Otras consideraciones:

Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas el impacto disminuya y se mantenga controlado. No se requiere mantenimiento adicional, así como tampoco se prevén medidas correctivas ni impactos agregados.

Componente ambiental:	Ruido
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Incremento en el nivel sonoro de fondo durante la operación de la central EVM II .
Actividades generadoras del impacto:	Operación de la central (generación de ruido) y movimiento de vehículos para el transporte de insumos, equipos, materiales y personal.
Tipo de medida:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	Durante la etapa operativa las principales fuentes de ruido provendrán de las bombas, los compresores y los condensadores; los generadores eléctricos, motores y transformadores; las turbinas y sus elementos auxiliares; el aerocondensador, entre otros elementos auxiliares, las cuales incrementarán de forma continua los niveles sonoros puntualmente; así como también el movimiento de vehículos y camiones pesados para el traslado de equipos, materiales, personal, y demás actividades del proyecto EVM II .
Descripción de la medida:	
<p>a) En relación con el nivel de ruido con la operación del proyecto EVM II, se espera que se mantengan los niveles de ruido por debajo de los límites establecidos por la NOM-081-SEMARNAT-1994.</p> <p>b) Como seguimiento del nivel de ruido en los alrededores de la Central, se sugiere realizar mediciones con periodicidad anual en la periferia de las instalaciones para determinar el nivel sonoro y el cumplimiento de los límites establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-081-SEMARNAT-1994, sobre la emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición ya que las principales fuentes generadoras de ruido consisten en los equipos principales y el sistema de intercomunicación de la Central.</p> <p>c) En el caso de los vehículos automotores, se deberá dar el mantenimiento respectivo para que los niveles de ruido sean inferiores a los límites máximos permisibles establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-080-SEMARNAT-1994, sobre la emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.</p> <p>d) Adicionalmente, todos los vehículos automotores deberán circular con el escape cerrado y a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del proyecto EVM II.</p> <p>e) Todas las medidas anteriores se deben orientar para estar dentro de los límites recomendables de ruido medido en el perímetro del proyecto [65 dB(A) para un horario nocturno de 22:00 a 6:00 horas y 68 dB(A) para un horario diurno de 6:00 a 22:00 horas].</p>	
Duración de la actividad:	20 años.
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas los niveles de ruido no rebasen los límites máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas referidas. No se requiere mantenimiento adicional para la implementación de esta medida de mitigación, así como tampoco medidas correctivas, ni se prevén impactos adicionales.	

Componente ambiental:	Características fisicoquímicas del agua
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Contaminación del agua por derrames accidentales de hidrocarburos, por aguas residuales y sanitarias o por la generación de residuos peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos durante la operación de la Central
Actividades generadoras del impacto:	Generación de aguas residuales y sanitarias; generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos.
Tipo de medida:	Prevención.
Descripción del impacto:	El inadecuado manejo de las aguas residuales del proceso y de los residuos peligrosos y no peligrosos, así como las fugas y/o derrames de hidrocarburos de la maquinaria y equipos, podrían contaminar las aguas pluviales y las anormales/ocasionales, y no cumplir con los límites establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996 en la descarga de efluentes del sitio.
Descripción de la medida:	
<p>a) Durante la operación y mantenimiento de la central, se realizarán periódicamente análisis fisicoquímicos del agua recolectada procedente de drenajes pluviales de las zonas pavimentadas no susceptibles de contaminación, la cual será dirigida a un cárcamo de vertido en el límite del predio, a fin de verificar el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales; la cual se entregará a los ejidos para fines de riego.</p> <p>b) Con respecto a las aguas sanitarias, éstas se conducirán a través del drenaje sanitario hasta el equipo de tratamiento de aguas residuales sanitarias; serán tratadas mediante de una planta de agua residual sanitaria. Se incluirán cárcamos de recepción de agua residual sanitaria, interconexiones, tubería y el equipo de bombeo (con respaldo instalado en campo), así como la instrumentación requerida para la operación manual y automática.</p> <p>c) Las áreas susceptibles de recibir vertidos accidentales de aceite de los equipos y maquinaria, estarán pavimentadas con losas de concreto armado dotadas de pendientes hacia los sumideros, que introducirán los efluentes en la red enterrada que los conducirá hacia un pozo de bombeo precedido de un separador agua-aceite y de aquí al punto de conexión con el sistema de tratamiento de aguas aceitosas.</p> <p>d) En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo, y que posteriormente pudieran contaminar las aguas pluviales recolectadas, se establecerán las acciones necesarias de remediación para dar cumplimiento con lo establecido en las normas oficiales mexicanas: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, esta última sólo si la sustancia derramada contuviera metales pesados.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir los efectos adversos que podría ocasionar un inadecuado manejo de los residuos y aguas residuales, así como derrames de aceites y otros hidrocarburos durante el manejo del equipo, maquinaria y vehículos.</p>	
Duración de la actividad:	Vida útil de la Central (20 años).
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas se reduzca el riesgo potencial de contaminación de aguas pluviales e incumplir con la NOM-001-SEMARNAT-1996 señalada en el punto de descarga. Esta medida no requiere mantenimiento adicional, ni ocasionará impactos adicionales por su implementación.	

Componente ambiental:	Características fisicoquímicas del suelo
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Contaminación del suelo por la generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbano; generación de agua residual y sanitaria, así como por derrames accidentales de hidrocarburos, solventes u otros residuos peligrosos.
Actividades generadoras del impacto:	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y urbanos y generación de agua residual
Tipo de medida:	Prevención.
Descripción del impacto:	A raíz de la operación y mantenimiento de la central EVM II , se generarán diversos tipos de residuos, aguas residuales de operación, de la purga de los equipos y agua residual ácido-alcalina, drenajes de piso de casa de máquinas, y agua proveniente de los separadores de grasas y aceites, entre otros tipos de aguas industriales.
<p>Descripción de la medida:</p> <p>Los residuos sólidos y líquidos que se generarán en la etapa de operación y mantenimiento de la central EVM II, y las medidas de mitigación aplicables son las siguientes, las cuales están enfocadas a evitar la posible contaminación del suelo:</p> <p>a) Los residuos sólidos urbanos generados en las áreas administrativas y servicios del personal, como sanitarios y comedores (los cuales consisten básicamente de papel, cartón, plásticos, vidrio y residuos alimenticios) serán recolectados diariamente en tambos metálicos de 200 litros con tapa, y se enviarán a sitios autorizados por el municipio respectivo para su disposición final.</p> <p>b) Los residuos peligrosos se confinarán en el almacén temporal de residuos; su manejo y disposición final se hará conforme lo establece la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento, así como en las siguientes normas oficiales mexicanas: NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-054-SEMARNAT-1993.</p> <p>c) Durante la operación y mantenimiento se generarán los siguientes residuos peligrosos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Trapos impregnados con grasa, aceite o solventes de limpieza, materiales absorbentes y otros. - Aceite lubricante gastado que sea necesario desechar, será retirado de la Central por una empresa autorizada para prestar este servicio. - Los envases de productos químicos que serán depositados en el almacén temporal de residuos peligrosos para su posterior disposición final, conforme a la normativa aplicable a residuos peligrosos. - Las baterías y el aceite lubricante gastado se enviarán al proveedor para su reciclamiento. - Restos de pintura. <p>d) Las áreas donde se manejen aceites, deben estar impermeabilizadas y contar con trincheras y fosas colectoras de derrames, a fin de evitar la contaminación del suelo.</p> <p>e) En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo, se establecerán las acciones necesarias de remediación y restauración del suelo para dar cumplimiento con lo establecido en las siguientes normas oficiales mexicanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y lineamientos para el muestreo en la caracterización y especificaciones para la remediación. - NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004, que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. <p>f) Las aguas residuales sanitarias que se generen durante la etapa de operación y mantenimiento, serán conducidas a una planta de tratamiento y posteriormente utilizadas para riego de áreas verdes; su calidad cumplirá con la normativa ambiental vigente.</p>	

Continuación

g) El proyecto **EVM II**, desde su diseño y concepción, contará con los sistemas de tratamiento que le permitan reutilizar o descargar las aguas residuales industriales generadas dentro de los requerimientos de la norma NOM-001-SEMARNAT-1996.

h) El agua residual resultante de estas dos últimas medidas se entregará a ejidos para su uso en riego

En general, las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar la contaminación del suelo en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto. La preparación y asignación de sitios específicos para las actividades de mantenimiento y el almacenamiento temporal de residuos peligrosos está considerado desde el diseño del proyecto.

