



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

DIRECCION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO I.

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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

CAPÍTULO 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

El nombre del presente proyecto es:

- ✓ “Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA).

I.1.2 Ubicación (dirección) del proyecto

El sitio donde se ubicará el proyecto es a un costado de la Carretera Otumba-Cd. Sahagún, Km 15 + 700, en el ejido denominado Francisco I. Madero, C.P. 55965, en el municipio de Axapusco, Estado de México, mismo que se aprecia en la imagen I.1.



Imagen I.1. Ubicación del proyecto S.E. VMA.

Las coordenadas del polígono de la S.E. VMA se indican en el cuadro I.2:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro I.2. Coordenadas del polígono del proyecto S.E. VMA.

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
				1	2,183,139.64	533,704.5
1	2	N16°12'48.96"E	64.86	2	2,183,201.92	533,722.61
2	3	N1°51'14.76"W	150.7	3	2,183,352.01	533,717.75
3	4	N17°31'49.80"E	99.24	4	2,183,446.64	533,747.64
4	5	N43°8'25.80"E	86.03	5	2,183,509.42	533,806.47
5	6	N15°24'32.40"E	115.18	6	2,183,620.46	533,837.07
6	7	N35°34'20.28"E	116.04	7	2,183,714.84	533,904.58
7	8	S15°24'32.40"W	228.65	8	2,183,494.42	533,843.82
8	9	S18°32'20.40"W	60.30	9	2,183,437.25	533,824.65
9	10	S73°18'1.80"E	90.00	10	2,183,411.39	533,910.86
10	11	S16°31'36.12"W	66.30	11	2,183,347.83	533,892
11	12	S73°26'16.44"E	14.14	12	2,183,343.8	533,905.55
12	13	S22°34'23.88"E	5.65	13	2,183,338.58	533,907.72
13	14	S17°51'54.72"E	34.60	14	2,183,305.65	533,918.33
14	15	S64°13'14.52"W	26.90	15	2,183,293.95	533,894.10
15	16	S16°43'43.32"W	36.20	16	2,183,259.28	533,883.68
16	17	S21°2'40.20"E	63.48	17	2,183,200.04	533,906.48
17	1	S73°21'3.96"W	210.82	1	2,183,139.64	533,704.5

1.1.3 Duración del proyecto

El Proyecto es aplicable para la etapa de operación y mantenimiento, con duración de 30 años, ya que a este periodo obedece la vida útil del mismo.

I.2. Datos generales del promovente

I.2.1 Nombre o razón social

La razón social del promovente es:

✓ **Comisión Federal de Electricidad Transmisión**

En el anexo 1 se encuentra el ACUERDO publicado en el Diario Oficial de la Federación DOF del 29 de marzo de 2016 denominado como “ACUERDO de creación de la empresa productiva subsidiaria de la Comisión Federal de Electricidad, denominada CFE Transmisión”, mismo que al ser CFE Transmisión una entidad del gobierno, este funge como el Acta Constitutiva.

I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente

El Registro Federal de Contribuyentes de CFE Transmisión es el siguiente:

✓ R.F.C. XXXXXXXXXX

El Registro Federal de Contribuyentes de CFE Transmisión se incluye en el anexo 2.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

El representante legal de CFE Transmisión es el siguiente adscrito a la Gerencia Regional de Transmisión:



El instrumento bajo el cual se les otorga poder a los representantes legales de CFE Transmisión para su ejercicio **CONJUNTO** o **SEPARADO** es el número **cincuenta y un mil novecientos cincuenta y siete (51,957)**, de fecha 03 de abril del año 2020 y constatado por el titular de la Notaría Pública número ciento setenta y cuatro (174) de la Ciudad de México.

La escritura 51,957 a favor de los representantes legales de CFE Transmisión se incluye en el anexo 3, mientras que en el anexo 4 se encuentra la identificación oficial del mismo y en el anexo 5, su Clave Única de Registro de Población (CURP).

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

La dirección del promovente para ir y recibir notificaciones es:



Av. Real de Los Reyes 265, colonia Los Reyes Coyoacán, C.P. 04330, Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México.

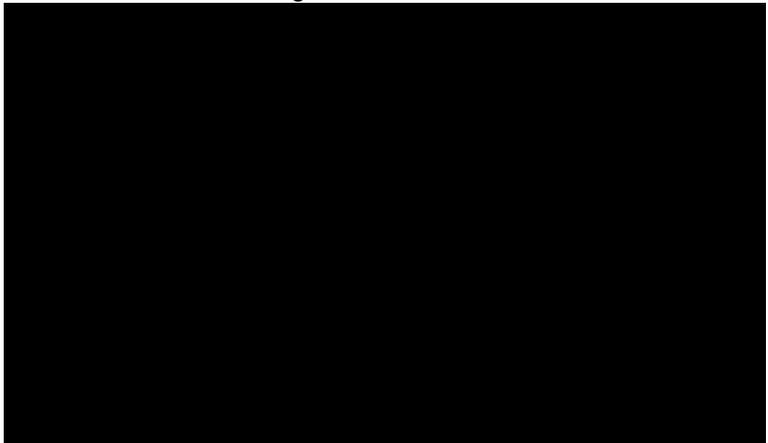
I.2.5 Nombre del consultor que elaboró el estudio

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.

En el Anexo13, se incluye copia simple de la cédula profesional del Ing. Oscar Alejandro Lara García, quien realizó la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional.



Generador, S.A.P.I de C.V.
Gerente de EHS



Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

I.2.5.1 Dirección del consultor

La dirección del consultor realizó que integró la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional es la siguiente:

- ✓ Juan de Lafontaine 23, Colonia Polanco III Sección, C.P. 11540, Alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México, México.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO II.

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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

CAPÍTULO 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

II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto “Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA) (en lo sucesivo “el proyecto”), presentado por el promovente CFE Transmisión, consiste en la operación y mantenimiento (OyM) de dos subestaciones eléctricas de maniobras, una de 400 kV y otra de 230 kV que evacuarán la energía eléctrica generada en el “Proyecto Energía del Valle de México II (EVM II)”, para después inyectar la energía eléctrica al Sistema Eléctrico Nacional de México (SEN) como sigue:

Cuadro II.1. Suministro a subestaciones y líneas de transmisión desde S.E. VMA.

Subestación (kV)	No. Circuitos	Subestación	Líneas de Transmisión
230	5	Teotihuacan	93240 y 93200
		Otumba maniobras	93590
		Aceros Corsa	93580
		Elevadora	96030
400	6	Tres Estrellas	A3070 y A3080
		Teotihuacan	A3030 y A3040
		Elevadora	A6010 y A6020

La etapa de OyM de las dos subestaciones contempladas en el proyecto, será realizada por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), Zona de Transmisión Centro, por lo cual no se consideran las etapas de Preparación del Sitio y Construcción, ya que estas fueron manifestadas y evaluadas en estudios anteriores al presente. El layout de las subestaciones se presenta en la imagen II.1, así como se encuentra en el Anexo 7.

El área total del Proyecto involucrada en la presente solicitud de autorización en materia de impacto ambiental corresponde a un polígono que en conjunto tiene una superficie total de 57,549.32 m², donde se pretende el desarrollo del Proyecto, el cual consiste únicamente en la operación y mantenimiento de las Subestaciones Eléctricas de Maniobras (S.E.), así como cada uno de sus componentes y un camino de acceso, los cuales se describen en el presente capítulo.

Es importante mencionar que, durante la etapa de construcción del proyecto, no se afectaron terrenos forestales, solo se retiraron algunos individuos de pirul (*Schinus molle*). Adicionalmente, el uso de suelo corresponde a una zona de obra de infraestructura.

Cabe señalar que, por su naturaleza, el desarrollo del Proyecto requiere de la autorización en materia de impacto ambiental tanto por tratarse de obras y actividades propias de la industria eléctrica, actividad citada en el Artículo 5 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA), Inciso K). Además, al considerarse que el Proyecto se encuentra en un sitio en el que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales, tal y como lo marca el inciso IV del artículo 11 del REIA, la presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta en la Modalidad Regional, así como con modalidad A. No incluye actividad altamente riesgosa ya que no se contempla la realización de estas durante la etapa de OyM del proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Eta:	Operación y mantenimiento		

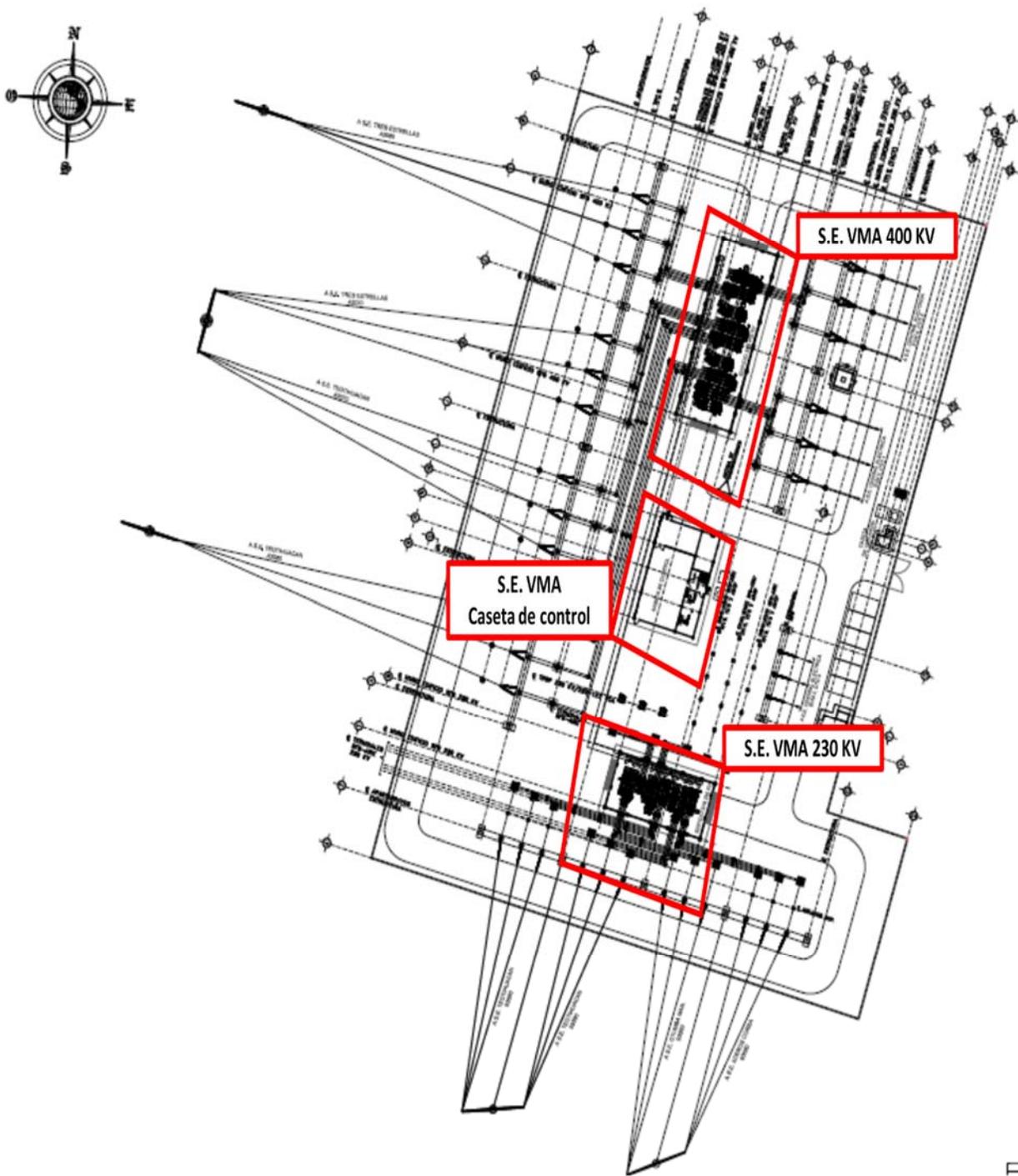


Imagen II.1. Layout de S.E. VMA.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

II.1.2 Justificación

El objetivo específico del Proyecto es recibir, transformar y establecer los niveles de tensión adecuados de la energía eléctrica que llegará a través de una línea de transmisión desde la central de ciclo combinado EVM II, conectarla con una línea de transmisión eléctrica de 400 y 230 kV existente propiedad de CFE.

La justificación para la realización del Proyecto se enfoca por una parte en la necesidad de fortalecer la producción del sector energético para abastecer la demanda que el desarrollo del país genera; pero al mismo tiempo, reduciendo la dependencia de los hidrocarburos para la producción de energía eléctrica, ya que su uso tiene un alto impacto ambiental por el volumen de emisiones contaminantes que genera, las cuales propician el efecto invernadero, influyendo directamente sobre el cambio climático a nivel global, una problemática que afecta a diversos sistemas humanos y naturales y plantea un serio desafío para el desarrollo económico y la sostenibilidad de los ecosistemas²; además de que también produce descargas de aguas residuales con potencial de modificar la calidad y temperatura de las corrientes naturales del agua, lo que causa alteraciones en el medio ambiente; sin dejar de mencionar que la disponibilidad y las reservas de los combustibles fósiles son limitadas y no son renovables.

México está comprometido con el cumplimiento de las metas de mitigación establecidas en la Ley de Aprovechamiento de las Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE), que señala que el sector eléctrico debe transformarse para que al 2024 un máximo de 65% de la electricidad provenga de combustibles fósiles. Esta meta se ratifica en la Ley General de Cambio Climático que estipula que el 35% de la generación eléctrica provenga de energías limpias para ese mismo año.

Como primer paso hacia la definición de un proceso específico de transición energética en México, el 20 de diciembre de 2013 se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el Decreto por el que se reformaron y adicionaron diversas disposiciones de la Constitución, en materia de energía, de las cuales luego emergió la Estrategia de transición para promover el uso de tecnologías y combustibles más limpios elaborada por la Comisión Nacional para el Uso Eficiente.

II.1.3 Ubicación física

El sitio donde se ubicará el proyecto 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, mismo que se aprecia en la imagen II.3.



Imagen II.3. Ubicación del proyecto S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Los predios donde se ubicará el proyecto, 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, mientras que al este se encuentra la central de ciclo combinado EVM II, y la central de termoeléctrica EVM I, justo como se observa en la imagen II.4.



Imagen II.4. Relación de uso de suelo y colindancias en la ubicación del proyecto S.E. VMA.

Las coordenadas del polígono del proyecto que cuenta con una superficie de 57,549.32 m², mismo que se representa en la imagen II.5, son las siguientes (cuadro II.2):

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

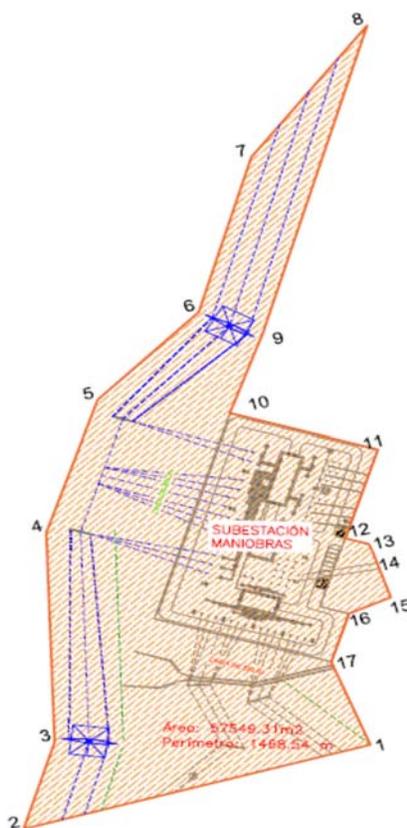


Imagen II.5. Polígono de proyecto para S.E. VMA.

Cuadro II.2. Coordenadas del polígono del proyecto S.E. VMA.

Lado		Rumbo	Distancia (m)	V	Coordenadas	
EST	PV				Y	X
1	2	N16°12'48.96"E	64.86	1	2,183,139.64	533,704.5
2	3	N1°51'14.76"W	150.7	2	2,183,201.92	533,722.61
3	4	N17°31'49.80"E	99.24	3	2,183,352.01	533,717.75
4	5	N43°8'25.80"E	86.03	4	2,183,446.64	533,747.64
5	6	N15°24'32.40"E	115.18	5	2,183,509.42	533,806.47
6	7	N35°34'20.28"E	116.04	6	2,183,620.46	533,837.07
7	8	S15°24'32.40"W	228.65	7	2,183,714.84	533,904.58
8	9	S18°32'20.40"W	60.30	8	2,183,494.42	533,843.82
9	10	S73°18'1.80"E	90.00	9	2,183,437.25	533,824.65
10	11	S16°31'36.12"W	66.30	10	2,183,411.39	533,910.86
11	12	S73°26'16.44"E	14.14	11	2,183,347.83	533,892
12	13	S22°34'23.88"E	5.65	12	2,183,343.8	533,905.55
13	14	S17°51'54.72"E	34.60	13	2,183,338.58	533,907.72
14	15	S17°51'54.72"E	34.60	14	2,183,305.65	533,918.33
15	16	S64°13'14.52"W	26.90	15	2,183,293.95	533,894.10
16	17	S16°43'43.32"W	36.20	16	2,183,259.28	533,883.68
17	1	S21°2'40.20"E	63.48	17	2,183,200.04	533,906.48
1	2	S73°21'3.96"W	210.82	1	2,183,139.64	533,704.5

El plano general del polígono del proyecto de la S.E. VMA, se encuentra en el Anexo 7.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etap:	Operación y mantenimiento		

II.1.4 Inversión requerida

La inversión requerida para la ejecución de la etapa de OyM del proyecto, así como la aplicación de medidas de mitigación y preventivas, la promovente estima un monto de 3,000,000.00 M.N. (tres millones de pesos en moneda nacional).

II.1.5 Dimensiones del proyecto

El proyecto tiene un polígono con una superficie de 57,549.32 m² y su distribución es como se muestra en la imagen II.5.

II.2 Características particulares del proyecto

II.2.1 Descripción del proyecto

El proyecto consiste en la operación y mantenimiento de una subestación eléctrica de maniobras, integrada por dos subestaciones, una de 400 y otra de 230 kV, propiedad de CFE Transmisión, cuyo propósito será transmitir la energía eléctrica que se generará en la Central de Ciclo Combinado EVM II.

La S.E. VMA estará constituida por una serie de componentes, mismos que se localizarán dentro del polígono destinado para dicha obra, la descripción operacional de cada uno de los componentes de la S.E., se describen en los apartados posteriores.

II.2.1.1 Subestación de Maniobras 400 kV

Esta subestación de la S.E. VMA está aislada en SF₆, con una tensión de operación de 400 kV, consta de 6 circuitos de interconexión, 2 con la subestación Tres Estrellas (líneas de Transmisión A3070, A3080), 2 con la subestación Teotihuacan (líneas de Transmisión A3030 y A3040) y 2 con la subestación elevadora (líneas de Transmisión A6010 y A6020). Esta subestación tiene un arreglo de interruptor y medio. En la imagen II.6, se presenta el diagrama de circuitos de la S.E. de 400 kV que estará en etapa de OyM.

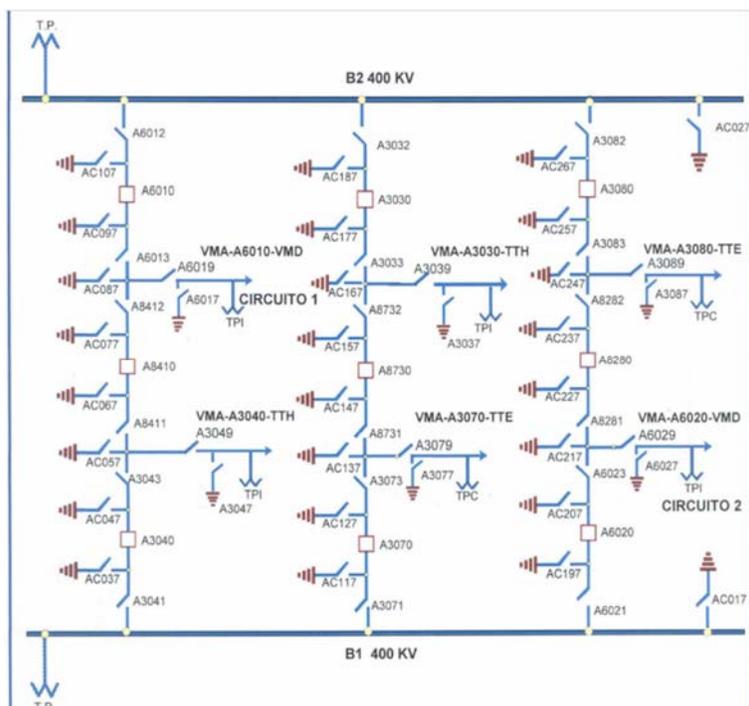


Imagen II.6. Diagrama de S.E. VMA de 400 kV.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

II.2.1.2 Subestación de Maniobras 230 kV

La S.E. está aislada en SF6, con una tensión de operación de 230 kV, consta de 5 circuitos de interconexión, 2 con la subestación Teotihuacan (líneas de Transmisión 93240 y 93200), 1 con la subestación Otumba Maniobras (línea de transmisión 93590), 1 con la subestación Aceros Corsa (línea de transmisión 93580) y 1 con la subestación elevadora (líneas de Transmisión 96030). Esta subestación tiene un arreglo de interruptor y medio para 4 circuitos y uno de doble barra con doble interruptor para el restante. En la imagen II.7, se presenta el diagrama de circuitos de la S.E. de 230 kV que estará en etapa de OyM.

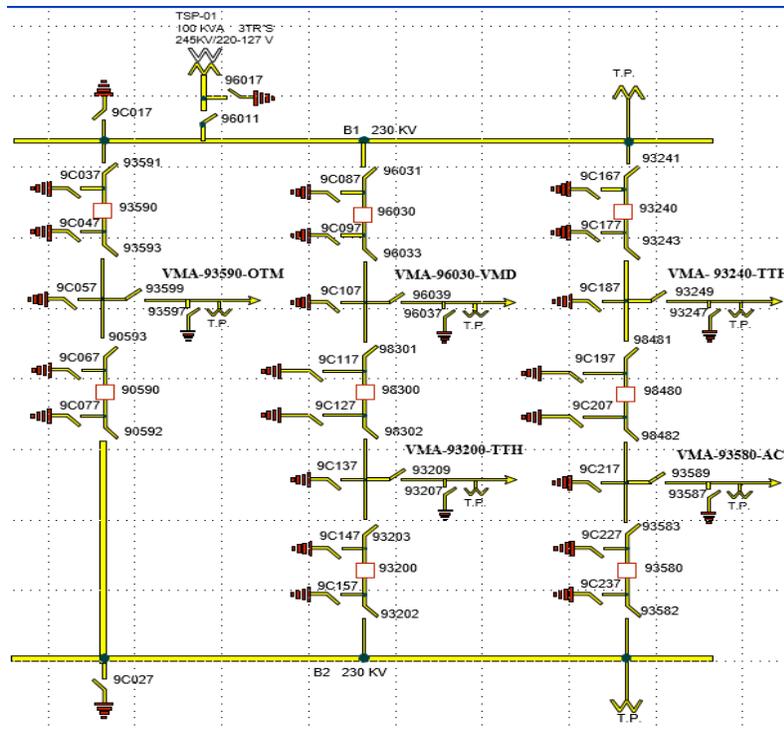


Imagen II.7. Diagrama de S.E. VMA de 230 kV.

II.2.1.3 Caseta de vigilancia

La caseta de vigilancia fungirá como sitio de registro y filtro de seguridad para las personas que ingresen al Proyecto y para restringir el paso a personas no autorizadas, así como la entrega de maquinaria, equipo y materiales que se utilizarán para la operación del Proyecto.

II.2.1.4 Caseta de control

El objetivo de la caseta de control será la de contener el equipo eléctrico de control, protección, medición y servicios de la S.E. para su correcta operación. Estos equipos eléctricos se refieren a los siguientes:

- ✓ Tableros PC y M,
- ✓ Tableros de control supervisorio,
- ✓ Tableros de comunicaciones,
- ✓ Tableros de servicios propios, para servicios de corriente alterna, servicios de corriente continua, servicios de ventilación/climatización, sistema contra incendios;
- ✓ Alumbrado exterior,

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- ✓ Alumbrado interior,
- ✓ Alumbrado de emergencia, y
- ✓ Sistema de puesta a tierra.

En esta caseta de control se instalan sanitarios para el personal que labore en dicho edificio, los cuales estarán conectados a un tanque séptico que cumplirá con los requisitos de la normatividad mexicana aplicable y vigente.

La caseta de control se diseñó con base en los requisitos de la normatividad mexicana aplicable y vigente, así como con las normas de CFE y contará con una barda perimetral de block de concreto con puertas metálicas que restringirán el paso a toda persona no autorizada.

II.2.1.5 Caseta para planta de emergencia a diesel

La S.E. contará con una planta de emergencia a diésel de 23kV para el funcionamiento de la subestación eléctrica de servicios propios durante los eventos de corte de energía, la cual tendrá un tanque de almacenamiento de diésel de 1,000 L. El funcionamiento de dicha planta dependerá de los eventos de emergencia que se presenten, sin embargo, se estima que por lo menos, cada dos meses se ponga en operación para asegurar su buen funcionamiento cuando se requiera.

II.2.1.6 Caseta de medición

El Proyecto contará con una caseta de medición, donde se hará la cuantificación de la energía eléctrica que está recibiendo la S.E. y la que se está entregando al SEN. La caseta de medición será diseñada con base en los requisitos de la normatividad mexicana aplicable y vigente, así como con las normas de CFE.

II.2.1.7 Área de maniobras

El área de maniobras estará constituida por los componentes eléctricos y estructurales de la S.E. El arreglo de las conexiones se determinará en función de los requerimientos eléctricos, aspectos económicos, facilidad de mantenimiento, así como del número de alimentadores de alta y baja tensión. Debido a que se trata de dos subestaciones encapsuladas (una en 400 y otra en 230 kV), ambas subestaciones cuentan con arreglo de doble barra (barra 1 y barra 2) lo que permite una flexibilidad operativa durante las maniobras sin pérdida de carga.

Los principales componentes que se encuentran son:

- ✓ Transiciones aéreas-gas SF6 en el exterior para conexión de líneas y equipos primarios de alta tensión.
- ✓ Estructuras metálicas, conocidos como marcos de remate, que funcionan como soporte de los cables de la S.E., las cuales están constituidas de fierro doble galvanizado ligero.
- ✓ Apartarrayos que permiten proteger las instalaciones contra sobretensiones de origen atmosférico o de maniobra (operación de interruptores o desbalanceo de sistemas) que puedan entrar en el circuito de las líneas. Su objetivo es conducir a tierra la corriente producida por la sobretensión.
- ✓ Aisladores de soporte, que son estructuras que soportarán las partes con tensión eléctrica. Los aisladores tienen la función de unir los cables de potencia a la estructura metálica de la subestación de forma que ésta quede perfectamente aislada y protegida de la tensión de los conductores en todo tipo de circunstancias.
- ✓ Buses encapsulados en gas SF6, los cuales se encuentran dentro de los edificios de las subestaciones de 230 y 400 kV y herrajes de conexión, alojados en el exterior, cuyo propósito es conducir de manera adecuada y segura la energía proveniente de las líneas de transmisión que convergen en esa Subestación y de la central EVM II
- ✓ Cables eléctricos.
- ✓ Cerramiento de patio de maniobras provisto de una barda perimetral, hecha de block de concreto, y de acceso para su mantenimiento al interior.
- ✓ Cuchillas, dentro de la subestacion GIS, alojada dentro del edificio cuya función es desconectar y conectar diversas partes de una instalación eléctrica para llevar a cabo maniobras de operación y/o mantenimiento, sobre todo como

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

medida de seguridad para el personal encargado del mantenimiento, ya que drenan a tierra la posible carga atrapada en una línea de transmisión.

- ✓ Interruptores, dentro de la subestacion GIS, alojada dentro del edificio que son dispositivos destinados al cierre y apertura de la continuidad del circuito eléctrico. Su función es la maniobra y junto con los relés de protección, la protección de la línea y la subestación contra cortocircuitos y sobrecargas que eventualmente se puedan producir.
- ✓ Sistema de puesta a tierra, que se refiere a los sistemas de cables (comúnmente conductores desnudos de cobre electrolítico de sección 4/0 AWG) que brindan protección a la S.E., al drenar la corriente y la tensión excesivas debido a descargas excesivas.
- ✓ Transformadores de corriente y transformadores de potencial inductivo dentro de la subestación GIS, alojada dentro del edificio cuyas funciones es la medición (extracción) de una señal de intensidad y de tensión, respectivamente, de los parámetros eléctricos.
- ✓ Transformadores de potencial capacitivo convencionales (instalados fuera de la subestación GIS).
- ✓ Trincheras para tendido de cableado de fuerza y control, además de canalizaciones enterradas de diferente tipología a base de tubo de polietileno de diferentes diámetros.

II.2.1.8 Área de estacionamiento de vehículos

Dentro del polígono de la S.E., se destinará un área para el estacionamiento de vehículos del personal que labore ahí, así como de contratistas que realicen actividades de mantenimiento para dicha subestación.

II.2.1.9 Barda perimetral

Se contará con una barda perimetral de aproximadamente 3 m de alto para delimitar el área destinada para el desarrollo de la S.E..

II.2.1.10 Vialidades internas

Dentro de la S.E., se conformarán vialidades internas asfaltadas, incluyendo un camino perimetral, para transitar dentro de ésta, durante la operación y mantenimiento de toda su infraestructura, cuyo ancho de corona será de hasta 4 m.

II.2.1.11 Entronque línea de transmisión

El entronque de la S.E. VMA se realizó en dos niveles de tensión diferentes, 400 kV y 230 kV. Esta interconexión servirá para poder inyectar la generación de energía de la nueva central de ciclo combinado EVM II, a la red nacional de transmisión. Para el nivel de tensión de 400 kV, se estará inyectando una generación de 2 turbinas de gas y para el nivel de tensión de 230 kV, la generación de la turbina de vapor.

Los entronques a las líneas de transmisión de 400 kV y 230 kV, se describen a continuación:

a) Tensión 400 kV

Para el nivel de tensión de 400 kV (Imagen II.8), la S.E. VMA se estará interconectando a través de 2 subestaciones a la red nacional de transmisión, la subestación TTE (Tres Estrellas) y la subestación Teotihuacan (TTH) a través de 2 líneas para cada una. Originalmente se contaba con 2 líneas de Transmisión de TTH a TTE, las líneas A3070 y la A3080.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

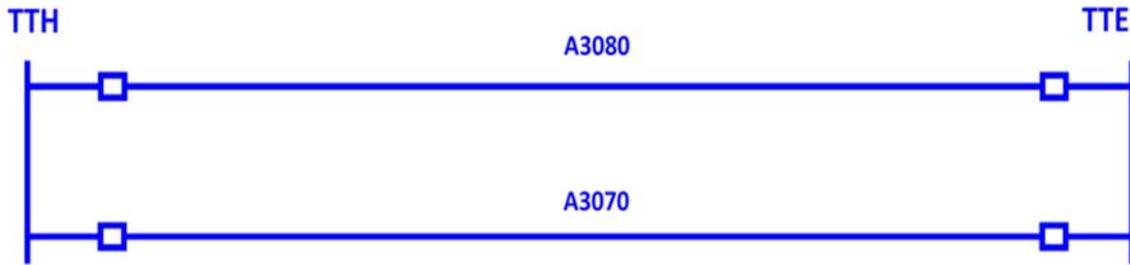


Imagen II.8. Diagrama unifilar de interconexión de S.E. VMA de 400kV a Red Nacional de Transmisión.

Por lo que al interconectar la nueva S.E. VMA 400, las dos líneas A3070 y A3080, se dividen en 4, quedando, 2 líneas de subestación Maniobras a subestación tres Estrellas, la VMA-A3070-TTE y la VMA-A3080-TTE.

De la misma forma, quedarán 2 líneas de S.E. VMA a S.E. Teotihuacán, con una nueva nomenclatura proporcionada por CENACE / GCRC: la VMA-A3030-TTH y la VMA-3040-TTH (Imagen II.9).

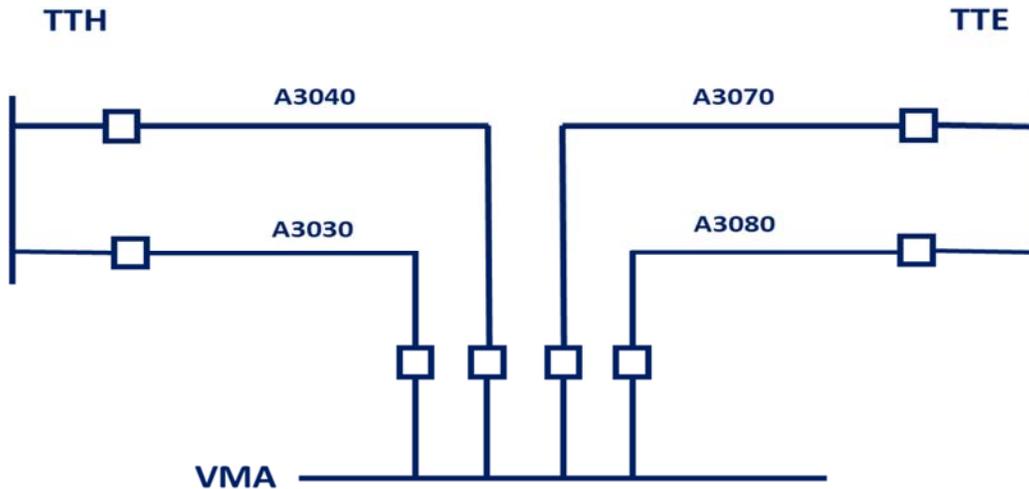


Imagen II.9. Nomenclatura CENACE para líneas de S.E. VMA de 400 kV a S.E. Teotihuacán.