Duración de la actividad:	20 años.
----------------------------------	----------

Otras consideraciones:

Se espera que con la aplicación de estas medidas se evite la contaminación del suelo; en su caso, se corrija inmediatamente conforme a las normas oficiales mexicanas referidas. No requiere mantenimiento adicional para la implementación de esta medida de mitigación.

Componente ambiental:	Calidad del paisaje y fragilidad visual
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	La construcción de la central EVM II ocasionará un impacto visual con la intrusión de elementos industriales al paisaje.
Actividades generadoras del impacto:	Construcción de edificios, construcción de obras eléctricas, chimeneas, barda perimetral
Tipo de medida:	Mitigación
Descripción del impacto:	La calidad del paisaje en el entorno del predio de la Central fue tipificada en el Capítulo 4 de baja a media; no obstante, con la construcción de la central este paisaje rural se verá más deteriorado, más aún cuando ésta se ubicará a un costado de la carretera Cd. Sahagún- Otumba.
Descripción de la medida:	
<p>a) Se elaborará e implementará un programa de reforestación con especies de la región en las áreas del perímetro de la central EVM II y en el interior del predio, con la finalidad de crear barreras de amortiguamiento del impacto visual; para ello:</p> <p>b) Se implementarán obras de mantenimiento y actividades fertilización, fumigación para el control de plagas, podas, cajeteo, riegos de auxilio, etc., necesarias para el establecimiento de la reforestación, a fin de asegurar el 80% de sobrevivencia, durante tres años considerando que se puede replantar con nuevos ejemplares si no se llegara a la meta.</p> <p>c) Se establecerán los mecanismos de control que permitan la evaluación y seguimiento de los trabajos de reforestación, por un mínimo de tres años.</p> <p>d) Se incorporará vegetación con poco requerimiento de agua, a fin de evitar darle mantenimiento constante en períodos de sequía (por ejemplo riegos de auxilio).</p> <p>e) La capa de suelo orgánico removido durante las actividades de desmonte y despalme, se reutilizará en las destinadas para la reforestación y áreas verdes de la central.</p> <p>f) En general durante las actividades de construcción se procurará no desmontar áreas innecesarias para el desarrollo de las obras de la central.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a mitigar los efectos adversos ocasionados en el paisaje por la construcción de la central; así mismo, tiene como objetivo compensar la pérdida de cobertura vegetal que existe en el predio, tanto en las parcelas de cultivo (tuna) como en los límites interparcelarios (árboles de la región, plantas de nopal y varias especies arbustivas, principalmente); así como para conformar una barrera verde para mitigar el impacto visual en los límites del predio para mitigar ruido de la central.</p>	
Duración de la actividad:	Durante la vida útil del proyecto (mantenimiento).
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas se reduzca el impacto visual y se compense la pérdida de cobertura vegetal. La implementación de esta medida de mitigación requiere mantenimiento constante, y probablemente medidas correctivas. No se prevén impactos adicionales por su implementación.	

VI.2.3 Etapa de desmantelamiento y abandono del sitio

Resulta importante señalar que las medidas de mitigación descritas para la etapa de desmantelamiento y abandono del proyecto **EVM II** se aplicarán únicamente en caso de que no se prolongue la vida útil del mismo y se pretenda dejar el sitio en las mismas condiciones que está ahora.

Componente ambiental:	Calidad del aire
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión de vehículos a gasolina y diésel, generación de partículas suspendidas (polvos).
Actividades generadoras del impacto:	Desmantelamiento de equipos e infraestructura; desarmado de estructuras y demolición de edificaciones; limpieza y acondicionamiento del predio; y actividades de rehabilitación y restauración del suelo.
Tipo de medida:	Prevención y mitigación.
Descripción del impacto:	La calidad del aire se verá afectada temporalmente por la emisión de gases de combustión, polvos y partículas generadas por las actividades relacionadas con el desmantelamiento del proyecto, el funcionamiento de la maquinaria y equipo empleado en esta etapa, así como por el movimiento de vehículos para el desalojo de equipos, materiales y retiro de escombros.
Descripción de la medida:	
<p>Para prevenir y mitigar estos efectos se tienen contempladas las siguientes acciones:</p> <ol style="list-style-type: none"> La maquinaria, equipo y vehículos empleados por el contratista deberán cumplir con un programa de mantenimiento periódico, de acuerdo con las recomendaciones del fabricante, el cual deberá ser registrado en una bitácora. Los vehículos automotores y camiones pesados deberán apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas federales, estatales y/o municipales, en su caso, de verificación vehicular. Las emisiones deberán estar por debajo de los límites establecidos en las siguientes normas oficiales mexicanas vigentes: <ul style="list-style-type: none"> - NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. - 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. Para evitar la dispersión de polvos fugitivos, las cajas de los camiones de transporte de materiales deberán ser cubiertas con lonas, además de que se deberán humedecer los caminos de acceso. Los montículos de escombros que se formen durante las demoliciones de los edificios, deberán ser humedecidos para evitar que los vientos produzcan el levantamiento de polvos y partículas. Todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del proyecto. <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a prevenir y mitigar las emisiones contaminantes al aire por combustión de maquinaria, equipo y vehículos empleados por debajo de los valores normados.</p>	
Duración de la actividad:	1 año.
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas el impacto disminuya. No se requiere mantenimiento adicional, así como tampoco medidas correctivas, ni se prevén impactos adicionales.	

Componente ambiental:	Ruido
Impacto al que va dirigida la medida de mitigación:	Incremento en el nivel sonoro de fondo que puede rebasar los límites máximos permisibles de la normativa aplicable
Actividades generadoras del impacto:	Desmantelamiento de equipos e infraestructura; desarmado de estructuras y demolición de edificaciones; limpieza y acondicionamiento del predio.
Tipo de medida:	Mitigación.
Descripción del impacto:	El funcionamiento de los vehículos, maquinaria y equipo empleado en la etapa de abandono del sitio del proyecto EVM II , incrementarán los niveles de ruido en el predio, por el desmantelamiento de equipos, desarmado de estructuras y demolición de edificios.
Descripción de la medida:	
<p>a) Durante la etapa los vehículos deberán sujetarse a programas de mantenimiento periódico para evitar que se rebasen los niveles de ruido establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994, vigente.</p> <p>b) Adicionalmente, todos los vehículos automotores deberán circular con el escape cerrado y a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones.</p> <p>c) Se deberán realizar mediciones de ruido durante esta etapa en el perímetro del predio del proyecto, para verificar el cumplimiento de los niveles de ruido establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994.</p> <p>d) En el ámbito laboral, se deberán acatar las disposiciones marcadas en la NOM-011-STPS-2001 vigente, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido. De ser el caso, se proveerá de protectores auditivos al personal que esté potencialmente expuesto a niveles de ruido por encima del valor normado.</p> <p>Las medidas mencionadas están enfocadas a mitigar los efectos adversos ocasionados por la emisión de ruido, así como los daños potenciales al personal expuesto al ruido en la etapa de desmantelamiento y abandono del proyecto, realizando mediciones para verificar que los niveles estén por debajo de los valores normados. El efecto es mitigable, ya que tanto los vehículos, la maquinaria y los equipos deberán presentar buen estado físico para el desarrollo de las actividades.</p>	
Duración de la actividad:	1 año.
Otras consideraciones:	
Se espera que con la aplicación de estas medidas propuestas los niveles de ruido no rebasen los límites máximos permitido por las normas oficiales mexicanas referidas vigentes. No se requiere mantenimiento adicional para la implementación de esta medida de mitigación, así como tampoco medidas correctivas, ni habrá impactos adicionales.	

VI.3. Programa de vigilancia ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental se aplicará durante todas las etapas del proyecto **EVM II** y se constituye como una herramienta de planeación para establecer las directrices y procedimientos que deben ser adoptados por el promovente y contratistas como una forma de prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales que se generarán sobre los componentes ambientales por la realización de las obras y actividades que comprende el proyecto.