Abajo puede verse un diagrama del arreglo físico de los entronques de las líneas de 400 kV en la S.E. VMA (Imagen II.10).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etap:	Operación y mantenimiento		

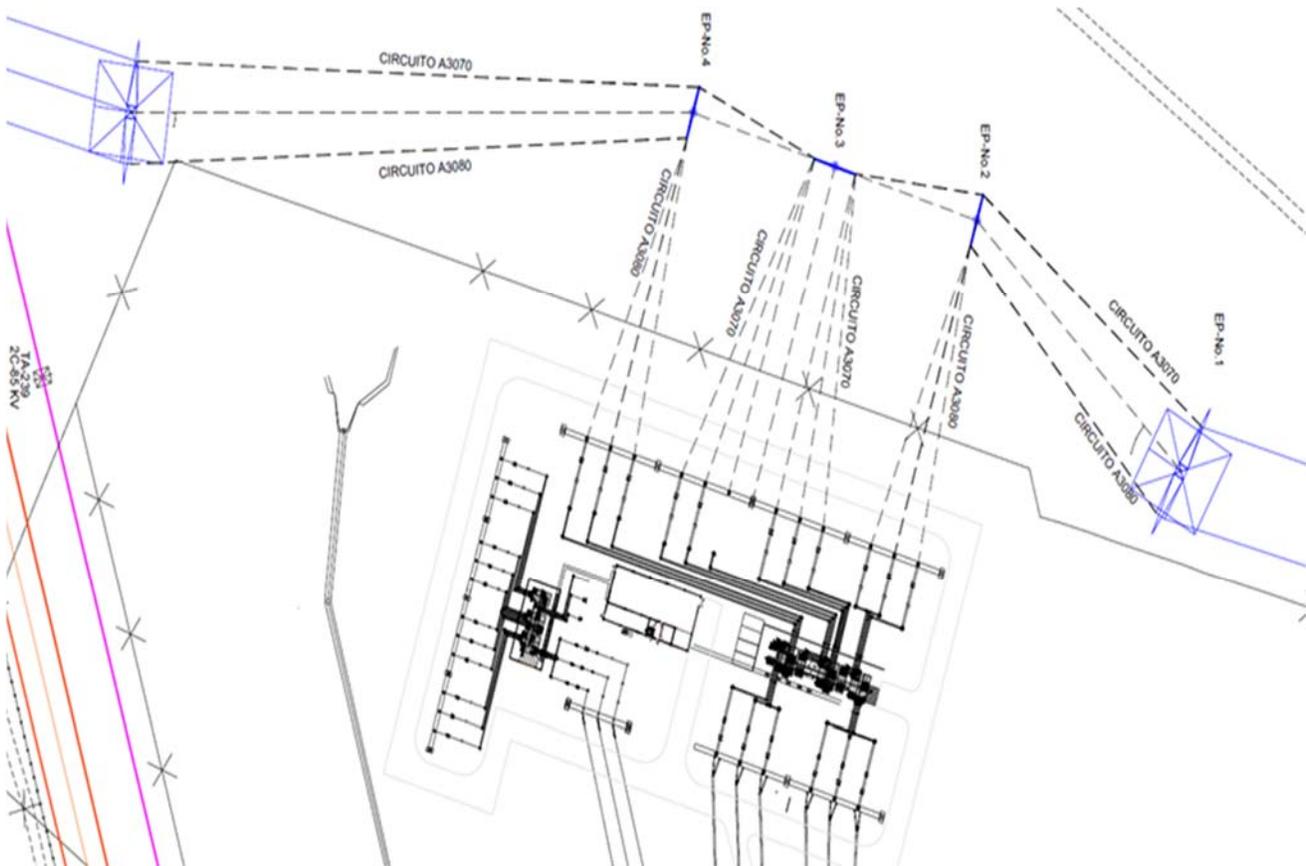


Imagen II.10. Arreglo físico de entronque de S.E. VMA con líneas de 400 kV.

b) Tensión 230 kV

En lo que respecta a la tensión de 230 kV, ocurría algo similar, existían 2 líneas de subestación Teotihuacan, una a subestación Otumba Maniobras (OTM) y otra a subestación Aceros Corsa (ACS) tal y como se aprecia en el diagrama unifilar (imagen II.11):

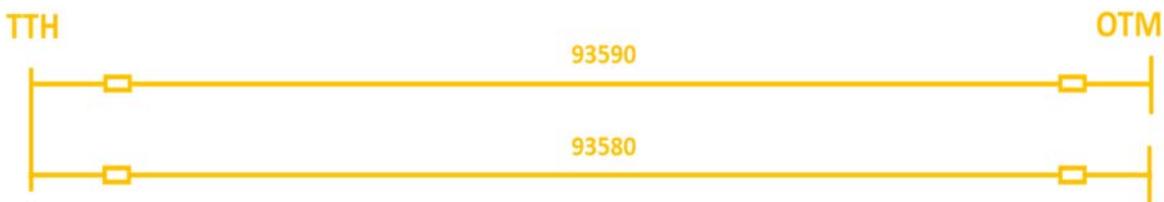


Imagen II.11. Diagrama unifilar de interconexión de S.E. VMA de 230 kV a Red Nacional de Transmisión.

Por lo que al interconectar la subestación VMA 400, las dos líneas 93590 y 93580, se dividen en 4, quedando, 2 líneas nuevas de subestación Maniobras a subestación Teotihuacan la VMA-93240-TTH y la VMA-93200-TTH, nomenclatura proporcionada por CENACE/GCRC.

De la misma forma, quedarán 2 líneas, una, de subestación Maniobras a Subestación Otumba Maniobras la VMA-93590-OTM, y otra a subestación Aceros Corsa la VMA-93580-ACS (imagen II.12).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etap:	Operación y mantenimiento		

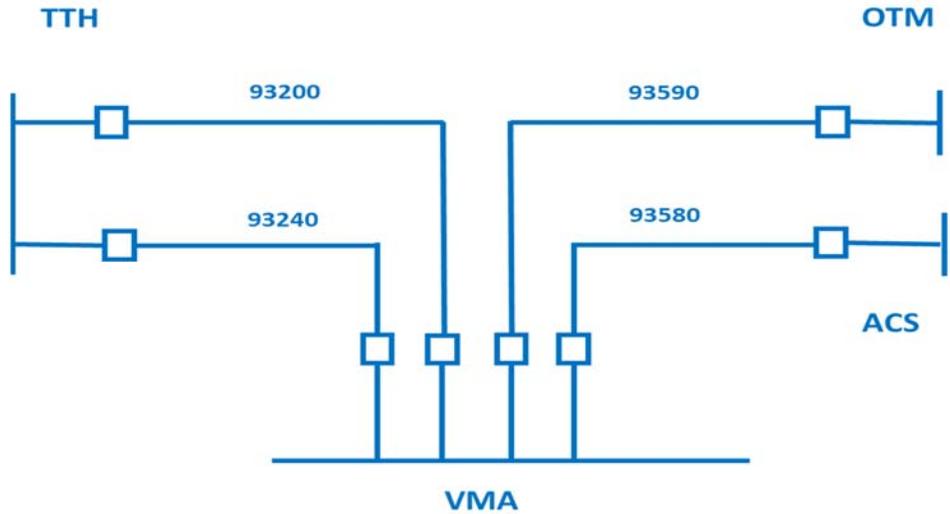


Imagen II.12. Nomenclatura CENACE para líneas de S.E. VMA de 230 kV a S.E. Otumba y Aceros Corsa.

Abajo se ve un diagrama con el arreglo físico de los entronques de las líneas de 230 kV en la nueva subestación Valle de México Maniobras. (Imagen II.13)

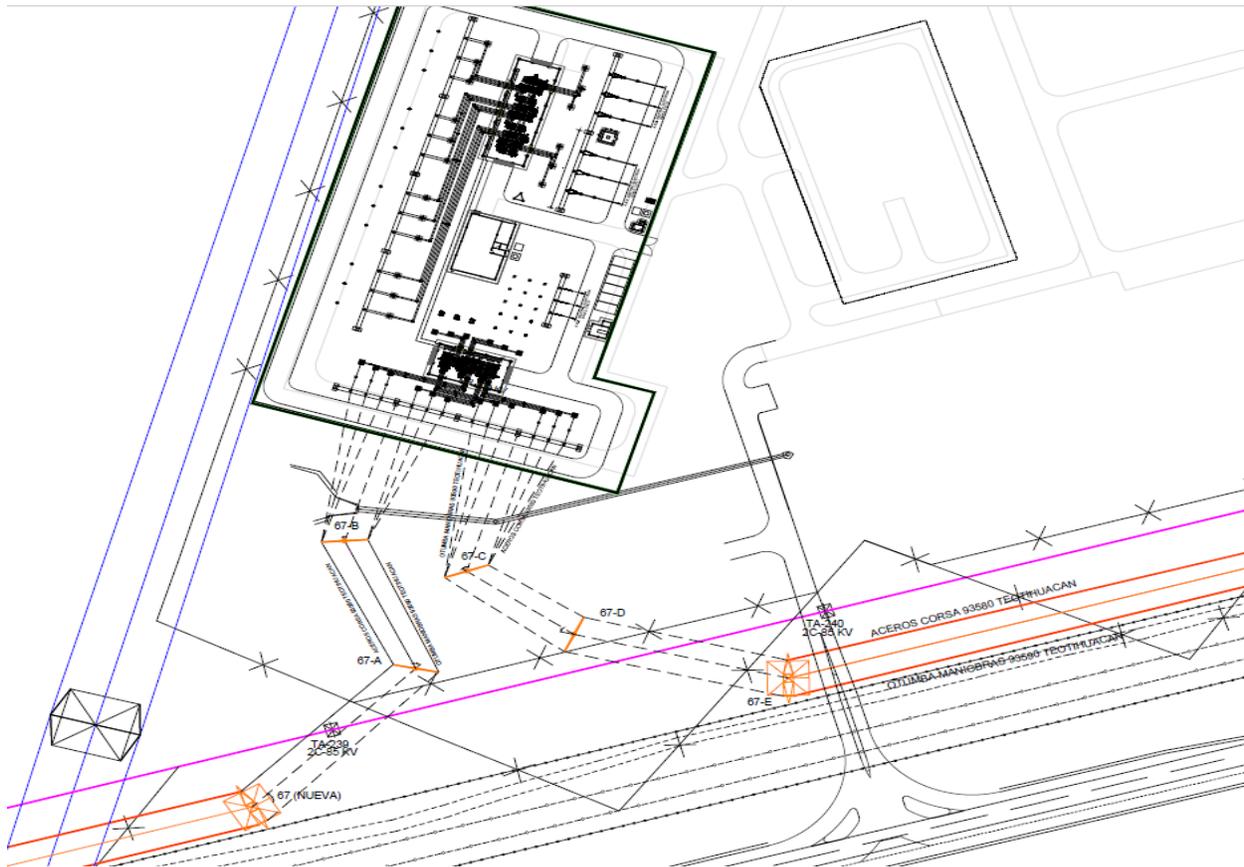


Imagen II.13. Entronque de línea de 230 kV de S.E. VMA.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

II.2.2 Programa de trabajo

La vida útil del Proyecto corresponde a 30 años, asociados con su OyM y para la ejecución de las actividades, se considera el siguiente cronograma de actividades:

Cuadro II.3. Programa de trabajo para proyecto.

Etapa de desarrollo	Descripción	Años
		1-30
Operación y mantenimiento	Operación de equipo e infraestructura permanente	
	Mantenimiento de infraestructura permanente	
	Implementación del Programa de Vigilancia Ambiental	

Debido a la naturaleza del Proyecto, no se anticipa su desmantelamiento y abandono, ya que se dará mantenimiento preventivo periódico. Sin embargo, al cabo de los 30 años de operación y mantenimiento del Proyecto, se evaluará la continuidad de éste con base en las condiciones físicas de su infraestructura y la interconexión de otros proyectos que requieran la transmisión y distribución de energía eléctrica.

II.2.3 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 la Ciudad de México (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 (imagen II.14).

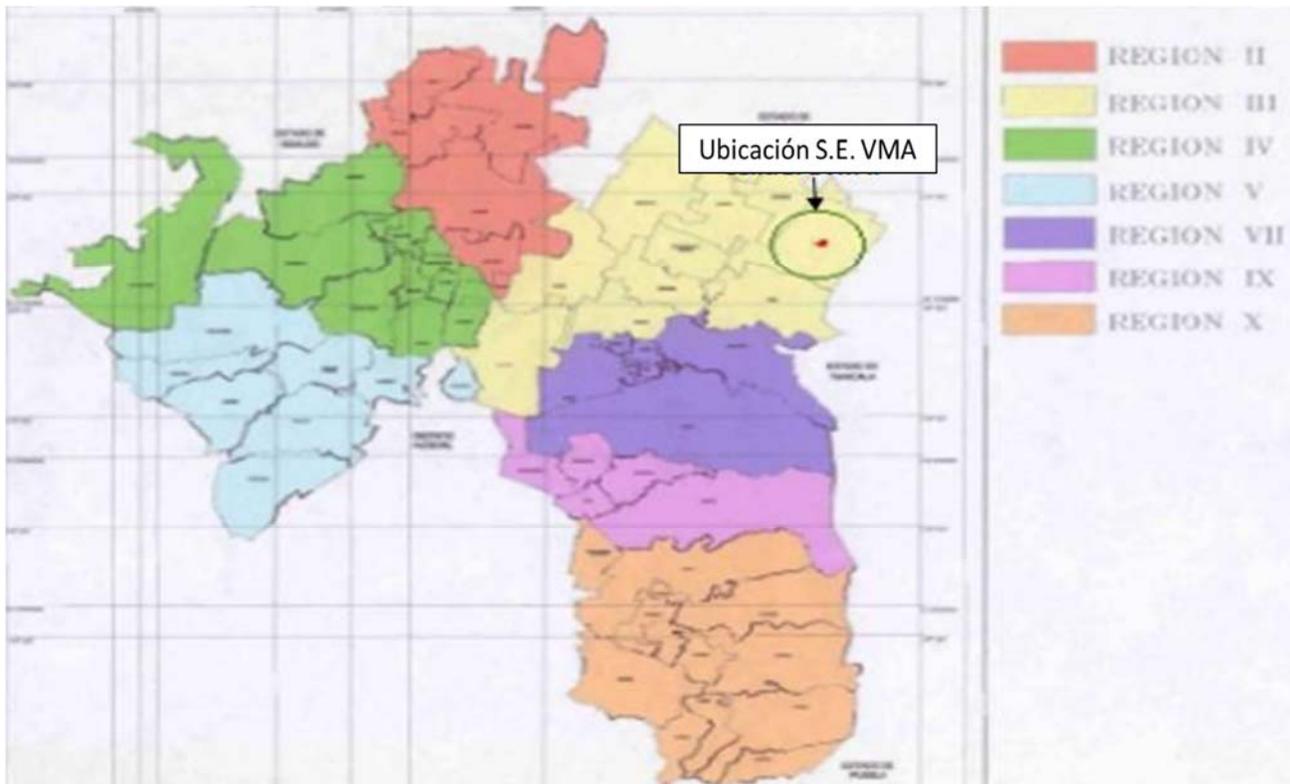


Imagen II.14. Ubicación del proyecto en la Región del Valle Cuautitlán-Texcoco.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

II.2.4 Representación gráfica local

En el anexo 7, se presenta el plano georeferenciado con el polígono del proyecto, así como con el arreglo de la S.E. VMA.

II.2.5 Operación y mantenimiento

No se considera ya que las obras para preparación y construcción del proyecto S.E. VMA, han sido concluidas en su totalidad. Por otro lado, es importante mencionar que esta MIA-R, contempla y evalúa únicamente las actividades correspondientes a la etapa de OyM de la S.E..

II.2.5.1 Operación

La etapa de operación consiste en la recepción, regulación y medición de la energía eléctrica en la S.E., generada por la planta EVM II, para posteriormente ser transmitida al SEN mediante las líneas de transmisión A3070, A3080, A3030, A3040, A6010 y A6020 para la S.E. de 400 kV, mientras que, para la S.E. de 230 kV, las líneas de transmisión 93240, 93200, 93590, 93580 y 96030, las cuales serán operadas también por la promovente del Proyecto.

Durante la etapa de operación y mantenimiento, se generarán emisiones a la atmósfera por el funcionamiento de la planta de emergencia a diésel. El funcionamiento de dicha planta se estima sea durante 1 hora aproximadamente cada 2 meses por lo que no figura como un impacto relevante.

El único recurso utilizado será agua para servicios de limpieza de las instalaciones de la caseta de control y para servicios sanitarios.

II.2.5.2 Mantenimiento

Las actividades de mantenimiento consideradas puntualmente para la S.E. VMA, son las descritas a continuación:

- ✓ Mantenimiento de banco de baterías 1 de 125/48/12 VCD
- ✓ Mantenimiento de planta de emergencia
- ✓ Termografía de equipo eléctrico primario zona 230 y 400
- ✓ Inspección visual y toma de parámetros de operación (toma de lectura de niveles de SF₆ en estancos, niveles de aceite en transformadores de instrumentos, No. de operaciones de interruptores)
- ✓ Limpieza de gabinetes de control de GIS 230 kV
- ✓ Limpieza de gabinetes de control de GIS 400 kV
- ✓ Revisión aterrizamiento de equipo primario GIS 400
- ✓ Revisión aterrizamiento de equipo primario GIS 230
- ✓ Descarga de aguas de servicios a fosas colectoras de agua residual
- ✓ Residuos sólidos urbanos
- ✓ Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio
- ✓ Deshierbe de zonas operativas
- ✓ Recursos naturales y su aprovechamiento (agua potable)

Los tipos de mantenimiento sobre los que se aplicarán estas actividades a la S.E. VMA serán como sigue:

- Preventivo a efectos de evitar interrupciones en la continuidad del proyecto por medio del establecimiento de inspecciones programadas y aplicado a:
 - Instalaciones de caseta de control, caseta de medición, y caseta para la planta de emergencia a diésel.
 - Equipos de servicios y de protección control y medición, especialmente a transformadores,

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

interruptores, seccionadores, pararrayos, y banco de baterías.

- Correctivo como consecuencia de fallos fortuitos que impliquen una emergencia, fuera del alcance del mantenimiento preventivo y que deban atenderse en el menor tiempo posible para minimizar impactos a la operación de la S.E.. En consecuencia, se consideran las siguientes causas de fallo:
 - Falla de alguno de los componentes.
 - Fallas en el sistema de control.
 - Fallas por condiciones climáticas adversas.
 - Fallos en la red.
- Predictivo con objeto de lograr el mismo tiempo de operación y eliminar el trabajo innecesario, lo cual exige mejores técnicas de inspección y medición para determinar las condiciones del Proyecto, con un control más riguroso que permita la planeación correcta y efectuar las inspecciones y pruebas necesarias. Las principales actividades de mantenimiento se mencionan a continuación:
- ✓ **Inspección mayor.** Deberá realizarse al menos con una frecuencia de una vez por año. Esta revisión deberá hacerse a detalle en cada elemento de los componentes y considerar factores externos susceptibles de ocasionar fallas.
- ✓ **Inspección menor.** Podrán realizarse con una periodicidad de seis meses. Es importante mencionar que esta es una inspección visual del estado general, de cada componente.

Se contará sólo con personal de vigilancia permanente en las instalaciones, ya que el personal administrativo responsable de la supervisión de la operación de la S.E. para identificar a tiempo cualquier falla o anomalía que pudiera presentarse, estará trabajando a distancia (gracias al sistema de comunicaciones SCADA) desde el centro de control de operaciones de la Promoviente.

II.5.3 Recursos y servicios básicos para la operación y mantenimiento del proyecto

Los recursos requeridos para la ejecución de la etapa de OyM de la S.E. VMA, son los siguientes:

- A. Agua potable.** El agua potable se abastecerá por medio de garrafones de agua potable comercial con capacidad de 20 L. Los garrafones serán alquilados a un proveedor, no serán desechables, minimizando la generación de residuos sólidos.
- B. Agua cruda.** El agua cruda será abastecida por medio de pipas a la S.E. y esta se empleará en los sanitarios que se mantendrán en funcionamiento durante toda la etapa de OyM, mismos que estarán equipados con accesorios ahorradores de agua.
- C. Energía eléctrica.** Durante la fase de operación se utilizará energía eléctrica para los equipos de cómputo y de control de la S.E., así como para la iluminación interna y alumbrado externo. El suministro será por medio de una acometida tomada de la línea de transmisión Irolo-Teotihuacan.
- D. Alcantarillado.** Para la etapa operativa se estima que aproximadamente el 90% del consumo de agua será por parte de los trabajadores en los servicios sanitarios y el resto por la limpieza de los edificios de la S.E.. Las aguas servidas serán depositadas en un tanque séptico para posteriormente ser recolectadas por una compañía autorizada por las autoridades ambientales para su tratamiento y disposición final fuera del sitio del Proyecto.

El Proyecto contratará preferiblemente con personal de la zona, pero en el caso de no encontrarse mano de obra suficiente o especializada se contratará personal de otras localidades o entidades.

Durante la etapa de operación, todo vehículo y maquinaria será sometido a programas de mantenimiento preventivo y de control de emisiones y durante la operación, se llevará a cabo la revisión y reparación y el mantenimiento de la señalética, mantenimiento de las instalaciones y el mantenimiento de infraestructura eléctrica.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

II.2.7 Residuos

Los residuos sólidos urbanos (RSU) y de manejo especial (RME) generados durante el desarrollo del Proyecto, serán manejados conforme a lo dispuesto en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), así como a las leyes y reglamentos estatales y municipales correspondientes. Los RSU colectados y manejados en sitio, serán transportados mediante una empresa autorizada para su disposición final en el Relleno Sanitario más cercano.

La generación de residuos peligrosos si se contempla, pero no como parte de los aspectos ambientales principales del proyecto, siempre derivados de operaciones de mantenimiento preventivo, correctivo o mayor en la S.E. VMA, estos se estarán gestionando de acuerdo a los lineamientos de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), su reglamento y la disposición y transporte, se hará con gestores autorizados por DGGIMAR y SCT, respectivamente.

II.2.7.1 Generación, manejo y disposición de residuos sólidos y emisiones a la atmósfera

II.2.7.1.1 Residuos sólidos urbanos

Los residuos sólidos urbanos producto de la actividad humana serán dispuestos en contenedores estratégicamente distribuidos e identificados por tipo de residuo dentro de las instalaciones del sitio. Los residuos serán recolectados y serán enviados para su disposición final cumpliendo con las disposiciones municipales en materia de residuos sólidos urbanos. Para ello, se implementará y ejecutará un Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental, el cual se presenta en el capítulo VI de esta MIA-R.

II.2.7.1.2 Residuos de manejo especial

Se generarán una cantidad mínima de residuos de manejo especial durante la operación y mantenimiento del Proyecto, consistentes principalmente en material de embalaje, madera y cartón, y en menor medida, equipo de protección personal fuera de uso como botas, cascos, guantes, protección auditiva y lentes, así como desperdicios y pedacearía de cables eléctricos y mangueras.

Estos residuos serán almacenados de forma diferenciada, revalorizados y recolectados periódicamente por empresas con el permiso vigente de operación correspondiente emitido por la autoridad competente, procurando que se les dé un coprocesamiento.

II.2.7.1.3 Residuos peligrosos

Debido a la naturaleza del Proyecto si se contempla en el esquema de OyM de la S.E. la generación de residuos peligrosos, pero solo durante la ejecución de operaciones de mantenimiento correctivo, preventivo y mayor de la infraestructura del proyecto, generándose estos en una cantidad menor a los 400 kg.

Para su manejo, se dará cumplimiento puntual a los requisitos para su gestión de acuerdo con 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, según corresponda.

II.2.7.1.4 Emisiones a la atmósfera

El periodo de generación de emisiones de la S.E. VMA a la atmósfera es muy corto e intermitente con respecto a su propia vida útil, siempre considerando que la intención del proyecto de la S.E. como tal es la regulación y reforzamiento de la tensión eléctrica, con una mínima o despreciable generación de emisiones a la atmósfera durante su operación.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Las emisiones consideradas puntualmente durante las actividades de OyM de la S.E. VMA, son las atribuidas directamente a la utilización eventual de maquinaria para realización de algunas maniobras de mantenimiento, así como de los vehículos empleados para traslado del personal de su lugar de origen al sitio de proyecto y viceversa, para moverse en la extensión del polígono del predio durante la distribución de herramientas o refacciones a las ubicaciones requeridas dentro de la S.E. En mayor proporción, las emisiones están asociadas con partículas en un rango de 1 a 100 micras.

Los gases contaminantes emitidos por el funcionamiento de la maquinaria (fuentes de combustión móvil y estacionaria) y vehículos serán los siguientes:

- Óxidos de carbono (CO_x),
- Hidrocarburos (HC),
- Óxidos de nitrógeno (NO_x); y
- Óxidos de azufre (SO_x).

Como medida de control de las fuentes móviles, se aplicará un programa de mantenimiento de maquinaria y equipo, de manera que su operación se haga en condiciones óptimas para reducir el nivel de emisiones de contaminantes atmosféricos. Siempre teniendo en consideración la distancia de los asentamientos humanos con respecto a la S.E., se estima que no existirá afectación a los ciudadanos y habitantes de las poblaciones cercanas.

En relación con la subestación encapsulada (GIS- Gas Insulated Substation) en gas hexafluoruro de azufre (SF₆), se considera que la etapa de OyM de la S.E. VMA como tal, es totalmente libre de emisiones a la atmósfera por este concepto, a reserva de posibles y eventuales emisiones fortuitas de gas durante la posible ocurrencia de fallas en la subestación encapsulada, así como en operaciones de mantenimiento, lo cual no es significativo ya que el volumen de gas SF₆ es mínimo en el sistema de la subestación.

Con respecto a la emisión de ruido, todos los operadores de la maquinaria y supervisores deberán portar el equipo de protección personal correspondiente, el cual incluirá orejeras o tapones auditivo personal, con el objeto de evitar posibles daños por las emisiones de ondas sonoras en el lugar de trabajo. Adicionalmente, la operación de la S.E. VMA es absolutamente silenciosa, lo que representa una clara ventaja con respecto a otro tipo de tecnologías para la generación de energía eléctrica.

II.2.7.2 Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos

El manejo que se le dará a los residuos generados durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto se presenta de manera resumida en el cuadro II.4.

Cuadro II.4. Gestión de residuos en S.E. VMA.

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/ Disposición
Residuos sólidos municipales	Residuos sólidos urbanos (orgánicos e inorgánicos)	Resultado de la basura generada por las actividades humanas en el consumo de alimentos, durante la etapa de operación y mantenimiento (en el cuarto de control).	Los residuos sólidos urbanos se separarán en orgánicos e inorgánicos. Los residuos orgánicos se colocarán en contenedores de plástico con capacidad de 120 litros, provistos con tapa y ruedas para su fácil movimiento, etiquetados con la leyenda “Residuos Orgánicos”, los cuales estarán ubicados en forma estratégica dentro del predio del Proyecto.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/ Disposición
			 <p>Los residuos inorgánicos se almacenarán en contenedores de plástico con capacidad de 360 litros, provistos con tapa y ruedas para su fácil movimiento, etiquetados con la leyenda “Residuos Inorgánicos”. Estos contenedores estarán ubicados en forma estratégica dentro del predio del Proyecto.</p>
			 <p>De estos contenedores, los residuos orgánicos se colocarán, previa disposición final, en contenedores de plástico de hasta 770 litros, etiquetados como “Residuos Orgánicos”.</p>
			 <p>De manera similar, los residuos inorgánicos se colocarán, previa disposición final, en contenedores de plástico de hasta 1,100 litros, etiquetados como “Residuos Inorgánicos”.</p>

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Clasificación del residuo	Tipo de residuo	Fuente de generación del residuo	Almacenamiento/ Disposición
			 <p>Los contenedores se ubicarán temporalmente en un lugar designado para tal fin, en total cumplimiento con los requisitos legales ambientales aplicables para este tipo de áreas.</p> <p>Se llevará una bitácora de entrada y salidas al área de almacenamiento temporal de estos residuos.</p> <p>Para su disposición final, se trasladarán al sitio autorizado por la autoridad ambiental estatal. Durante la etapa de operación y mantenimiento, se colocarán en contenedores de plástico con tapa con capacidad de hasta 80 litros en los puntos de generación.</p>
Residuos sólidos urbanos	Empaques y embalajes de materiales y equipos	De S.E. paquete de los materiales y equipos que se requieran durante las actividades de mantenimiento preventivo y correctivo.	<p>Estos residuos se almacenarán, previa disposición final, en contenedores de plástico de hasta 1,100 litros, etiquetados como “Empaques y embalajes” cortados en pedazos más pequeños para que siempre queden dentro de dicho contenedor.</p> 



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO III.

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

Esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional (MIA-R) sin Actividad Altamente Riesgosa, se integra en apego a los requisitos establecidos en los artículos 30 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA), además de a los 17 y 21 de su Reglamento en materia de la Evaluación del Impacto Ambiental (REIA) y solo es aplicable específicamente a la “**Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV**” (S.E. VMA) a ser ejecutada por CFE Transmisión, Zona Centro, en vista de que las etapas de preparación del sitio y construcción de esta S.E. VMA, se han concluido bajo la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental No. SGPA/DGIRA/DG/06004 de fecha 17 de agosto del año 2017, correspondiente al proyecto Energía del Valle de México II “EVM II” de la empresa EVM Energía del Valle de México Generador, S.A.P.I. de C.V. (EVM) incluida en el Anexo 6. Además, esta MIA-R, soporta el proceso de transferencia de propiedad de la S.E. VMA construida por EVM durante el desarrollo del proyecto EVM II a la CFE Transmisión, Zona de Centro, puesto que la transferencia de los derechos y obligaciones de la Autorización en materia de Impacto Ambiental citada previamente, no puede hacerse en los términos descritos en el Artículo 49 del REIA, ya que dicho reglamento, no prevé la figura jurídica de cesión parcial de los derechos y obligaciones de las autorizaciones en materia de impacto ambiental.

Del mismo modo, EVM no ha iniciado con la ejecución de la etapa de operación y mantenimiento (OyM) de la S.E. VMA sometida por este medio al Proceso de Evaluación de Impacto Ambiental (PEIA) y ratifica que no pretende hacerlo, en virtud de que el proyecto, al ser una obra de infraestructura para la transmisión de energía eléctrica que operará el Sistema Eléctrico Nacional (SEN), por normativa, esto es atribución exclusiva de la CFE, por conducto de la denominada CFE Transmisión tal como se establece contractualmente entre las dos partes por medio del Contrato de interconexión, adjunto en el Anexo 8, en el que se establece que EVM Energía del Valle de México Generador, S.A.P.I. de C.V., tiene la obligación de entregar a CFE Transmisión todos los permisos y oficios tramitados ante los diferentes niveles de gobierno, incluida la SEMARNAT, para la operación y mantenimiento de la infraestructura de esta S.E.

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 Secretarías 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

III.1.1 Análisis de instrumentos normativos

En este capítulo se presenta el análisis de la congruencia del proyecto “Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras a 230 y 400 kV” (S.E. VMA), 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 operación de este proyecto (leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas).

Es importante mencionar, que 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:

- ❖ Plan Municipal de Desarrollo de Axapusco
- ❖ 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, la S.E. VMA 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 el cuadro 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro 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																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>UAB</th> <th>Rectores del desarrollo</th> <th>Coadyuvantes del desarrollo</th> <th>Asociados del desarrollo</th> <th>Otros sectores de interés</th> <th>Estrategias sectoriales</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>121</td> <td>Desarrollo Social - Turismo</td> <td>Forestal - Industria - Preservación de Flora y Fauna</td> <td>Agricultura - Ganadería - Minería</td> <td>CFE- SCT</td> <td>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</td> </tr> </tbody> </table>	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				
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												
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.															

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro III.1. 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	<p>9. Propiciar el equilibrio de las cuencas y acuíferos sobreexplotados.</p> <p>12. Protección de los ecosistemas.</p> <p>13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.</p>
D) Restauración	<p>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.</p>
E) Aprovechamiento sustentable de recursos naturales no renovables y actividades económicas de producción y servicios	<p>15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.</p> <p>15 bis. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.</p> <p>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.</p> <p>17. Impulsar el escalamiento de la producción hacia manufacturas de alto valor agregado (automotriz, electrónica, autopartes, entre otras).</p> <p>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.</p> <p>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.</p> <p>21. Rediseñar los instrumentos de política hacia el fomento productivo del turismo.</p> <p>22. Orientar la política turística del territorio hacia el desarrollo regional.</p> <p>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).</p>
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana	
A) Suelo urbano y vivienda	<p>24. Mejorar las condiciones de vivienda y entorno de los hogares en condiciones de pobreza para fortalecer su patrimonio.</p>
B) Zonas de riesgo y prevención contingencias	<p>25. Prevenir y atender los riesgos naturales en acciones coordinadas con la sociedad civil.</p> <p>26. Promover la Reducción de la Vulnerabilidad Física.</p>
C) Agua y saneamiento	<p>27. Incrementar el acceso y calidad de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento de la región.</p> <p>28. Consolidar la calidad del agua en la gestión integral del recurso hídrico.</p> <p>29. Posicionar el tema del agua como un recurso estratégico y de seguridad nacional.</p>
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional	<p>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.</p> <p>31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.</p> <p>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.</p>
E) Desarrollo social	<p>35. Inducir acciones de mejora de la seguridad social en la población rural para apoyar la producción rural ante impactos climatológicos adversos.</p> <p>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.</p> <p>37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico-productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.</p> <p>38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.</p> <p>39. Incentivar el uso de los servicios de salud, especialmente de las mujeres y los niños de las familias en pobreza.</p> <p>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.</p> <p>41. Procurar acceso a instancias de protección social a personas en situación de vulnerabilidad.</p>
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional	
A) Marco Jurídico	<p>42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.</p>
B) Planeación del ordenamiento territorial	<p>43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.</p> <p>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.</p>

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 (imagen 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.