Por lo anterior, el programa propuesto se presentado como una síntesis de las actividades que generarán impactos sobre los componentes ambientales; las respuestas o acciones a implementar (medidas de mitigación, prevención o compensación) con sus respectivos indicadores de seguimiento, que servirán para determinar si las acciones han sido y son las adecuadas; así como la periodicidad de seguimiento .

Objetivo

Este programa de vigilancia ambiental tiene como objetivo fundamental establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las acciones y medidas de mitigación incluidas en el presente documento y facilitar la supervisión y evaluación de las mismas.

Con base en lo anterior, tiene los siguientes objetivos específicos:

- mantener la conservación del entorno ambiental en las distintas etapas del proyecto en la mejor manera posible;
- verificar la ejecución y eficacia de las medidas de prevención, mitigación o compensación que se implementen para contrarrestar los impactos adversos causados por las actividades del proyecto sobre los factores y componentes ambientales, según fueron identificados y evaluados en el capítulo 5.
- detectar oportunamente los impactos no previstos para implementar las medidas adicionales, así como alteraciones no previstas anteriormente.
- verificar el cumplimiento de la normativa ambiental que le aplica.

El Programa de Vigilancia Ambiental está constituido por 8 planes o programas que se listan a continuación.

- a) Programa de mantenimiento de vehículos, equipo y maquinaria
- b) Programa de monitoreo de emisiones a la atmósfera
- c) Programa de monitoreo de emisiones de ruido
- d) Programa de manejo de residuos
- e) Programa de monitoreo fisicoquímico de las aguas residuales
- f) Programa de reforestación y restitución de la vegetación
- g) Programa de conservación de suelo
- h) Planes de contingencia y respuesta a emergencias
- i) Programa de difusión y capacitación ambiental

A continuación, se presentan las fichas técnicas de dichos programas, señalando la(s) etapa(s) de desarrollo en la que se implementará(n), de tal manera que se puedan identificar la etapa de ejecución, su periodicidad, sus indicadores de seguimiento y control, así como a la normativa con la que se debe ajustar.

a) PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DE VEHÍCULOS, EQUIPO Y MAQUINARIA		Descripción de actividades
Objetivo	Prevenir la contaminación de la atmósfera por los gases de vehículos, equipo y maquinaria, y por la generación de partículas (polvo).	<p>1. Con la finalidad de mantener y apegarse a los límites máximos permisibles de emisión establecidos en los programas federales, estatales y/o municipales, así como a la verificación vehicular, vehículos automotores, camiones pesados y maquinaria se someterán a un programa de mantenimiento tanto preventivo como correctivo. Se deberá cumplir con las siguientes normas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - NOM-041-SEMARNAT-2006. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. - 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 <p>2. Para evitar la dispersión de polvos fugitivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Las cajas de los camiones de transporte de materiales deberán ser cubiertas con lonas, además de que se deberán humedecer los caminos de acceso. - Los montículos de tierra que se formen durante las excavaciones en el predio, deberán ser humedecidos para evitar que los vientos produzcan el levantamiento de polvos y partículas. - Humectación periódica de caminos mediante pipas cisternas, de tal forma que se evite el levantamiento de polvo por el tránsito de vehículos y maquinaria. - Todos los vehículos automotores deberán circular a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro de las instalaciones del proyecto.
Componente ambiental	Calidad del aire	
Impacto al que se dirige	Emisiones a la atmósfera por gases de combustión de vehículos, equipo y maquinaria.	
Actividades que originan el impacto	Actividades varias. Transporte de equipos, materiales, personal; uso de maquinaria y equipo en diferentes actividades de preparación del sitio y construcción.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio. Operación y mantenimiento. Desmantelamiento y abandono.	
Ubicación	Dentro y fuera del predio de la central EVM II .	
Periodicidad/duración	Semestral. Durante la vida útil del proyecto.	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras de operación y mantenimiento. Verificación vehicular. Número de vehículos. Registro fotográfico.	

b) PROGRAMA DE MONITOREO DE EMISIONES A LA ATMÓSFERA		Descripción de actividades
Objetivo	Mantener las emisiones a la atmósfera por fuentes fijas dentro de los límites establecidos por las NOM-085-SEMARNAT-2011 y NOM-023-SSA1-1993.	<p>Para garantizar que los niveles de emisión de NO_x en el ambiente, se mantendrán dentro de los límites establecidos por la NOM-085-SEMARNAT-2011, Contaminación atmosférica - Niveles máximos permisibles de emisión de los equipos de combustión de calentamiento indirecto y su medición:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se instalará un sistema de monitoreo continuo de las emisiones en chimenea y se integrará un inventario para remitir a la autoridad con los registros de los periodos determinados por el artículo 21 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la atmósfera. <p>Las concentraciones en aire ambiente establecidas en la normativa nacional para la protección a la salud de la población, respecto a óxidos de nitrógeno, está referida en la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SSA1-1993, Salud ambiental, Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente con respecto al bióxido de nitrógeno (NO₂). Valor normado para la concentración de bióxido de nitrógeno (NO₂) en el aire ambiente como medida de protección a la salud de la población. Para su cumplimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> Se instalará un sistema de monitoreo de la calidad del aire, compuesto por dos casetas móviles para el monitoreo de la calidad del aire en la región. Adicionalmente una de las casetas tendrá el equipamiento necesario para realizar las mediciones de las variables meteorológicas siguientes: velocidad y dirección del viento, temperatura de bulbo seco y humedad relativa en el área de influencia del proyecto.
Componente ambiental	Calidad del aire.	
Impacto al que se dirige	Emisiones a la atmósfera de gases de combustión del gas natural (NO _x).	
Actividades que originan el impacto	Operación de la central (emisiones a la atmósfera).	
Etapas de desarrollo	Operación y mantenimiento.	
Ubicación	Dentro del Sistema Ambiental Regional.	
Periodicidad/duración	Continua. Durante vida útil del proyecto.	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras de operación y mantenimiento; Inventario de emisiones; Informes de monitoreo de mediciones de NO ₂ en calidad del aire. Registro fotográfico	

c) PROGRAMA DE MONITOREO DE EMISIONES DE RUIDO		Descripción de actividades
Objetivo	Mantener los niveles de ruido por debajo de los niveles máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas.	<ul style="list-style-type: none"> • Durante la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto, se realizarán revisiones periódicas para verificar que el ruido de los vehículos esté por debajo de los valores establecidos en la NOM-080-SEMARNAT-1994. • Se debe implementar un programa de mantenimiento riguroso de maquinaria, equipo, vehículos automotores, el cual deberá registrarse en una bitácora. • El vehículo que no circule con escape cerrado o bien que por alguna falla emita ruido ostensiblemente, será retirado del área de la obra y se enviará a mantenimiento aun y cuando no le corresponda la fecha programada. • Todos los vehículos automotores deberán circular con el escape cerrado y a baja velocidad (20 km/h máximo) dentro del predio de la central. • Se deberán realizar mediciones anuales de ruido durante la etapa de preparación del sitio y construcción, en el perímetro del predio del proyecto, para verificar el cumplimiento de los niveles de ruido establecidos en la NOM-081-SEMARNAT-1994. • Se deberá establecer e instrumentar una política que considere la compra o contratación de maquinaria y equipos de trabajo con bajo nivel de ruido o se implementen las medidas para cumplir con la norma oficial (NOM-081-SEMARNAT-1994 y NOM-080-SEMARNAT-1994). • En el ámbito laboral, se deberán acatar las disposiciones marcadas en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-STPS-2001, que establece las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genera ruido. De ser el caso, se proveerá de protectores auditivos al personal que esté potencialmente expuesto a niveles de ruido por encima del valor normado.
Componente ambiental	Ruido (confort sonoro).	
Impacto al que se dirige	Incremento en el nivel sonoro de fondo que puede rebasar los límites máximos permisibles de la normativa aplicable.	
Actividades que originan el impacto	Varias actividades en la preparación del sitio y construcción, por el uso de maquinaria y equipo. Generación de electricidad; desarmado de estructuras, demolición de edificaciones.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio; Operación y mantenimiento; Desmantelamiento y abandono.	
Ubicación	Dentro y fuera del predio de la central EVM II .	
Periodicidad/duración	Semestral. Durante la vida útil del proyecto.	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras de mantenimiento; Informes anuales de medición de ruido Registro fotográfico	

d) PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS		Descripción de actividades
Objetivo	Prevenir la contaminación del suelo y agua	<ul style="list-style-type: none"> • Residuos sólidos urbanos Contactar a un recolector de los residuos sólidos urbanos (RSU) que se encuentre autorizado ante el municipio para la disposición en el relleno sanitario. Almacenar los RSU en contenedores con tapa, los cuales se moverán conforme al avance del frente de trabajo. Su recolección y disposición final se hará de acuerdo con la normativa vigente. Separar los RSU susceptibles de reutilizarse, tales como madera, papel, vidrio, metales y plásticos y enviarlos a empresas autorizadas para su reciclaje. Contar con una bitácora de registro de la generación de RSU y las boletas de ingreso al sitio de disposición. • Residuos de manejo especial El contratista deberá registrarse como generador de residuos de manejo especial y contar con un plan de manejo para este tipo de residuos, que contemple la mitigación y valorización. Contar con un área para almacenar los residuos de manejo especial conforme a lo establecido en la normativa. Contratar los servicios de un recolector autorizado por el municipio para su disposición, en su caso. Generar una bitácora que permita verificar la generación y disposición final y/o el reúso, reciclaje o recuperación de los residuos • Residuos peligrosos Construir un almacén temporal de residuos peligrosos. Realizar el transporte y la disposición final de los RP con un proveedor autorizado ante la SEMARNAT y SCT. Llevar una bitácora donde se registre la generación y disposición final de los RP. Conformar el expediente que ampare los embarques y destino final de los residuos.
Componente ambiental	Calidad del suelo y agua (Características fisicoquímicas del suelo y agua)	
Impacto al que se dirige	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos	
Actividades que originan el impacto	Varias actividades de las tres etapas del proyecto. Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio; Operación y mantenimiento; Desmantelamiento y abandono.	
Ubicación	Dentro del predio de la central EVM II y sus inmediaciones.	
Periodicidad/duración	Permanente.	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras de entrada y salida de residuos peligroso (RP) del almacén temporal; manifiestos de transporte de RP; permisos de disposición de residuos sólidos urbanos y de manejo especial. Registro fotográfico	

e) PROGRAMA DE MONITOREO FISICOQUÍMICO DE LAS AGUAS RESIDUALES		Descripción de actividades
Objetivo	Prevenir/corregir la contaminación del agua por derrames de hidrocarburos, aguas residuales del proceso, sanitarias y aceitosas	<ul style="list-style-type: none"> • Con respecto a las aguas sanitarias, durante la etapa de construcción se contratarán los servicios de renta de sanitarios portátiles con una empresa autorizada, la cual será la encargada del retiro y disposición final de éstas. Para la etapa operativa se mandarán a un equipo de tratamiento. • En la etapa operativa, las áreas susceptibles de recibir vertidos accidentales de aceite de los equipos y maquinaria, estarán pavimentadas con losas de concreto armado dotadas de pendientes hacia los sumideros que introducirán los efluentes en la red enterrada que los conducirá hacia un pozo de bombeo precedido de un separador agua-aceite y de aquí al punto de conexión con el sistema de tratamiento de aguas aceitosas. • En el caso de que hubiese derrames accidentales de hidrocarburos u otras sustancias al suelo y que posteriormente pudieran contaminar las aguas pluviales recolectadas, se establecerán las acciones necesarias de remediación para dar cumplimiento con lo establecido en las normas oficiales mexicanas: NOM-138-SEMARNAT/SSA1-2012 y NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004. • El agua residual de las pruebas y puesta en servicio se coleccionará y enviará a un equipo de tratamiento, a fin de verificar el cumplimiento de la NOM-001-SEMARNAT-1996, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales
Componente ambiental	Calidad del agua	
Impacto al que se dirige	Contaminación del agua por derrames accidentales de hidrocarburos, por aguas residuales y sanitarias o por la generación de residuos peligrosos, de manejo especial o sólidos urbanos.	
Actividades que originan el impacto	Generación de aguas residuales y sanitarias; generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio; Operación y mantenimiento; Desmantelamiento y abandono.	
Ubicación	Dentro del predio de la central	
Periodicidad/duración	Trimestral Durante la vida útil del proyecto	
Indicadores de seguimiento y control	Resultados de análisis fisicoquímicos Reportes documentales y fotográficos	

f) PROGRAMA DE REFORESTACIÓN Y RESTITUCIÓN DE LA VEGETACIÓN		Descripción de actividades
Objetivo	Protección y conservación de la vegetación y mitigación del impacto al paisaje.	<ul style="list-style-type: none"> • Durante las actividades de construcción se procurará no desmontar áreas innecesarias para el desarrollo de las obras de la central. • La capa de suelo orgánico removido durante la preparación del sitio (desmante y despalle) será esparcida en las áreas a reforestar. • Se elaborará e implementará un programa de reforestación en una franja de 5 m en el perímetro de la central EVM II y en el predio (áreas verdes), con la finalidad de crear barreras de amortiguamiento de impacto ambiental (el programa incluirá la plantación de unas 4500 plántulas de árboles de la región, preferentemente (cantidad equivalente a reforestar unas 4.5 ha). • Se destinará una franja alrededor del predio, con un área suficiente para la reforestación con especies nativas de la región. • Se elegirán árboles y especies arbustivas de la región que aseguren la captación, la retención, la infiltración, el almacenamiento y el aprovechamiento del agua de lluvia, para el suelo. • Se implementarán obras de mantenimiento y actividades culturales (fertilización, fumigación para el control de plagas, podas, cajeteo, riegos de auxilio, etc.) necesarias para el establecimiento de la reforestación, a fin de asegurar el 80% de sobrevivencia durante tres años, considerando que se puede replantar con nuevos ejemplares si no se llegara a la meta. • Se establecerán los mecanismos de control que permitan la evaluación y seguimiento de los trabajos de reforestación. • Este programa pretende atenuar el impacto de pérdida de cobertura vegetal (alrededor del 38 % del predio estaba ocupado por cultivos de nopal (34%) y vegetación interparcelaria (4%).
Componente ambiental	Calidad del paisaje; cobertura vegetal	
Impacto al que se dirige	La construcción de la central EVM II ocasionará la pérdida de cobertura vegetal y un impacto visual con la intrusión de elementos industriales al paisaje.	
Actividades que originan el impacto	Desmante y despalle, construcción de edificios, construcción obras eléctricas, barda perimetral. Desmantelamiento de infraestructura, demolición de edificios; rehabilitación y restauración del sitio.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio Operación y mantenimiento Desmantelamiento y abandono	
Ubicación	Dentro del predio y en el perímetro del mismo	
Periodicidad/duración	Reforestación (un año) Mantenimiento (primeros 5 años) Restitución de la vegetación (un año)	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras de obra, Informes de la reforestación Porcentaje de sobrevivencia Registro fotográfico	

g) PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS		Descripción de actividades
Objetivo	Rehabilitar los taludes del predio y las plataformas de las estructuras de la central EVM II que estén desprovistas de vegetación y susceptibles de ser erosionadas.	<ul style="list-style-type: none"> • Este programa se aplicará en todas aquellas áreas con taludes, tanto dentro del predio como en su perímetro, originados por la nivelación, relleno y compactación, y que puedan ser susceptibles a erosión. • Implica la construcción de obras hidráulicas (cunetas, alcantarillas, bordillos perimetrales, zanjas trincheras, lavaderos, etc.) para el encauzamiento de las aguas pluviales y evitar con ello problemas de erosión y desestabilización de taludes. • Involucra también el desarrollo de pasto en dichos taludes y la plantación de especies arbóreas nativas de la región (Programa de reforestación) o establecimiento de especies herbáceas y arbustivas del sitio (revegetación), con el fin de crear cobertura vegetal que impida la erosión del suelo/talud, y que atenúe el impacto visual ocasionado por la construcción. • Se utilizarán especies de pasto comunes de la región; deberá evitarse emplear pastos o especies exóticas que puedan ser agresivos con la vegetación de la región. • Este programa se complementa con el de reforestación y restitución de la vegetación; y además de prevenir posibles problemas de erosión en los taludes del predio, pretende contribuir a la mitigación del impacto visual y compensar la pérdida de cobertura vegetal. •
Componente ambiental	Estabilidad del suelo	
Impacto al que se dirige	Estabilizar los taludes con posibles problemas de erosión por precipitación pluvial	
Actividades que originan el impacto	Desmonte y despalme, nivelación, relleno y compactación; disposición de los residuos del desmonte, despalme y excavaciones.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio	
Ubicación	En el perímetro del predio y en el interior del mismo.	
Periodicidad/duración	Dos meses, al término de la etapa constructiva.	
Indicadores de seguimiento y control	Informe de cumplimiento Registro fotográfico	