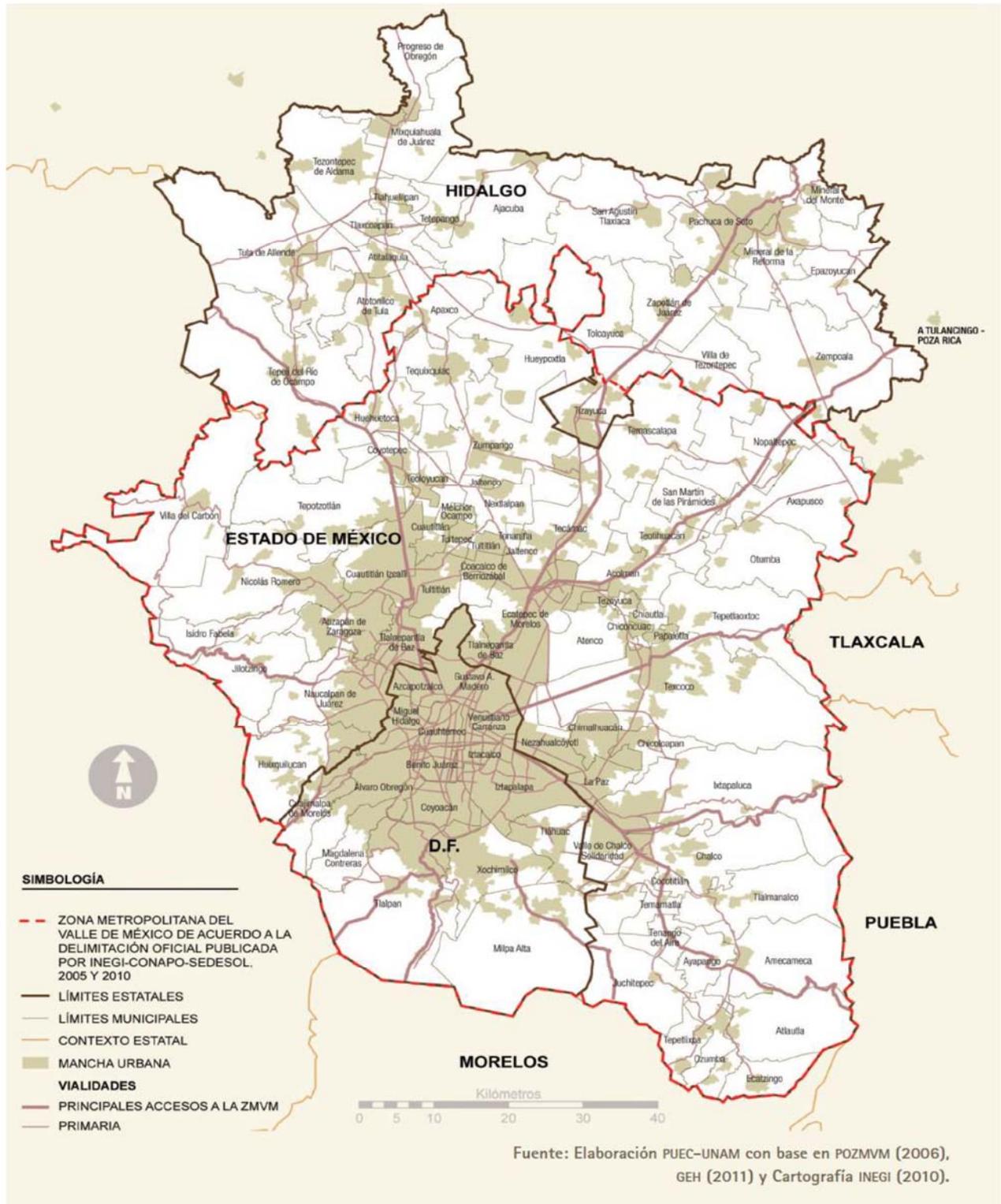
Asimismo, proponen dos estrategias complementarias:

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.

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, esté 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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



Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (imagen 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 S.E. VMA 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.

El agua requerida para el funcionamiento de la S.E. será abastecida por medio de pipas y el agua de servicios resultante de la operación, será captada en un tanque séptico para posteriormente ser recolectadas por una compañía autorizada por las autoridades ambientales para su tratamiento y disposición final fuera del sitio del Proyecto.

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

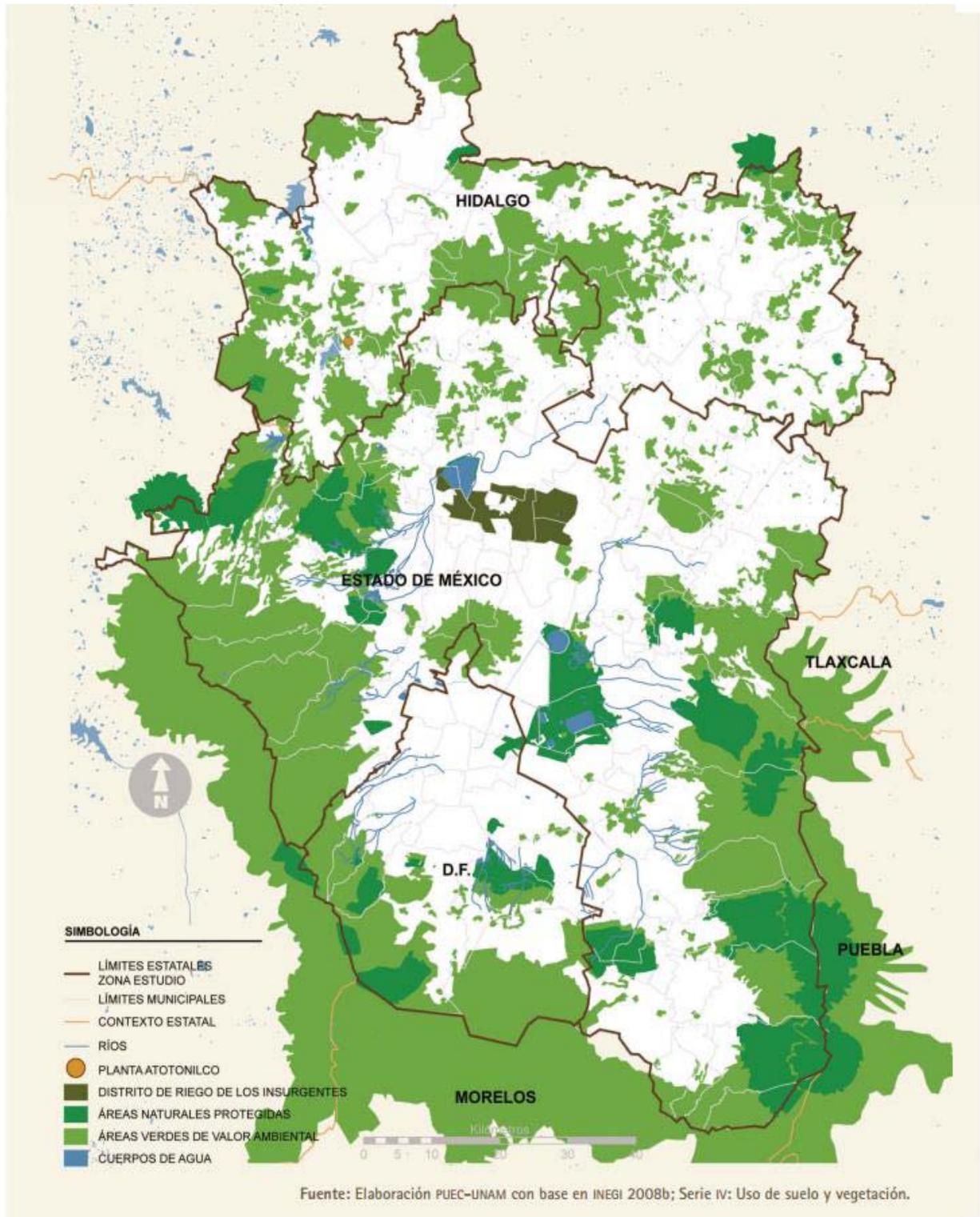
El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (POETEM) se publicó en la Gaceta del Gobierno el 4 de junio de 1999 y se actualizó el 19 de diciembre 2006, misma versión vigente a la fecha y el 12 de noviembre de 2018 se inicia con su proyecto de actualización.

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, la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y aprovechamiento potencial de estos. El objetivo principal del POETEM identificar y describir los atributos físicos, bióticos y socioeconómicos de las áreas ecológicas localizadas del Estado de México haciendo un diagnóstico de sus condiciones ambientales base a efectos de promover la protección ambiental, conservar y restaurar estas áreas con objeto de poder hacer su aprovechamiento de forma sustentable. Por otro lado, es importante el mismo POETEM considera la implementación de regulaciones para la protección, preservación y aprovechamiento racional de los recursos de cada área ecológica, 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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



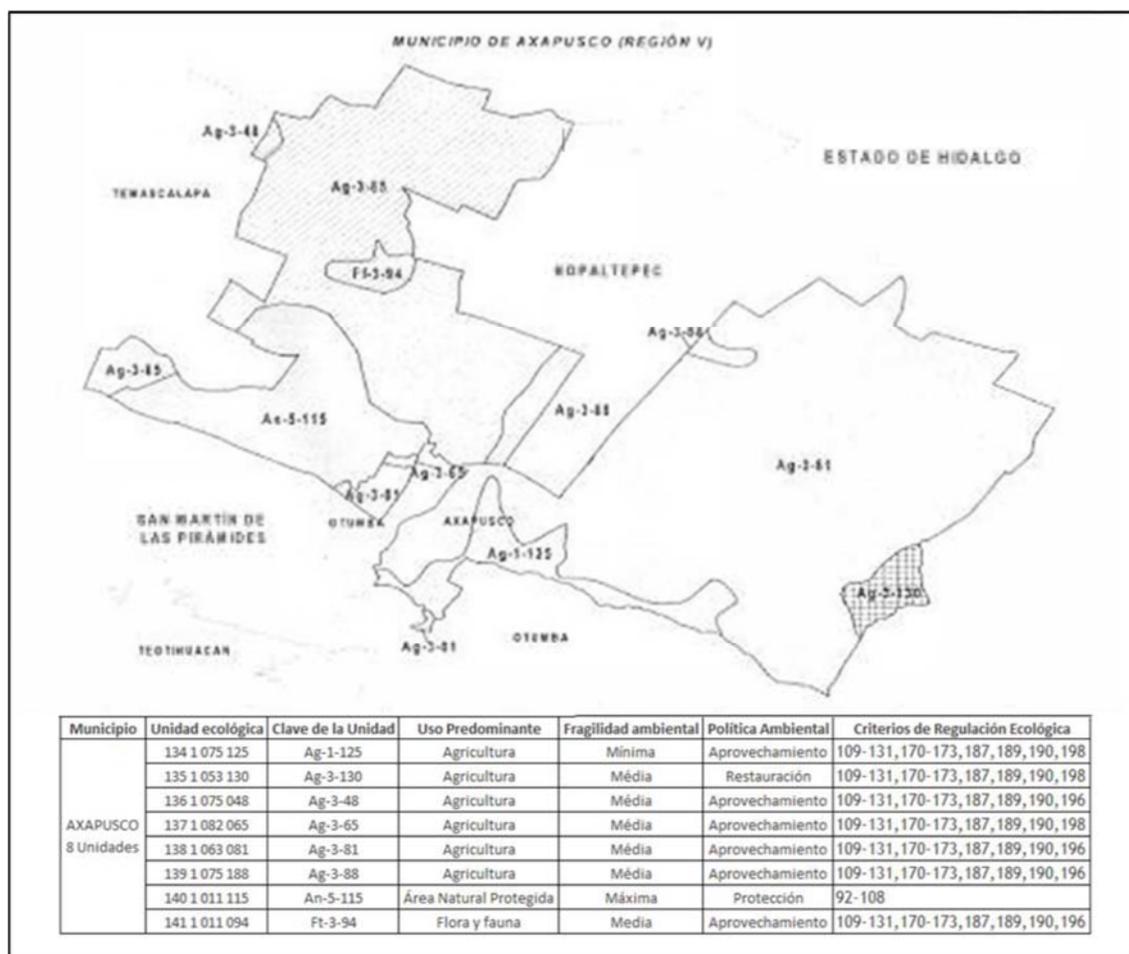
Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 de OyM de la S.E. VMA se localiza en el UGA 81, la cual se identifica con la clave Ag-3-81. Esta misma UGA tiene asignada una política ambiental de aprovechamiento y el uso de suelo, donde el suelo predominante es el agrícola. En la imagen III.3 se muestra la ubicación de la UGA en el municipio de Axapusco, así como su caracterización, y en la imagen 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 S.E. VMA (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 (imagen III.5). El proyecto S.E. VMA 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.

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

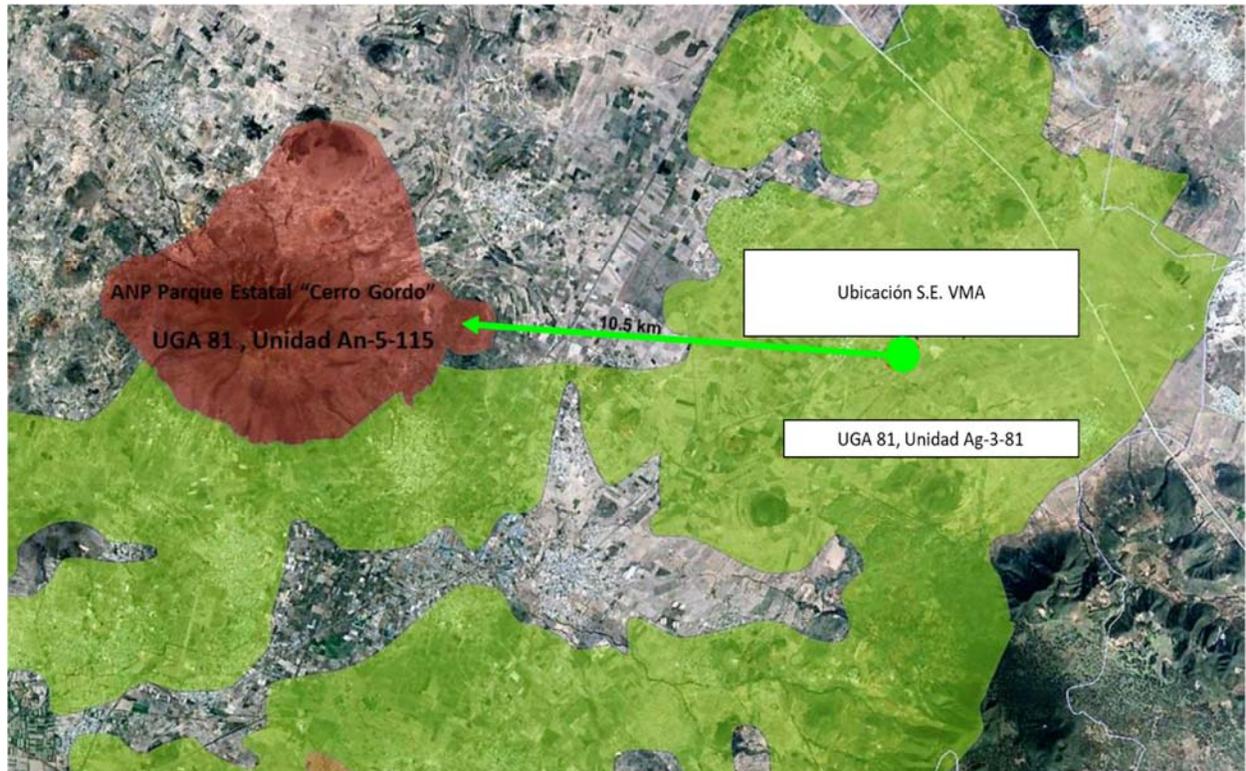


Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Imagen III.4. Localización del proyecto dentro de la UGA 81, Unidad Ag-0-81.



Imagen III.5. Ubicación del proyecto S.E. VMA con respecto a el ANP Parque estatal Cerro Gordo.



Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

Criterios 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 contempla la promoción del establecimiento de asentamientos humanos o bien, su expansión.
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.	El proyecto no contempla estas actividades.
111. Se promoverá la instalación de sistemas domésticos para la captación de aguas de lluvia en áreas rurales	
112. Las áreas verdes, vialidades y espacios abiertos deberán sembrarse con especies nativas	En las áreas verdes de la S.E. se utilizarán especies nativas.
113. Se promoverá la rotación de cultivos.	El proyecto no considera actividades agrícolas.
114. No se permite el aumento de la superficie de cultivo sobre terrenos con suelos delgados y/o con pendiente mayor al 15%	
115. Fomentar el cultivo y aprovechamiento de plantas medicinales y de ornato regionales	
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.	
117. Se establecerán huertos de cultivos múltiples (frutales, medicinales y/o vegetales) en parcelas con baja productividad agrícola o con pendiente mayor al 15%.	
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.	
119. Los predios se delimitarán con cercos perimetrales de árboles nativos o con estatus.	
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.
122. Se evitará la aplicación de productos agroquímicos y se fomentará el uso de productos alternativos.	
123. Estricto control en la aplicación y manejo de agroquímicos con mínima persistencia en el ambiente.	
124. Para el almacenamiento, transporte, uso y disposición final de plaguicidas y sus residuos se deberá acatar la norma aplicable.	

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

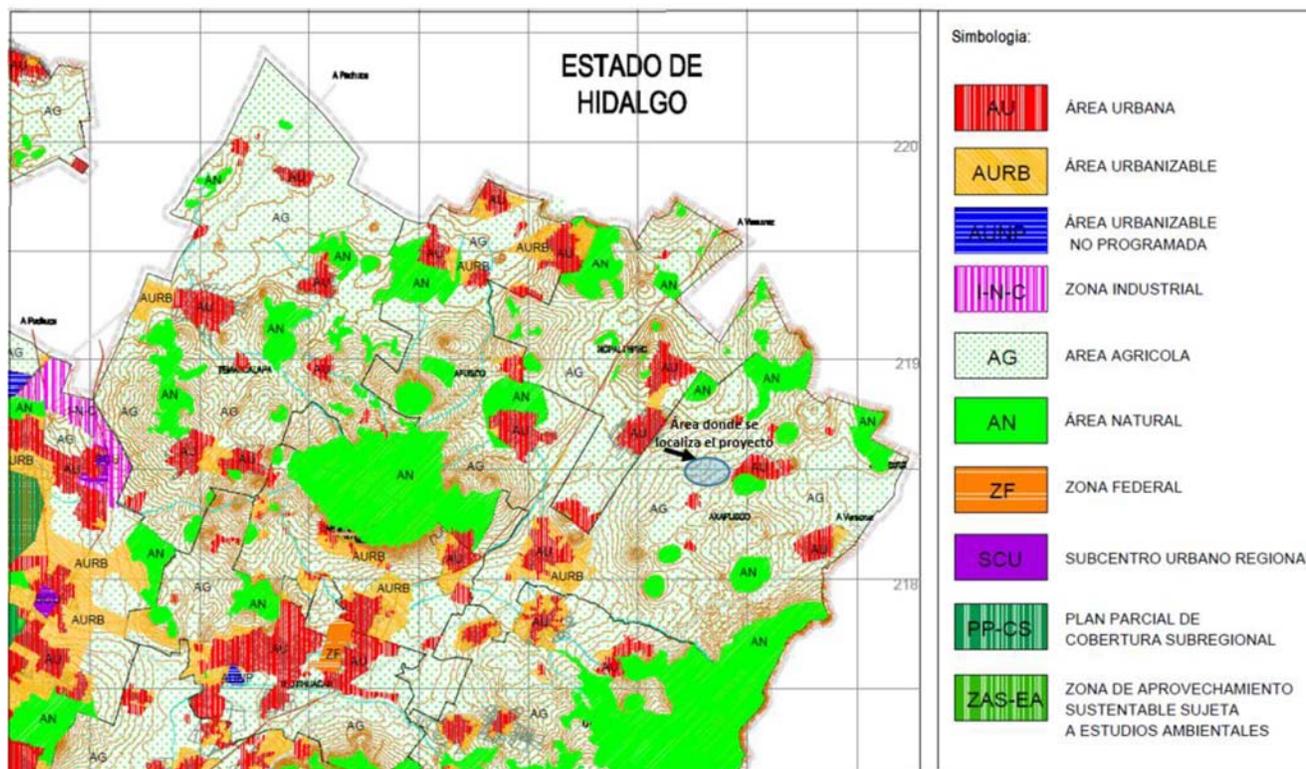
Criterios de regulación ecológica	Congruencia del proyecto
126. El manejo de plagas podrá combinar el control biológico y adecuadas prácticas culturales (barbecho, eliminación de malezas, aclareo, etc.).	
127. El manejo de plaga, será por control biológico.	
128. Se prohíbe la disposición de residuos provenientes de la actividad agrícola en cauces de ríos, arroyos y otros cuerpos de agua.	
129. Se permite la introdujeron de pastizales mejorados, recomendados para las condiciones particulares del lugar y por el programa de manejo.	El proyecto no considera actividades pecuarias.
130. En las áreas con pastizales naturales o inducidos, se emplearán combinaciones de leguminosas y pastos seleccionados.	
131. Promoción y manejo de pastizales mejorados,	
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.	
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.	
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 realización de actividades turísticas.
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.	
189. Se permite industrias relacionadas con el procesamiento de productos agropecuarios.	
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.	El proyecto no contempla el desarrollo de este tipo de sistemas de captación de agua.

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

El sistema urbano-regional Valle Cuautitlán- Texcoco comprende varios municipios (cuadro III.4) e involucra actividades económicas, sociales y la infraestructura que interconecta a la población que habita en la región. En la imagen 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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



Cuadro 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, Ecatingo, Huehuetoca, Hueypoxtla, Isidro Fabela, Jilotzingo, Juchitepec, Nopaltepec, Otumba, San Martín de las Pirámides, Temamatla, Temascalapa, Tenango del Aire, Tepetlixpa, Tlamanalco.

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:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- 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 S.E. VMA 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 con los objetivos con los que esta fue decretada.

III.2.1 Áreas naturales protegidas en el 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 ejecutar la OyM del proyecto S.E. VMA. El ANP más cercana al sitio se encuentra a unos 10.5 km al oeste se encuentra el Parque Estatal “Cerro Gordo” (ver imagen III.7). En el Anexo B se presenta un reporte de las principales características de esta ANP y su Programa de Manejo.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

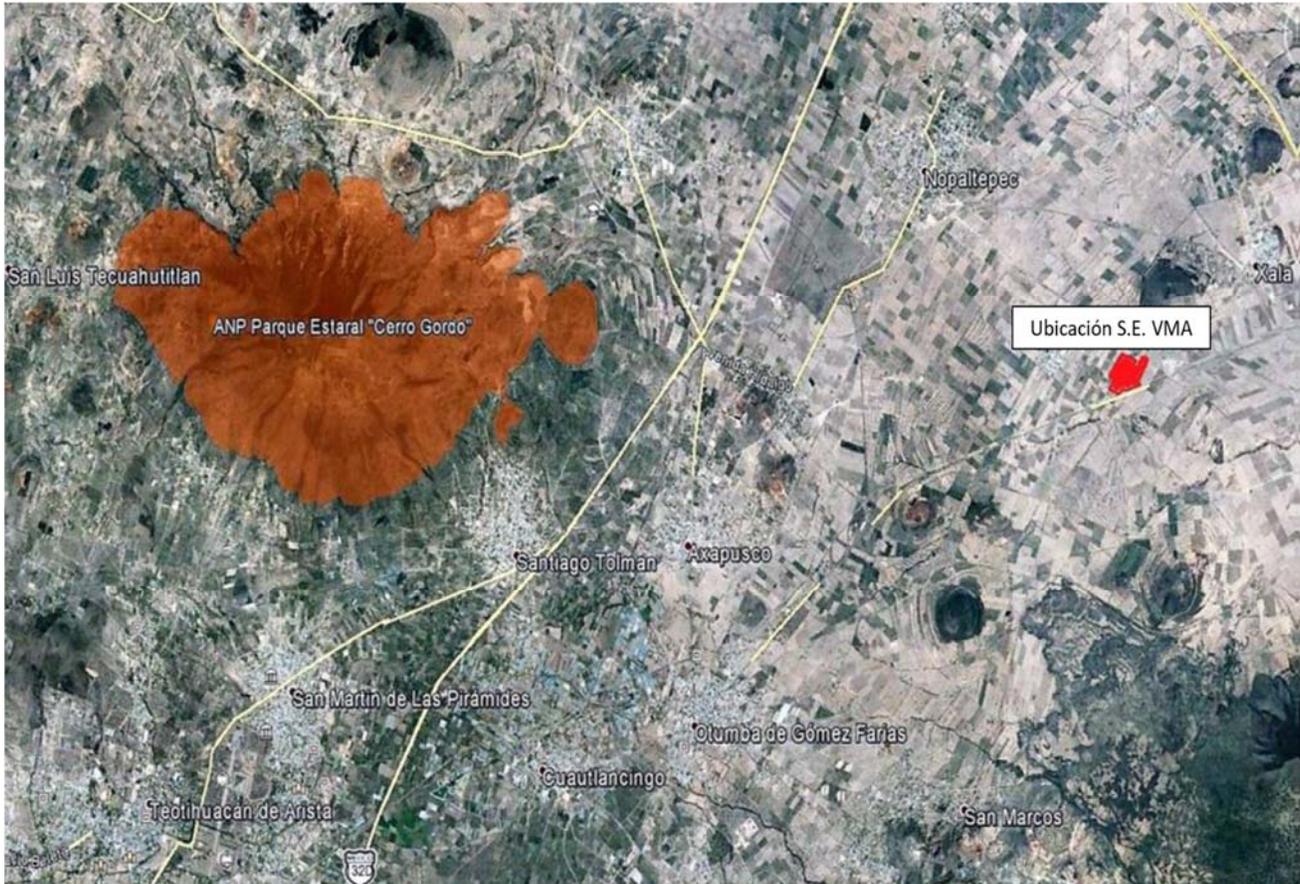


Imagen III.7. Ubicación del ANP Parque Estatal “Cerro Gordo” y la S.E. VMA.

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 2,850 km², que representa alrededor de un 10% de la superficie total del Estado de México.

El 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, Otzolotepec, Xonacatlán, Hueyopxtla, Tequixquiac, Zumpango, Huehuetoca y Villa del Carbón, como puede apreciarse en la imagen 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen 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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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, el sitio donde se establece el proyecto S.E. VMA, por lo que el suministro de agua será por medio de pipas.

III.3. Regiones prioritarias

III.3.1 Regiones Hidrológicas Prioritarias

El sitio donde se instaló el proyecto S.E. VMA y se ejecutarán las actividades de operación y mantenimiento, 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 imagen III.9.

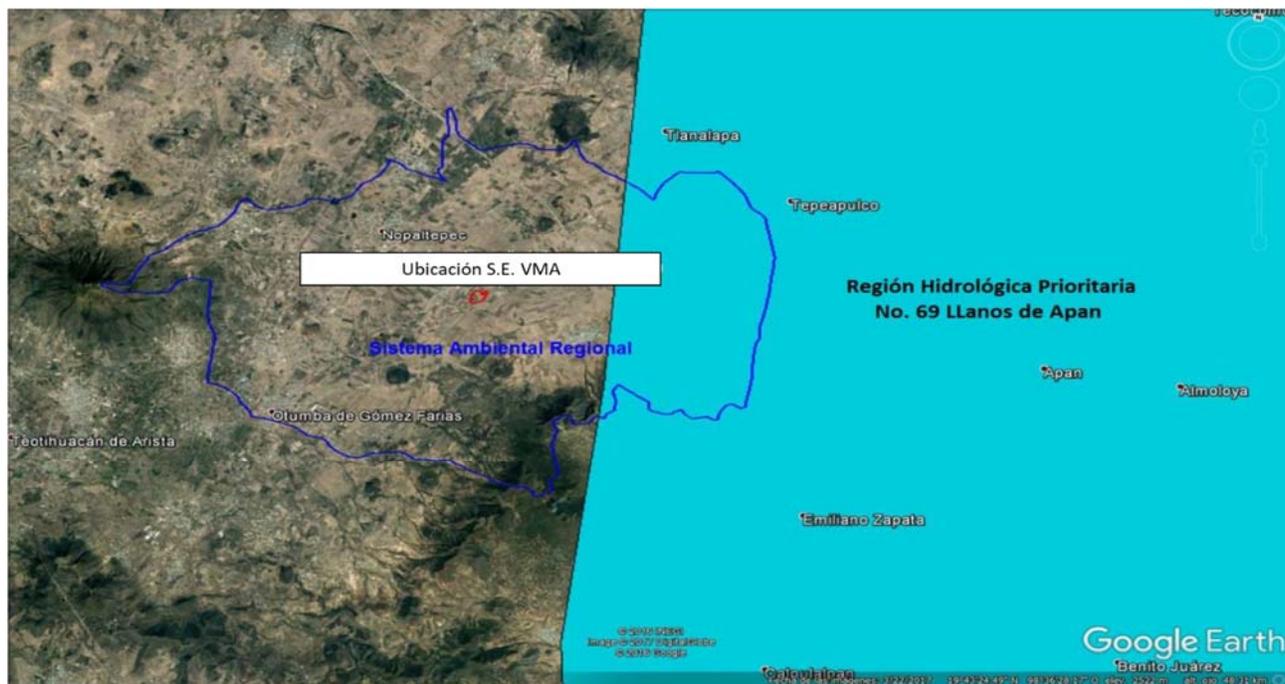


Imagen III.9 Región Hidrológica Prioritaria 69 que intersecta a una parte del Sistema Ambiental Regional del proyecto S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

El sitio en el que se hace la instalación del proyecto S.E. VMA, así como es el mismo donde se estarán corriendo las actividades de OyM, no se intersecta 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

La ubicación del proyecto S.E. VMA, no está considerada 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 donde se realizó la instalación del proyecto S.E. VMA, así como donde se hará la OyM de este. La zona arqueológica de Teotihuacán se localiza a más de 18 km al suroeste del proyecto. Cabe señalar que, durante la etapa de construcción del proyecto, el Promoviente original del proyecto EVM II, 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 9 se presenta la documentación que se ha llevado a cabo con el INAH.

Actualmente el área de proyecto se encuentra liberada por parte del 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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 S.E. EVM durante su etapa de OyM, por su naturaleza, es totalmente libre de generación de emisiones a la atmósfera a excepción de las emisiones que puedan generarse por parte de la planta de emergencia a diesel, cuyo funcionamiento dependerá de su entrada en operación para cubrir suministro eléctrico en caso de corte de energía, así como su puesta en marcha al menos, cada dos meses para asegurar su apropiado funcionamiento. Por lo tanto, el proyecto está alineado con la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

III.4.2 Protocolo de Kioto

El Protocolo de Kioto se relaciona con el proyecto S.E. VMA 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.

El Proyecto S.E. VMA, contribuye a mejorar los indicadores nacionales respecto a los compromisos internacionales firmados, ya que a la vez que se incrementa la infraestructura y capacidad productiva de energía, en aras de garantizar la seguridad en el abastecimiento de energía que el desarrollo del país demanda, se evitará la generación de gases de efecto invernadero que ocasionan el cambio climático durante el proceso de generación de energía eléctrica, en comparación de otros procesos de generación tradicionales, ya que se estará empleando tecnología avanzada para el aprovechamiento eficiente y sustentable de la energía solar, recurso limpio, abundante e inagotable. De esta manera, el Proyecto también es deseable en el ámbito de los acuerdos internacionales que México debe atender en materia de cambio climático.

III.5 Planes, políticas e instrumentos de planeación

III.5.1 Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024

El Plan Nacional de Desarrollo es un instrumento para enunciar los problemas nacionales y enumerar las soluciones en una proyección sexenal. El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de abril del año 2019, y se rige a través de los siguientes principios rectores:

- ✓ Honradez y honestidad
- ✓ No al gobierno rico con pueblo pobre
- ✓ Al margen de la ley, nada; por encima de la ley, nadie
- ✓ Economía para el bienestar
- ✓ El mercado no sustituye al Estado
- ✓ Por el bien de todos, primero los pobres
- ✓ No dejar a nadie atrás, no dejar a nadie fuera
- ✓ No puede haber paz sin justicia
- ✓ El respeto al derecho ajeno es la paz
- ✓ No más migración por hambre o por violencia
- ✓ Democracia significa el poder del pueblo
- ✓ Ética, libertad, confianza

Específicamente el PND en su Capítulo III, tiene como objetivo detonar el crecimiento económico de México, por lo cual esto se ve reflejado en los siguientes apartados y en los enunciados clave citados en estos:

- Respeto a los contratos existentes y aliento a la inversión privada

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

“Se alentará la inversión privada, tanto la nacional como la extranjera, y se establecerá un marco de certeza jurídica, honestidad, transparencia y reglas claras”.

➤ **Rescate del sector energético**

“Un propósito de importancia estratégica para la presente administración es el rescate de Pemex y la CFE para que vuelvan a operar como palancas del desarrollo nacional”.

La nueva política energética del Estado mexicano impulsará el desarrollo sostenible mediante la incorporación de poblaciones y comunidades a la producción de energía con fuentes renovables, mismas que serán fundamentales para dotar de electricidad a las pequeñas comunidades aisladas que aún carecen de ella y que suman unos dos millones de habitantes.

Con relación a lo anterior el presente Proyecto es afín, al contribuir con el desarrollo del sector, ya que representa un incremento en la inversión del sector eléctrico para la generación y transmisión de energía eléctrica limpia, misma que la Operación y Mantenimiento de la Subestación de Maniobras distribuirá hacia las líneas de transmisión correspondientes.