h) PLANES DE CONTINGENCIA Y RESPUESTA A EMERGENCIAS		Descripción de actividades
Objetivo	Dar respuesta inmediata a derrames accidentales de aceites, combustibles, residuos peligrosos y fugas de gas natural en todas las etapas	<ul style="list-style-type: none"> • No se realizarán trabajos de mantenimiento mayor de tipo preventivo o correctivo de la maquinaria y vehículos de cualquier tipo dentro del área del proyecto. • La carga de combustible para los vehículos automotores se hará en las estaciones de servicio cercanas al área del proyecto. • Se destinará un área específica para el almacenamiento y carga de diésel en recipientes de 200 litros de capacidad, debidamente identificados para la maquinaria que opere con este combustible y por sus características deba hacer su carga en el área del proyecto. • El suelo de esta área debe ser protegido con material impermeable para evitar que un derrame accidental contamine el suelo. • En caso de un eventual derrame, los productos recuperados y los materiales contaminados con ellos deberán ser almacenados, manejados y dispuestos conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General para la Previsión y Gestión Integral de los Residuos (Artículos 2, Fracción XIV; 6, 15, fracción II y 24) y las normas NOM-053-SEMARNAT-1993, NOM-054-SEMARNAT-1993, NOM-007-SCT2-1994, NOM-028-SCT2-1998 y NOM-032-SCT2-1995. • Se colocarán recipientes debidamente identificados para cada tipo de residuo en los diferentes frentes de obra, oficinas, comedores, etc. estableciendo supervisión para que la disposición se haga de manera correcta, cumpliendo con lo indicado por la normativa aplicable. • Se deberá capacitar al personal en el manejo de residuos peligrosos y el control de derrames, así como proveer al personal involucrado con equipo y materiales para control y manejo de derrames.
Componente ambiental	Características fisicoquímicas del suelo y del agua; calidad del aire.	
Impacto al que se dirige	Contaminación del suelo y del agua por residuos y derrames accidentales de hidrocarburos, solventes u otros residuos peligrosos	
Actividades que originan el impacto	Generación de residuos de todo tipo durante la construcción, operación y mantenimiento de la central; actividades de mantenimiento, manejo y disposición de sustancias y residuos peligrosos.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio Operación y mantenimiento Desmantelamiento y abandono	
Ubicación	Dentro del predio de la central y sus inmediaciones.	
Periodicidad/duración	Cuando se presente una contingencia. Duración permanente, durante la vida útil del proyecto.	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras, informes Registro fotográfico	

i) PROGRAMA DE DIFUSIÓN Y CAPACITACIÓN AMBIENTAL		Descripción de actividades
Objetivo	Difundir y capacitar al personal del proyecto EVM II en los aspectos ambientales y de seguridad involucrados en la construcción y operación de la central, y concienciación de los trabajadores.	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilizar a los trabajadores sobre los efectos que tienen sus actividades en el ambiente. • Se debe elaborar y aplicar un programa de difusión ambiental al personal de obra para su información, concienciación y capacitación, para que dicho personal coloque los residuos de diverso tipo en los recipientes que corresponda para cada uno de ellos, además, se prohibirá que el personal disponga los residuos fuera de los recipientes destinados para tal fin. • Dar capacitación y promover la conciencia ambiental del personal que participe en la obra, para implementar la correcta aplicación de medidas y una actitud personal de mayor respeto al entorno. • Dar capacitación a todo el personal sobre la diversidad de fauna que podrán encontrar en la región, la normativa que las protege y las medidas que deberán acatar durante su estancia en la obra. • Realizar pláticas de concienciación al personal sobre la importancia de los aspectos ambientales en la construcción y operación de la Central. • Difundir al personal las medidas preventivas que se implementen para evitar daños a la flora y fauna asociada. • Capacitar al personal en el manejo de residuos peligrosos y el control de derrames y proveer al personal involucrado con equipo y materiales para control y manejo de derrames. • Establecer una comisión para la atención de contingencias y coordinación de brigadas de protección civil. • Realizar simulacros. • Formar brigadas e impartirles cursos de capacitación sobre legislación ambiental.
Componente ambiental	Calidad del aire, ruido, características fisicoquímicas de suelo y del agua, distribución y abundancia de la fauna, especies en riesgo, calidad del paisaje.	
Impacto al que se dirige	Conservación y protección al ambiente durante las diferentes etapas del proyecto.	
Actividades que originan el impacto	Todas aquellas que involucren manejo de residuos, derrames accidentales de hidrocarburos, y riesgos de seguridad laboral y ambiental.	
Etapas de desarrollo	Preparación del sitio Operación y mantenimiento Desmantelamiento y abandono	
Ubicación	Dentro del predio de la central EVM II	
Periodicidad	Continua. Durante la vida útil del proyecto	
Indicadores de seguimiento y control	Bitácoras de asistencia Evaluación de los cursos Cumplimiento del programa de capacitación Registro documental y fotográfico	

VI.4. Seguimiento y control (monitoreo)

En las fichas técnicas elaboradas para cada uno de los programas que integran el PVA, señaladas en el apartado anterior, están apuntados los indicadores de seguimiento y control, con la finalidad de que se vaya documentando el cumplimiento del dicho programa. Esto servirá también para integrar los informes de cumplimiento de términos y condicionantes del resolutivo ambiental que se emita para este proyecto, según lo establezca la autoridad ambiental (DGIRA-SEMARNAT).

VI.5. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas

Con la finalidad de tener elementos para estimar la fianza o seguro, establecido en el Artículo 52⁴ del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de Evaluación del Impacto Ambiental, respecto del cumplimiento de las disposiciones de mitigación establecidas en el programa de vigilancia ambiental, en la Tabla 6.1 se presentan los costos estimados de los programas individuales del PVA.

Tabla 6.1. Costos estimados de los programas individuales del PVA

Programa	Costo aproximado		
	Preparación del sitio (2 años)	Operación y mantenimiento (20 años)	Total
Mantenimiento para vehículos, equipo y maquinaria	\$ 432 000	\$ 920 000	\$ 1 352 000
Monitoreo de emisiones a la atmósfera	---	\$ 2 000 000	\$ 2 000 000
Monitoreo de emisiones de ruido	\$ 10 000	\$ 200 000	\$ 210 000
Manejo de residuos	\$ 400 000	\$ 3 000 000	\$ 3 400 000
Monitoreo fisicoquímico de las aguas residuales	\$ 180 000	\$ 1 800 000	\$ 1 980 000
Reforestación y restitución de la vegetación	\$ 350 000	\$ 350 000	\$ 700 000
Conservación de suelo	\$ 150 000	---	\$ 150 000
Planes de contingencia y respuesta de emergencia	\$ 600 000	\$ 1 000 000	\$ 1 600 000
Difusión y capacitación ambiental	\$ 150 000	\$ 500 000	\$ 650 000
Total:	\$ 2 272 000	\$ 9 770 000	\$ 12 042 000

⁴ **Artículo 52.-** La Secretaría fijará el monto de los seguros y garantías atendiendo al valor de la reparación de los daños que pudieran ocasionarse por el incumplimiento de las condicionantes impuestas en las autorizaciones.

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Los factores del subsistema social que mayor importancia tienen en el control y/o mantenimiento de la estructura y función del SAR son la población y las actividades económicas, los cuales ejercen una gran presión sobre los componentes del ambiente natural del SAR. Asimismo, y como se reseñó en el Diagnóstico Ambiental, la vegetación (cobertura), la atmósfera (calidad del aire) y la hidrología subterránea (disponibilidad del agua del acuífero), son los componentes ambientales críticos.