III.5.2 Plan de Desarrollo del Estado de México

El objetivo 3.1 del Plan de Desarrollo del Estado de México, considera en su estrategia 3.1.1, el incremento del suministro de energía eléctrica y promover el desarrollo de energías limpias en los hogares mexiquenses, considerando las dos líneas de acción indicadas como sigue:

- Gestionar ante la Comisión Federal de Electricidad y con proveedores privados proyectos específicos de electrificación en el estado.
- Promover el uso de energías limpias en edificios gubernamentales, así como construcciones actuales y nuevas.

Con base en lo anterior, el Gobierno del Estado de México fomentará la generación de proyectos, como el presente, en los que recaiga el refuerzo de transmisión de energía eléctrica y aumentar el porcentaje de cobertura eléctrica a nivel estatal.

III.5.3 Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Axapusco 2019-2021

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano (PMDU) de Axapusco, en su actualización 2019-2021, indica que todos los habitantes tienen derecho a contar con energías asequibles, seguras, sostenibles y modernas. Por lo tanto, el Objetivo de Desarrollo Sostenible No. 7 de este PMDU es abordado dentro del apartado de II del PMDU, denominado como “Planeación Estratégica (Misión y Visión del Gobierno Municipal) en el numeral 3.1, indicando que se garantizará el acceso a una energía asequible y no contaminante.

El proyecto de OyM de la S.E. VMA es compatible con la directriz del PMDU, ya que de acuerdo con la justificación del proyecto en el capítulo II de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, este se enfoca por una parte en la necesidad de fortalecer la producción del sector energético para abastecer la demanda que el desarrollo del país genera, considerando dentro de este al Municipio de Axapusco y las localidades que serán beneficiadas con el refuerzo de los servicios eléctricos al mantenerse la S.E. en operación durante su periodo de vida útil.

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

La Estrategia Nacional de Energía (ENE) representa un esfuerzo que incorpora año con año, las nuevas condiciones del sector energético del país. A través del análisis de los resultados obtenidos anualmente, se analizan las líneas de acción y se establecen, en caso de ser necesario, nuevas acciones que permitirán alcanzar los objetivos planteados. Para que México pueda alcanzar altos niveles de crecimiento económico, bienestar y competitividad al establecer medidas para acelerar la transición energética hacia fuentes renovables. De esta manera la ENE establece ciertos objetivos fundamentales como:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- Contar con un mayor abasto de energéticos a mejores precios
- Impulsar el desarrollo, con responsabilidad social y protegiendo al medio ambiente
- Atraer inversión al sector energético mexicano para impulsar el desarrollo del país
- 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).

La ENE incluye cuatro Medidas de Política que corresponden a las grandes tareas que deberán realizarse para alcanzar estos objetivos estratégicos:

1. Transporte, almacenamiento y distribución
2. Refinación, procesamiento y generación
3. Producción de petróleo
4. Transición energética

De manera particular el Proyecto se vincula con la primera medida referente a los sistemas de transporte, almacenamiento y distribución de combustibles y de transmisión y distribución de electricidad, toda vez que es necesario satisfacer de servicios energéticos en cada lugar donde se necesite, por lo tanto, el Proyecto propone la ejecución y funcionamiento de una Subestación Eléctrica.

El presente Proyecto se vincula directamente con las estrategias marcadas por la Secretaría de Energía (SENER), en la cuales establece: satisfacer el abastecimiento de energía conforme a las expectativas de crecimiento económico, adecuar el acceso a la energía de acuerdo con la nueva estructura poblacional, ampliar el acceso de energía a las comunidades menos favorecidas, entre otros.

Al respecto, el proyecto bajo el cual se concibe la construcción del proyecto “Energía del Valle de México II” (EVM II), cuenta también dentro del alineamiento con las estrategias de la SENER con la Evaluación de Impacto Social (EIS) correspondiente, misma que se aprueba por medio de la resolución No. 117.-DGAEISyCP.0639/17 del 07 de julio del año 20178, adjuntándose esta en el Anexo 10.

III.5.5 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 adicionen 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 que es la tecnología de la cual proviene la electricidad de la S.E. VMA, es la única tecnología basada en combustibles fósiles que aumentará su participación en la generación total de

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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. Por lo cual el proyecto contribuye a la ampliación del alcance social de los proyectos eléctricos en el país y en breve, ayudara a que la población que no cuenta con este servicio tenga el abastecimiento correspondiente.

III.5.6 Programa de Desarrollo Eléctrico Nacional (2018-2032)

El Programa de Desarrollo Eléctrico Nacional, es el instrumento que contiene planeación del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), en lo que respecta a las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

En materia de transmisión eléctrica, en 2017 la capacidad de los enlaces en las 53 regiones de transmisión fue de 76,697 MW, lo que representó un crecimiento de 3.4% respecto al año anterior. La mayor capacidad de transmisión se concentró en la región de control Noreste con el 24.7% del total. Por otra parte, la región de control Noroeste tuvo el mayor aumento en la capacidad de transmisión con 895 MW, lo que representó un crecimiento de 14.8% anual.

En 2017, la longitud de las líneas de transmisión con tensión de 230 y 400 kV (CFE y otras) fue de 53,842 kilómetros, equivalente a un crecimiento de 1% anual. De estos niveles de tensión destacan las líneas de 230 kV, cuyo crecimiento anual fue de 1.8%.

Los estados con mayor longitud de la Red Troncal de Transmisión son Sonora, Veracruz y Chihuahua con 13,377 kilómetros (24.8% del total nacional). Por otra parte, los estados con menor Red Troncal de Transmisión son Baja California Sur, Morelos y Colima, por debajo de los 500 kilómetros cada uno.

Por otra parte, en 2017 la capacidad de transformación de las subestaciones instaladas para transmisión fue de 158,035 MVA, lo que refleja un decrecimiento anual de 28.8% anual respecto al año anterior.

Subastas de Largo Plazo

A la fecha, se han realizado tres subastas de largo plazo con éxito y reconocimiento internacional a través de las cuales se han obtenido precios cada vez más competitivos, comparados con los reportados en otros países latinoamericanos como Brasil, Chile y Perú.

Como resultado de la tercera Subasta de Largo Plazo se instalarán 14 nuevas centrales eléctricas durante los próximos tres años, que representan 2,012 MW de nueva capacidad de generación eléctrica limpia que se ubicara en los estados de Tlaxcala, Aguascalientes, Zacatecas, Tamaulipas, Nuevo León, Coahuila, Chihuahua y Sonora.

Capacidad en operación

Al cierre de 2017 la capacidad en operación del SEN fue de 75,685 MW, de la cual 70.5% corresponde a centrales eléctricas convencionales y 29.5% a centrales eléctricas con tecnologías limpias. Lo anterior, representó un incremento de 3% respecto a la capacidad registrada al cierre de 2016. A su vez, la mayor participación de la capacidad correspondió a la tecnología de ciclo combinado con relación a las tecnologías convencionales y la capacidad hidroeléctrica con relación a las energías limpias. De la capacidad en operación en el país al cierre de 2017, el 57.2% corresponde a centrales eléctricas de la CFE, 17.5% a centrales de Productores Independientes de Energía (PIE) y el 25.3% restante a capacidad que los particulares aportan bajo los esquemas de autoabastecimiento, cogeneración, pequeña producción, exportación, usos propios continuos, generador, centrales eléctricas para generación distribuida y los sistemas rurales no interconectados por el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO).

El 38.5% del total de la capacidad instalada se ubica en cinco entidades federativas: Veracruz, Tamaulipas, Chiapas, Baja California y Nuevo León. En contraste, las cinco entidades con menor participación son: Aguascalientes, Tlaxcala, Zacatecas, Ciudad de México y Quintana Roo en las cuales se localiza solo el 1.6% de la capacidad total.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Vinculación

El Proyecto, se vincula con dicho programa directamente, toda vez que el presente Proyecto contribuirá con la distribución de energía eléctrica a través de una Subestación Eléctrica de Maniobras la cual facilitará el transporte de la energía eléctrica con una línea de transmisión eléctrica de la CFE.

Por lo anteriormente expuesto el Proyecto beneficiará al sector eléctrico en el estado de Tlaxcala con la ejecución de estas obras eléctricas.

III.5.7 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.

Los objetivos con los que se alinea el proyecto S.E. VMA en relación con la Agenda para el Desarrollo Sustentable son:

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 es la conservación de un proceso que favorece la distribución de energía eléctrica y que, a su vez, es generada en una planta de ciclo combinado en la cual las emisiones a la atmósfera son bajas, por lo cual se toma en consideración lo siguiente:

- 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 y 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 S.E. VMA, 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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 que es de donde precede la energía que después se regula y transporta en la S.E. VMA. 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 S.E. VMA, se construyó 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, por lo cual se vincula con el proyecto S.E. VMA de la siguiente manera:

- “**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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 S.E. VMA 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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,

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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: a. 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 b. 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 S.E. VMA.

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 estos 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 movilizarse hacia donde se encuentren seres vivos o cuerpos de agua de abastecimiento; la biodisponibilidad de las sustancias

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 durante la etapa de OyM de la S.E. VMA; dichos planes se ajustarán a lo que establece esta Ley y su Reglamento.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 de la S.E. VMA:

- **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 S.E. VMA.

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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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.

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 y mantenimiento de la S.E. VMA no se emitirán gases efecto invernadero a reserva que en situación de contingencia se presente alguna fuga de hexafluoruro de azufre (SF6) de alguna de las GIS.

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 el 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 presenta la MIA para el proyecto Operación y Mantenimiento de la Subestación de Maniobras VMA a 230 y 400 kV” (S.E. VMA), 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 rebase las disposiciones establecidas en leyes, reglamentos y normas oficiales mexicanas.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 termoelectricas, 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 promovente 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 S.E. VMA 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

III.7.2 **Reglamento de la Ley de Aguas Nacionales**

A continuación, se indican los artículos vinculados con el proyecto S.E. VMA, 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 Comisión" conforme a la información y los estudios hidráulicos disponibles, los cuales estarán a disposición del público para su consulta.

El agua generada en la S.E. VMA corresponde a agua de servicios derivada del uso de los sanitario por parte de los empleados y para su disposición se contratará a una compañía autorizada para su tratamiento.

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 S.E. VMA:

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 S.E. VMA.

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:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- 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 S.E. VMA no generará durante su etapa de OyM emisiones de ninguna naturaleza, a menos que en situación de contingencia se presente alguna fuga de hexafluoruro de azufre (SF6) de alguna de las GIS.

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

A continuación, se indican los artículos que están vinculados con el proyecto:

- **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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 la etapa de OyM 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.

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.

El proyecto S.E. VMA de acuerdo con su naturaleza, no considera la generación de residuos peligrosos como resultado de la ejecución de actividades de OyM pero de igual manera se consideran los artículos aplicables dentro del Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (RLGPYGIR) en caso de su generación:

A continuación, se hace una referencia a los artículos que le son aplicables a la S.E. VMA:

- **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 con 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;

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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. 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.

Durante la operación se generarán, entre otros, residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial, como material de oficina, papel, cartón, etcétera. Dichos planes se ajustarán a lo que establece esta Ley y su Reglamento.

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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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).

La operación de la S.E. VMA es prácticamente libre de emisión, incluyendo las GIS encapsuladas en Hexafluoruro de azufre (SF₆), pero la única forma de emisión probable durante esta etapa del proyecto es su liberación en caso de incidente fortuito ya que en condiciones normales de operación, no se espera ni siquiera la emisión fugitiva de este gas.

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 S.E. VMA, se enlistan a continuación:

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

III.8.1 Emisión de gases contaminantes producidos por fuentes móviles

Los vehículos y maquinaria que serán utilizados durante las etapas del proyecto deberán recibir periódicamente mantenimiento para cumplir con los valores establecidos por las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Lineamientos de Banco Mundial:

- **NOM-041-SEMARNAT-2015**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno y óxido de nitrógeno; así como el nivel mínimo y máximo de la suma de monóxido y bióxido de carbono y el Factor Lambda. Es de observancia obligatoria para el propietario, o legal poseedor de los vehículos automotores que circulan en el país o sean importados definitivamente al mismo, que usan gasolina como combustible, así como para los responsables de los Centros de Verificación, y en su caso Unidades de Verificación Vehicular, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kg (kilogramos), motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y de la minería.

Esta normatividad será de observancia obligatoria para los propietarios de vehículos automotores que usan gasolina como combustible a excepción de la maquinaria indicada en esta NOM.

Los límites máximos permisibles de emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxígeno, óxidos de nitrógeno, límites mínimos y máximos de dilución provenientes del escape; así como el valor del Factor Lambda de vehículos en circulación que usan gasolina como combustible, en función del método de prueba dinámica y el año modelo, son los establecidos en la presente Norma Oficial Mexicana y que observan en el cuadro III. 3.

Cuadro III.3. Límites máximos permisibles de emisión considerados en la NOM-041-SEMARNAT-2015.

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos (HC) (ppm)	Monóxido de carbono (CO)(%Vol)	Oxígeno (O ₂) (% Vol)	Óxidos de nitrógeno (NO _x ppm)	Dilución		Factor Lambda Máx.
					Mínima (CO+CO ₂) (%Vol)	Máxima (CO+CO ₂) (%Vol)	
1990 y anteriores	350	2,5	2,0	2500	13	16,5	1,05
1991 y posteriores	100	1,0	2,0	1500	13	16,5	1,05

*Nota de equivalencias: 1.- ppm o hppm (µmol/mol) y 2.- % vol. (cmol/mol).

Cuadro III.4. LMP de emisión del método estático en la NOM-041-SEMARNAT-2015.

Año-Modelo del Vehículo	Hidrocarburos (HC hppm)	Monóxido de carbono (CO % Vol)	Oxígeno (O ₂ % Vol)	Dilución (CO+CO ₂ %Vol)		Factor Lambda Máx.
				Min.	Máx.	
1993 y anteriores	400	3,0	2,0	13	16,5	1,05
1994 y posteriores	100	1,0	2,0	13	16,5	1,05

No aplicará el valor del Factor Lambda en el caso de la prueba en marcha mínima.

- **NOM-045-SEMARNAT-2006**, establece los límites máximos permisibles de opacidad para los vehículos en circulación que usan diésel como combustible, excluyendo la maquinaria equipada con motores diésel utilizada en las industrias de la construcción, establecidos en esta NOM.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro III.5. Límites máximos permisibles de opacidad del humo.

Peso bruto vehicular	Año-modelo del vehículo	Coefficiente de Absorción de luz (M ⁻¹)	% de Opacidad
Hasta 3,856kg	2003 y anteriores	2.5	65.87
	2044 y posteriores	2.0	57.68
Mayor de 3,857kg	1990 y anteriores	3.0	72.47
	1991 y posteriores	2.5	65.87

Lineamientos de Banco Mundial. La Organización Mundial de la Salud (World Health Organization, WHO) y el Banco Mundial establecen los lineamientos para PM10, PM2.5, NO₂, SO₂ y O₃ para las concentraciones de 24 horas y un año; y de una hora y ocho horas en el caso de NO₂ y O₃, respectivamente. Ver tabla siguiente:

Cuadro III.6. Lineamientos de calidad del aire de la Organización Mundial de la Salud.

Contaminante	Tiempo promedio	Guía de calidad de aire (Mg/m ³)
PM10	Anual	50
	24 horas	20
PM2.5	Anual	10
	24 horas	25
NO ₂	Anual	40
	1 hora	200
SO ₂	Anual	80
	24 horas	20
O ₃	8 horas	100

****Notas:** O₃-ozono; SO₂-Dioxido de azufre; NO₂-Dioxido de nitrógeno; PM10-Particulas menores a 10µm; PM2.5-particulas menores a 2.5µm; ppm-partes por millón; µg/m³-microgramos por metro cubico.

Es importante mencionar que, aún y cuando el Proyecto en operación no producirá emisiones de gases a la atmósfera, se asegurará que los vehículos y/o maquinaria de CFE Transmisión y los de sus empresas contratistas y subcontratistas cumplan con la normativa enunciada previamente.

III.8.2 Generación de Ruido

La contaminación sonora es producto del conjunto de ruidos y sonidos ambientales que ocasionan importantes afectaciones que deterioran el ambiente y alteran la vida humana, tales como los provocados por vehículos particulares, la construcción, los sistemas electrónicos, industrias, el tráfico aéreo, los aeropuertos, y en el caso particular los vehículos involucrados únicamente durante las faenas de mantenimiento.

En este sentido y a efecto de evitar afectaciones al ambiente durante el desarrollo del Proyecto, se cumplirá con la siguiente normatividad:

- **NOM-011-STPS-2001**, condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.
- **NOM-080-SEMARNAT-1994**, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido provenientes del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición.

El cuadro siguiente indica los límites máximos permisibles de acuerdo con el peso bruto vehicular:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro III.7. Límite máximo permisible de emisión de ruido establecido en la NOM-080-SEMARNAT-1994.