Una vez identificados los factores que mayor presión ejercen en el subsistema ambiental del SAR y los componentes ambientales críticos, se construyen los escenarios esperados, sin y con proyecto.

VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto

Entre 1990 y 2010, la población y la vivienda en el SAR crecieron de manera importante, sobre todo en las localidades de los municipios del Estado de México. En Otumba de Gómez Farías, Nopaltepec y San Felipe Teotitlán, la población aumentó más del 50%; con respecto al número de viviendas, el aumento fue superior a 60% en la mayoría de las localidades del Estado de México.

De concretarse el proyecto de reactivación de la actividad industrial, denominado Corredor Industrial del Altiplano, que promueve el gobierno del estado de Hidalgo, se prevé un importante aumento de la población en las localidades alrededor de Ciudad Sahagún, ya que dicho desarrollo se convertiría en un polo de atracción para la población (figura VII.1). Este nuevo desarrollo industrial, sumado a las tendencias de crecimiento de la población en el resto del SAR, incrementará la presión sobre los componentes ambientales del SAR por la creciente demanda de recursos (agua, alimentos), servicios y territorio, así como por el aumento en los residuos que se generarían.

Actualmente, la calidad del aire en el SAR es buena. Los vehículos automotores son la principal fuente de emisión de contaminantes a la atmósfera. En cuanto a los contaminantes generados por la industria, estos son mínimos, ya que las actividades industriales son escasas, siendo la Central Energía del Valle de México I la instalación que más contaminantes aporta de este sector. Pero se reitera que la concentración de contaminantes en el SAR se encuentra por debajo de los límites establecidos en las normas oficiales; con base en los registros de la estación de monitoreo de calidad del aire Acolman, la estación más cercana al SAR, la concentración promedio de NO₂ es de 43.62 µg/m³; considerando que la NOM-023-SSA1-1993 ("Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al Bióxido

de Nitrógeno (NO₂)” fija un valor de 395 µg/m³, la concentración actual se encuentra 89% por debajo del límite establecido en la norma citada (ver estudio Estudio de Dispersión de Emisiones a la atmósfera para la Central Energía del Valle de México II, que se presenta en el anexo D.1 Estudio de dispersión de contaminantes a la atmósfera del del Capítulo V de este estudio.

Con respecto a la disponibilidad de agua del acuífero Cuautitlán-Pachuca, no existe la posibilidad de otorgar nuevas concesiones de aprovechamiento, ya que se encuentra sobre-explotado desde hace varias décadas. De acuerdo con datos de la Comisión Nacional del Agua, el déficit del balance hídrico es de 394.6 millones de m³/año, lo que provoca un abatimiento continuo de los niveles del agua subterránea y compromete el desarrollo sostenible de la población y los sectores productivos que se abastecen de este acuífero.

Dado que en el acuífero Cuautitlán-Pachuca no existe disponibilidad de agua subterránea para otorgar nuevas concesiones o asignaciones, este recurso hídrico subterráneo debe estar sujeto a una extracción, explotación, uso y aprovechamiento controlados para evitar que se agrave la sobreexplotación del acuífero, por lo que es un atributo crítico para el desarrollo de la región.

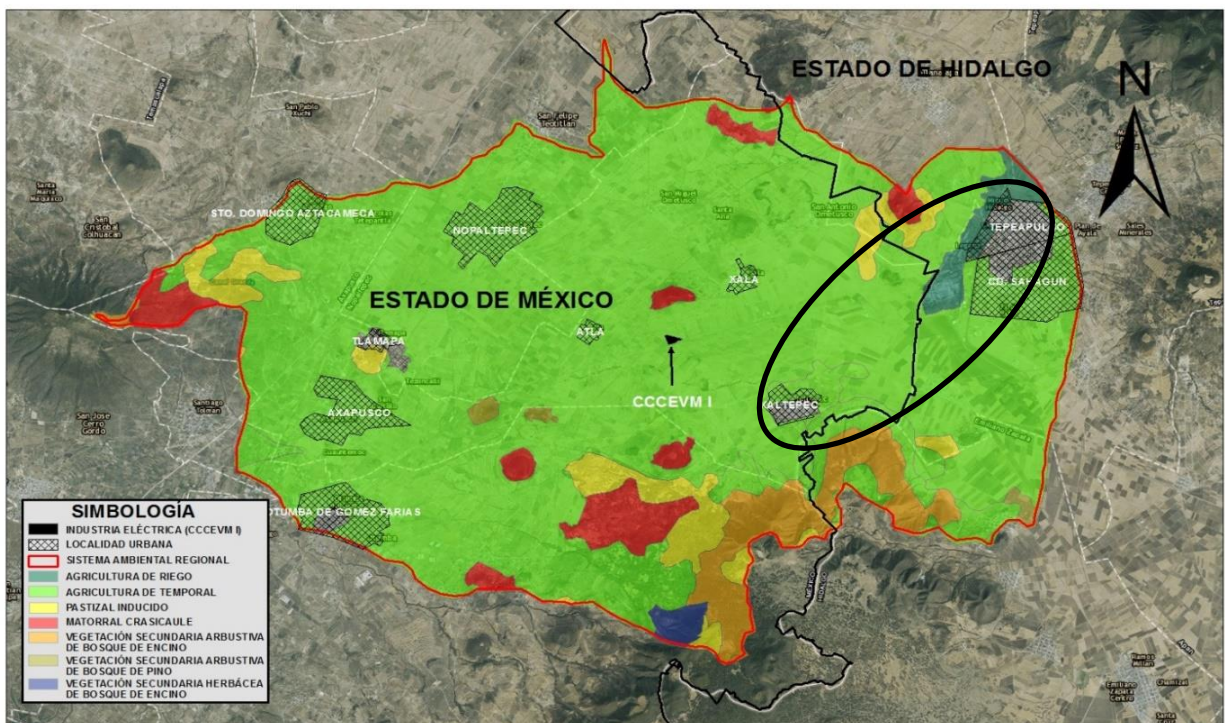


Figura VII.1. Escenario previsto del SAR sin la implantación del proyecto EVM II, se destacan los poblados, las áreas en las que se encuentran relictos de la vegetación original y el área que se desarrollaría por el nuevo proyecto Corredor Industrial del Altiplano (elipse).

En el SAR, los ecosistemas terrestres han sido intervenidos y transformados desde hace varios siglos, por lo que actualmente el paisaje se encuentra dominado por áreas dedicadas a actividades agropecuarias, en donde se produce una gran variedad de cultivos, sobre todo avena y trigo. La distribución de las comunidades vegetales está restringida a áreas poco accesibles, como los cerros y las cañadas. El 83.75% del área del SAR corresponde a terrenos dedicados a la agricultura, el 4.78% es ocupado por pastizales inducidos, las zonas urbanas ocupan el 1.83%; el resto de la superficie del SAR la ocupan varias comunidades vegetales: vegetación secundaria de bosque de encino y de pino encino (5.17%), matorral crasicuale (de tallos carnosos) (4.02%) y bosque cultivado de eucalipto, pirul y casuarina (0.27%).

La única especie de planta registrada en el SAR con estatus de amenazada, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010, corresponde a *Dasyllirion acrotiche*, la cual se distribuye en los cerros.

Con respecto a la riqueza de fauna, se registraron 63 especies de vertebrados: tres de anfibios, nueve de reptiles, 33 de aves y 18 de mamíferos. De dichas especies, nueve se encuentran bajo alguna categoría de riesgo, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. De éstas, tres están sujetas a protección especial (*Rana montezumae*, *Sceloporus grammicus* y *Salvadora bairdi*) y las otras están clasificadas como amenazadas (*Phrynosoma orbiculare*, *Pituophis deppei*, *Thamnophis eques*, *Crotalus ravus*, *Choeronycteris mexicana* y *Taxidea taxus*). Ninguna de estas especies se registró en el predio del proyecto

La conservación a mediano y largo plazo de los relictos de vegetación es poco probable que ocurra de manera natural, por lo que se requerirá establecer prácticas de manejo y protección para coadyuvar a su conservación.

VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

El escenario socio-ambiental previsto en el SAR con la implantación del proyecto **EVM II**, es el siguiente.

Durante la etapa de construcción (durará 30 meses), el proyecto **EVM II** será un polo de atracción temporal de trabajadores; en la cúspide, se espera que sean contratados del orden de 750 trabajadores. La demanda de servicios (alimentación, hospedaje, suministro de combustible, reparaciones, etc.) provocará un crecimiento en la economía de la región. Es previsible que la mayor parte de los servicios se demanden principalmente en Ciudad Sahagún, Tepeapulco y Jaltepec, por ser las localidades urbanas y semiurbanas más cercanas al proyecto. También se espera que se demanden servicios de Axapusco y Otumba, pero en menor grado. Una parte importante de la mano de obra requerida para la construcción provendrá de las poblaciones cercanas al proyecto.

Durante la operación, la demanda de servicios será mucho menor, ya que la Central **EVM II** será operada por alrededor de 40 personas; una parte de los trabajadores que participarán en la operación se contratarán con pobladores de la vecindad.

La calidad del aire será afectada, pero no de manera significativa, por la operación de la Central **EVM II**. La Central operará con equipos que garantizarán una baja emisión de NO_x y

se cumplirá con la NOM-SEMARNAT-085-2011. Además, se utilizará gas natural como combustible, lo cual garantiza que no se emitan SO_x ni partículas suspendidas. El impacto por la emisión de NO_2 durante la operación de la Central en las manchas urbanas más importantes del SAR se presenta en la tabla VII.1.

Se estima que Jaltepec sea la población dentro del SAR que reciba el mayor impacto por la emisión de NO_2 . La razón es porque este poblado se ubica al sur-sureste del sitio del proyecto, y es precisamente en este sentido que se desplaza la pluma de dispersión. Por lo tanto, se encuentra bajo la pluma de dispersión, antes de la ubicación del punto de máxima concentración.

El resto de las poblaciones del SAR, Ciudad Sahagún en Hidalgo, y Nopaltepec, Axapusco y Otumba de Gómez Farías en el Estado de México, se afectarán en menor grado. En todos los casos, la operación del **EVM II** no tendrá efectos importantes en la concentración de NO_2 , ya que en todas las localidades la concentración máxima se ubica por debajo del 84%, es decir, que el impacto por la operación del proyecto, considerando la concentración de fondo, es menor al 16% del umbral máximo que indica la NOM-023-SSA1-1993.

La zona de máxima concentración de óxidos de nitrógeno por la operación de la Central **EVM II**, se ubicaría a 5.85 km al sur-sureste del sitio de proyecto, en la cima del cerro Tepayo, cerca del poblado Jaltepec, Axapusco, Estado de México, ver tabla VII.1 y figura VII.2. En este punto la Central aportaría una concentración de $155.67 \mu g/m^3$, y considerando la concentración de fondo, se alcanzaría una concentración total de $199.29 \mu g/m^3$, valor que se ubica 50% por debajo del umbral máximo ($395 \mu g/m^3$) que establece la NOM-023-SSA1-1993. La ubicación del punto de máxima concentración en el cerro Tepayo, se debe a que la altura efectiva de la pluma de los gases no alcanza una mayor altura de elevación que la de este cerro, el cual se encuentra a más de 2700 msnm. Cabe aclarar que en el sitio en donde se ubica la máxima concentración no existe población alguna, y tampoco corresponde a terrenos de cultivos.

En resumen, la operación de la Central **EVM II** cumplirá con la Norma Oficial Mexicana 023-SSA1-1993 para bióxido de nitrógeno durante todo el año.

Tabla VII.1 Concentración máxima estimada de óxidos de nitrógeno en poblaciones del SAR y en el punto de máxima concentración del proyecto EVM II.

Nombre de la población o localidad	Concentración máxima estimada que emitiría EVM II ($NO_2 \mu g/m^3$)	Concentración de fondo ($NO_2 \mu g/m^3$)	Impacto total ($NO_2 \mu g/m^3$)
Ciudad Sahagún, Hgo.	14.00	43.62	57.62
Nopaltepec, Edo. Méx.	17.00	43.62	60.62
Jaltepec, Edo. Méx.	26.00	43.62	69.62
Axapusco, Edo. Méx.	18.50	43.62	62.12
Otumba de Gómez Farías, Edo. Méx.	13.00	43.62	56.62
Cima del cerro Tepayo	155.67	43.62	199.29

Resultados obtenidos con el modelo ISCST3 (Industrial Source Complex Model Short Term) para el primer valor máximo calculado

Con respecto al agua que se requiere para la operación de la Central **EVM II**, el promotor adquirió una concesión por 500 000 m³ anuales, pero para la operación del proyecto se requieren sólo 600 m³ al día (219 000 m³ al año), lo que implica que este proyecto no representa una presión adicional para el acuífero Cuautitlán-Pachuca.

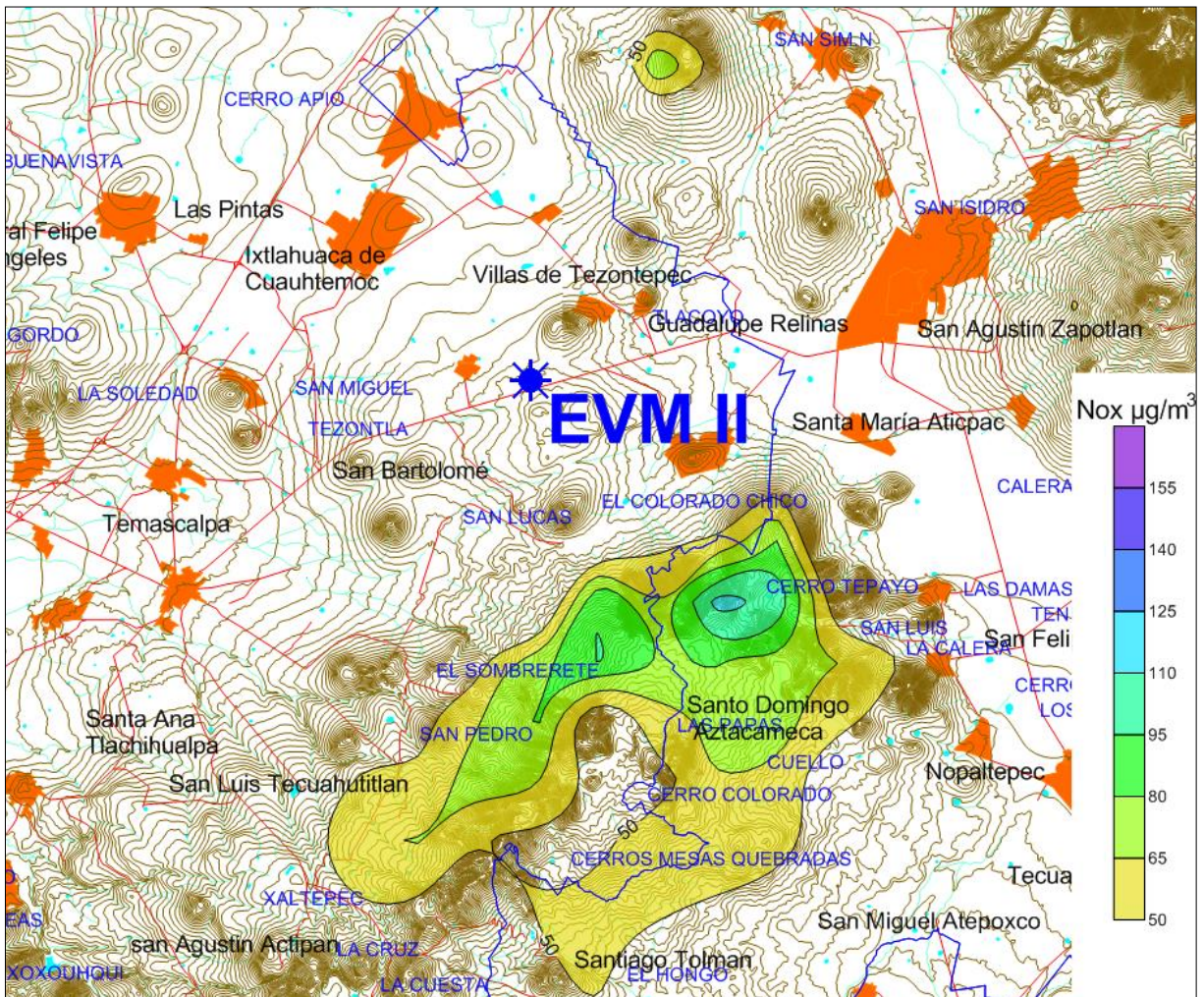


Figura VII.2 Curvas de isoconcentración de NO₂ (promedio 1 hr). La concentración máxima estimada es de 155.67 µg/m³, se presenta sobre el Cerro Tepayo ubicado al sur de la central EVM II.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Con base en el análisis de impacto ambiental efectuado, se definieron las medidas de mitigación y compensación para todos los impactos ambientales identificados. A continuación

se describen las medidas de mitigación y compensación, destacando las medidas para los impactos sobre los componentes ambientales críticos.

Con respecto a la calidad del aire, durante la etapa de construcción, los vehículos automotores y maquinaria, se sujetarán a un programa de mantenimiento, con la finalidad de que los equipos de control de los contaminantes mantengan en condiciones adecuadas y que no emitan gases contaminantes por encima de los niveles establecidos en las regulaciones aplicables.

Durante la etapa de operación, la central **EVM II** utilizará equipos que garantizan una baja emisión de NO_x y se instalará en las chimeneas un sistema de monitoreo continuo de emisiones, con la finalidad de monitorear que la emisión de NO_x a la atmósfera se mantenga dentro de los límites que fija la NOM-SEMARNAT-085-2011. Asimismo, se aplicará un programa de monitoreo temporal de la calidad del aire en el SAR, con la finalidad de verificar los resultados de la modelación realizada y que la concentración de NO_2 se mantenga por debajo de los niveles máximos que fija la NOM-023-SSA1-1993. Con estas medidas de mitigación y seguimiento se espera que aún con el emplazamiento de la central **EVM II** se mantenga la buena calidad del aire en el SAR.

Durante la etapa de operación, la Central no incrementará la presión sobre el acuífero Cuautitlán-Pachuca, ya que ocupará menos agua de la que tendría disponible (600 m^3 al día, que representan $219\,000 \text{ m}^3$ al año), considerando el volumen autorizado en la concesión que adquirió ($500\,000 \text{ m}^3$ anuales). Además, las aguas residuales serán tratadas a efecto de cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996; se estima que se genere un volumen del orden de $420 \text{ m}^3/\text{día}$. El agua tratada será entregada a los ejidos Francisco I. Madero, Jaltepec y Tecuautitlán, para que se use como agua de riego; en la figura VII.3 se presentan los ejidos que podrían beneficiarse.

El proyecto no afectará terrenos forestales y se establecerá una barrera arbolada en la periferia del predio de la Central. Con esta medida de compensación, se incrementará la cubierta de vegetación en el SAR.

En todas las etapas del proyecto se establecerán programas para el manejo de los residuos que se generen, con lo cual se controlarán los residuos y se evitará que contaminen el agua o el suelo. Dichos programas se prepararán considerando las regulaciones federales, estatales y municipales aplicables. Se mantendrán bitácoras para llevar el registro del manejo de todos los residuos.

Los equipos de la central garantizan la operación con la emisión de ruido por debajo de los límites que fijan las normas NOM-STPS-011-2001 y NOM-SEMARNAT-081-1994. Para verificar que se cumplirá las normas referidas, antes de que se inicie la operación de la central se realizarán las pruebas de ruido.

El paisaje se verá afectado por el emplazamiento de las construcciones que conformarán la central **EVM II**, pero la barrera de arbolado mitigará este efecto.

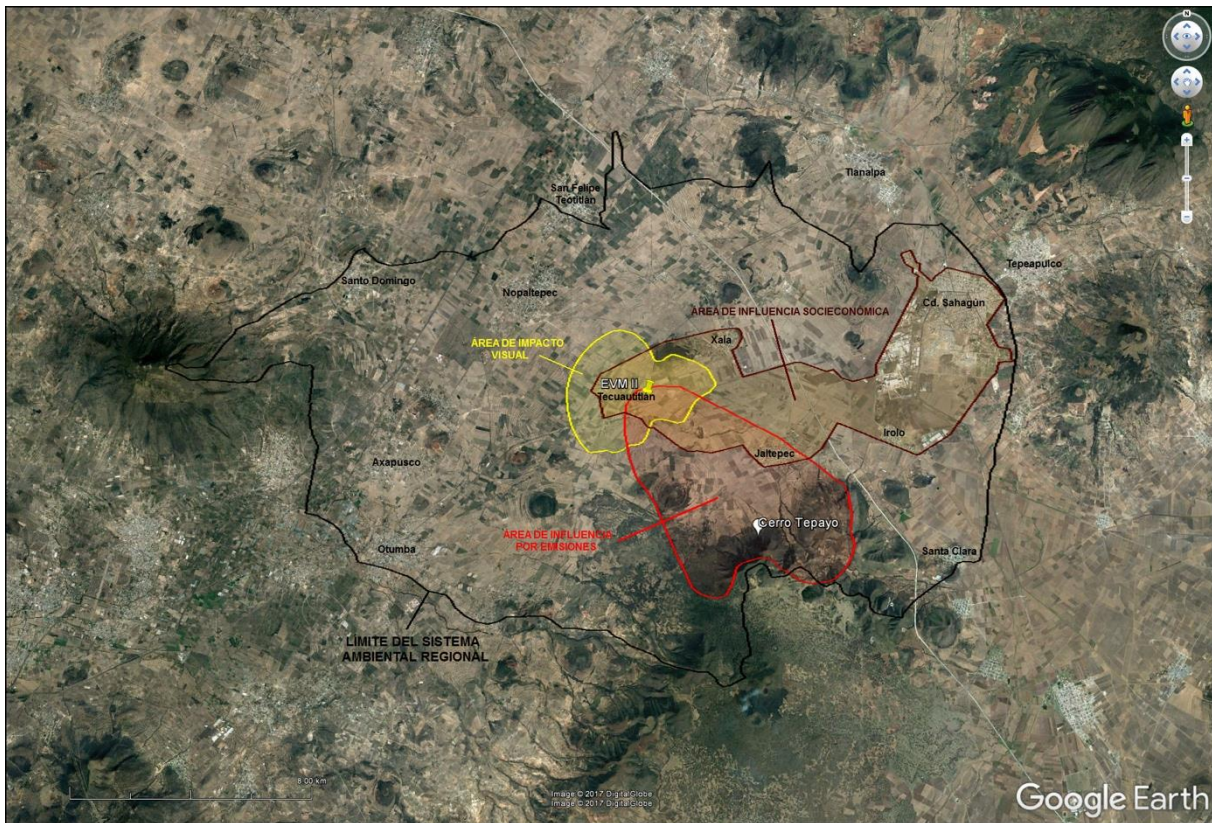


Figura VII.4 Zonas de influencia estimadas para el proyecto EVM II

VII.5 Construcción de escenarios

El sitio elegido para establecer el proyecto **EVM II** ofrece las siguientes ventajas ambientales: el predio se dedica a actividades agrícolas, por lo que no se afectaría alguna de las pocas áreas forestales que aún se conservan en el SAR; además se aprovecharía la infraestructura existente (carretera y líneas de transmisión); no sería necesario abrir más áreas para desarrollar la infraestructura necesaria para interconectar el proyecto. Además, el promotor ha mantenido buena relación con las comunidades vecinas; esta buena relación la ha conducido a través de una fundación, por lo que no se han manifestado objeciones sociales para el desarrollo de este proyecto. Por estas razones, no se evaluaron alternativas para desarrollar el proyecto **EVM II**.

La tecnología de ciclo combinado fue seleccionada para este proyecto, considerando las siguientes ventajas ambientales: alta eficiencia termodinámica (59.8%), lo que repercute en que se utiliza menos combustible; baja emisión de contaminantes a la atmósfera; menor ocupación de superficie de terreno por MW instalado; y bajo consumo de agua de enfriamiento.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

ANEXO A

Acta constitutiva y

poder de EVM

ANEXO B

Programa de obra y concesión de agua

ANEXO C

ANP Cerro Gordo, Región Hidrológica 69 y Trámites ante el INAH

ANEXO D

Estudio de dispersión de emisiones a la atmósfera

ANEXO E

Listado florístico, índices de diversidad de los ecosistemas y fotografías de ecosistemas vegetales y especies florísticas