Peso bruto vehicular (kg)	Límites máximos permisibles DB(A)
Hasta 3,000	86
Más de 3,000 y hasta 10,000	92
Más de 10,000	99

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

Esta NOM establece que, si la fuente fija no está limitada por confinamientos, pero se encuentran claramente establecidos los límites del predio (cercas, mojoneras, registros, etc.), los puntos de medición deben situarse lo más cerca posible a los límites exteriores del predio, a una altura del piso no inferior a 1.20 m. A continuación, se presentan los límites máximos permisibles según la hora:

- De 6:00 a 22:00 68 dB (A)
- De 22:00 a 6:00 65 dB (A)

III.8.3 Gestión de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos

Con relación a la gestión de residuos peligrosos, se tiene la aplicabilidad de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:

- **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.
- **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.

En cuanto a las normas aplicables en el estado de México se estarán aplicando las siguientes:

- **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.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México
Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO IV.

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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

Esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, es aplicable específicamente para la etapa operación y mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras (S.E. VMA) a ser operada por CFE Transmisión, Zona Centro y en vista de que las etapas de preparación del sitio y construcción de la S.E. VMA, ya se han concluido, bajo la autorización en materia de impacto y riesgo ambiental No. SGPA/DGIRA/DG/06004 de fecha 17 de agosto del año 2017, correspondiente al proyecto "Energía del Valle de México II" de la empresa EVM Energía del Valle de México Generador, S.A.P.I. de C.V., se toma en consideración la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y los señalamientos de las tendencias de desarrollo y deterioro de la región correspondientes en la MIA Regional original bajo la cual se construyó el proyecto en comento.

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

Para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (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 (Cruikshank, 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 imagen IV.1.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

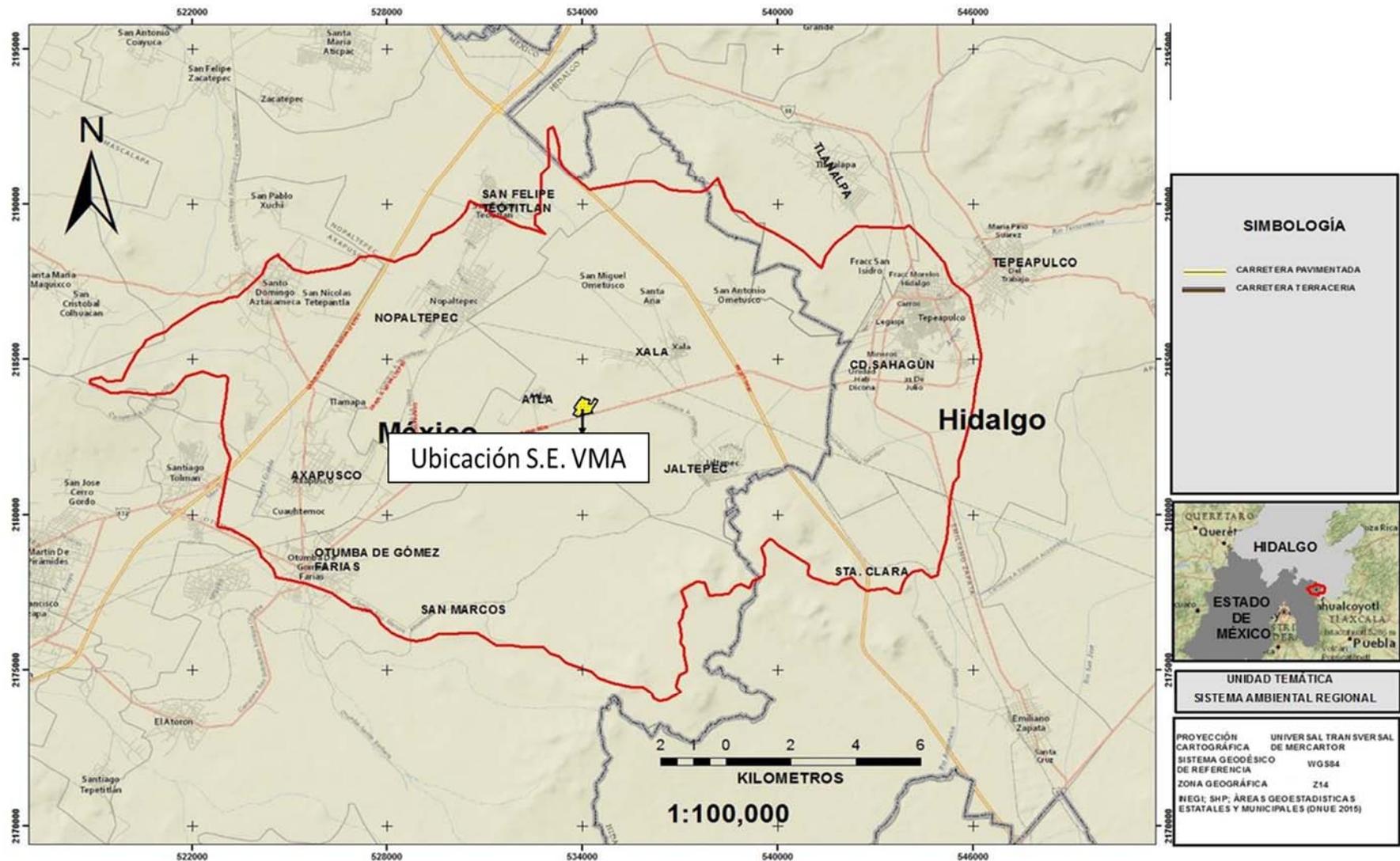


Imagen IV.1. Sistema Ambiental Regional del proyecto “Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV (S.E. VMA)”.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (imagen 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) (cuadro IV.1 e imágenes 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 cuadro IV.1 e imágenes IV.3a y IV.3b).

El porcentaje de precipitación invernal para los tipos de climas que prevalecen en el SAR es de 4.6% (ver cuadro 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 cuadro 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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.

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 el cuadro IV.2 se puede apreciar que la principal fuente de emisión de partículas PM10 son las fuentes de área con 6,620 t/año.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

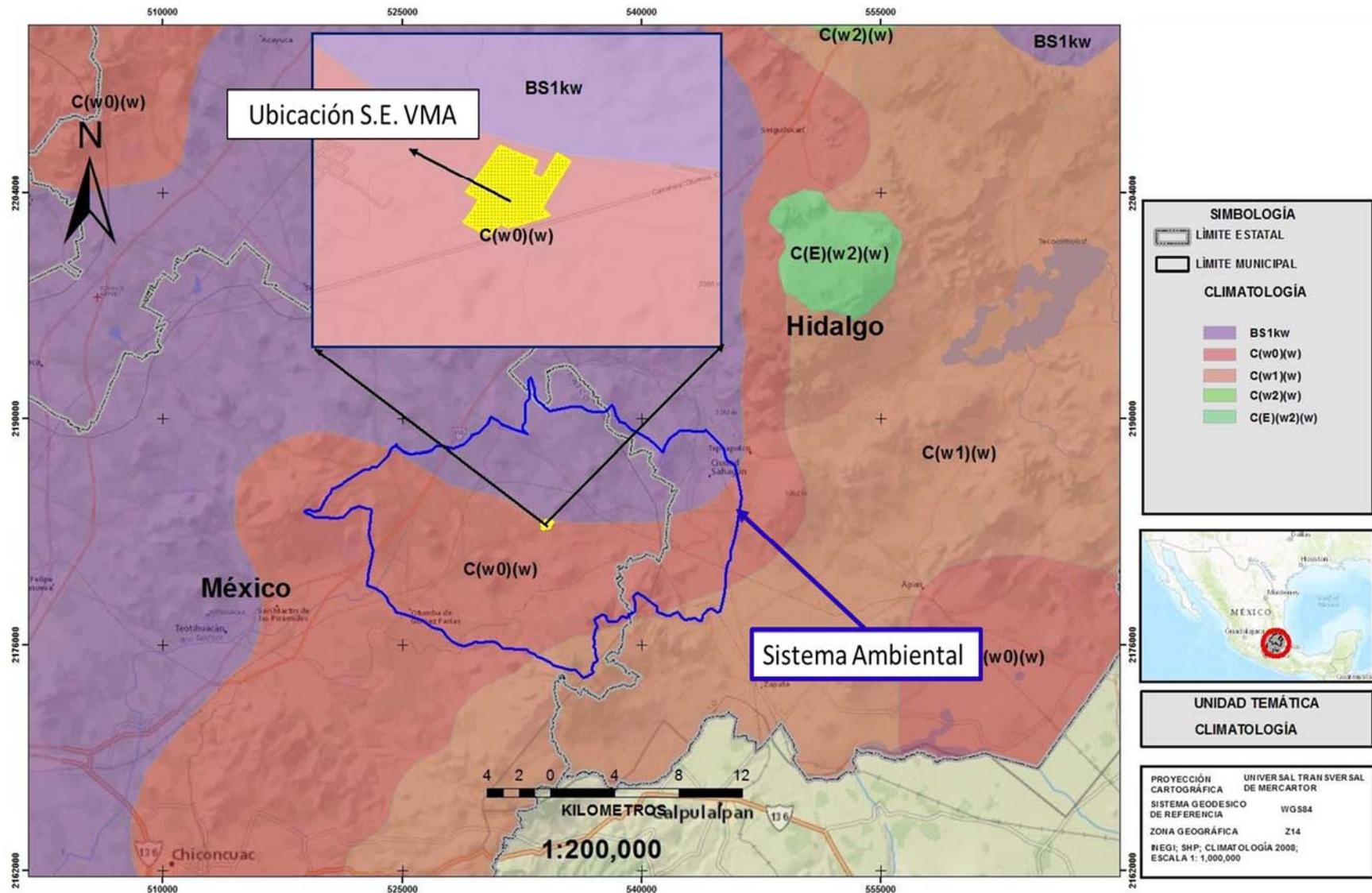


Imagen IV.2. Tipos climáticos prevaletientes en el Sistema Ambiental Regional del proyecto S.E. VMA.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro 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
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				

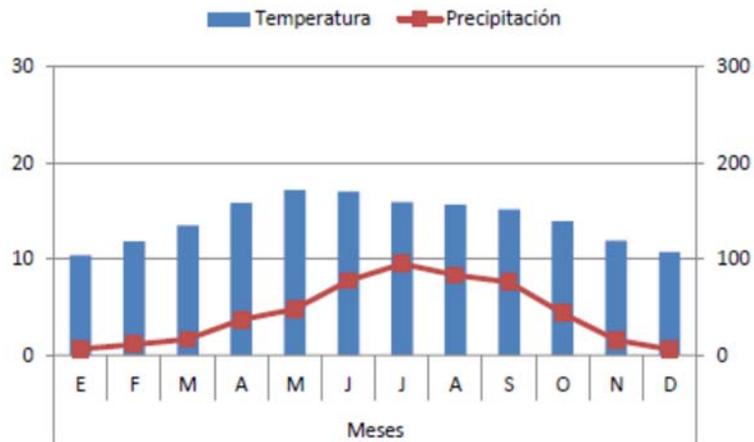


Imagen IV. 3a. Diagrama ombrotérmico de la Estación Climatológica Otumba.

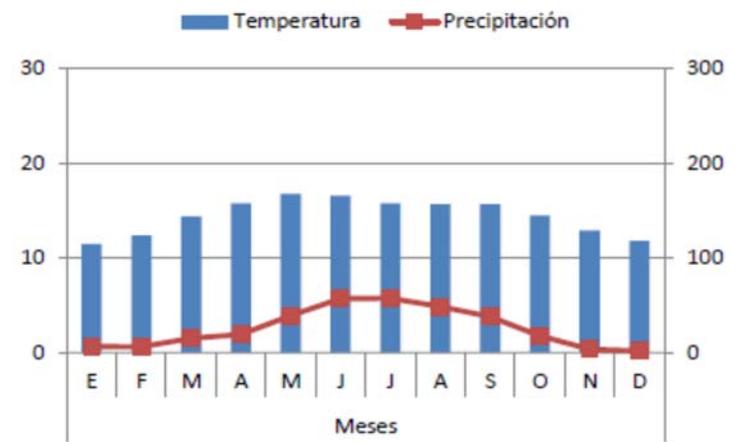


Imagen IV.3b. Diagrama ombrotérmico de la Estación Climatológica Ciudad Sahagún.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifiestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Respecto al bióxido de azufre (SO₂), 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).

Cuadro 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 Axapusco.

IV.2.4 Geología y geomorfología

IV.2.4.1 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

El cerro tiene flujos hídricos superficiales que forman un drenaje radial y debido a la topografía y a las abundantes fallas funcionan geohidrologicamente 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, justo como se presenta en la imagen IV.5.

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.

IV.2.4.2 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 (imagen IV.4).

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen IV.4. 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.2.4.3 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).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

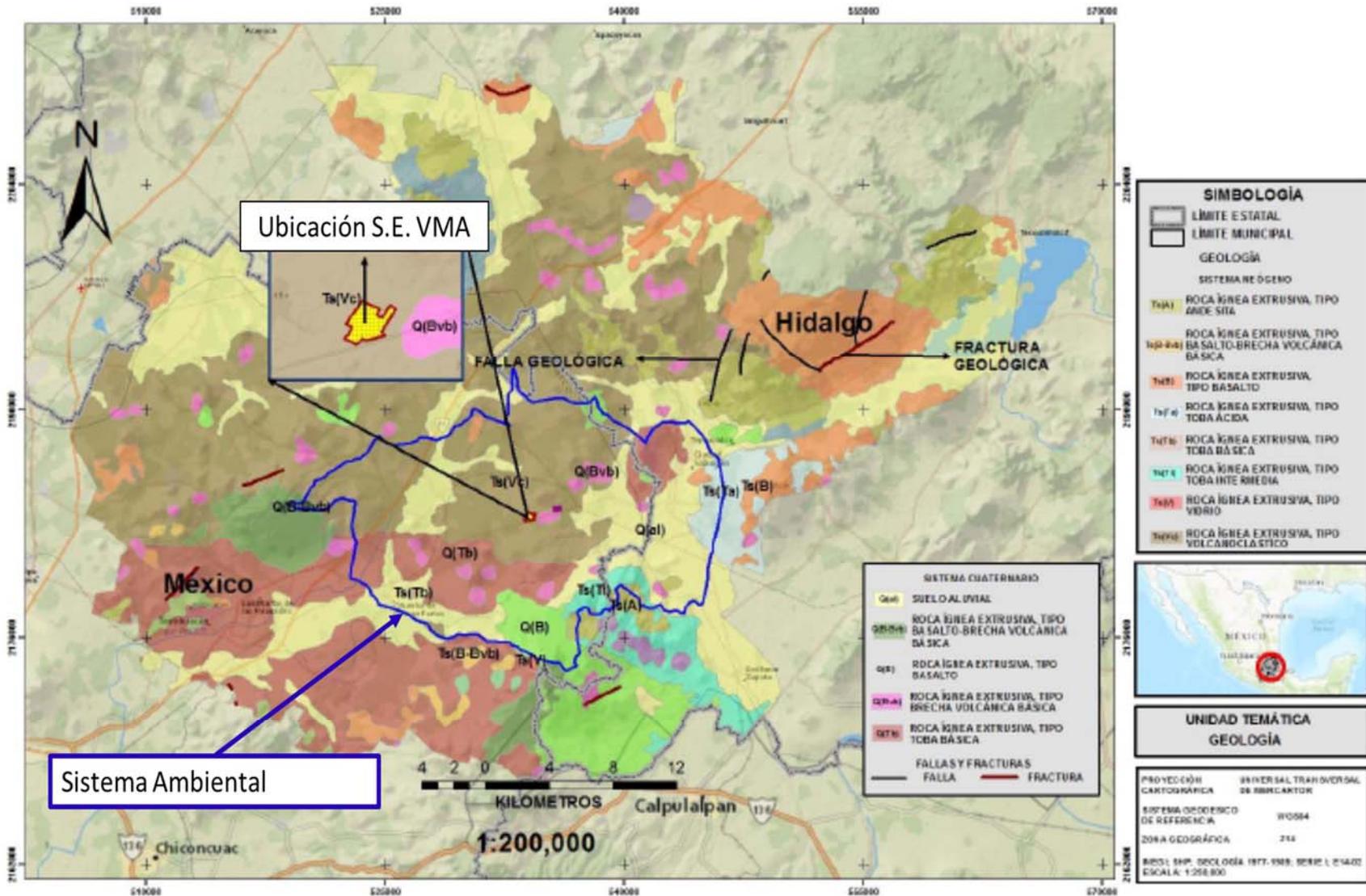


Imagen IV.5. Composición geológica del Sistema Ambiental Regional del proyecto S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

IV.2.4.4 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 (imagen IV.6).

Los Feozems (imagen IV.6) (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 sustrato (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.



Imagen IV.6. Suelos oscuros del tipo Feozem, dedicados a las labores agrícolas en las zonas de planicie.

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).

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

IV.2.5 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 (imagen IV.7). 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} .



Imagen IV.7. 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 del suelo. De acuerdo con el SMAGEM (2008), la región Pánuco, en la que se encuentra el proyecto SME VMA, 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, al SAR se clasifica como de alta prioridad como se muestra en la imagen IV.8.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Eta:	Operación y mantenimiento		

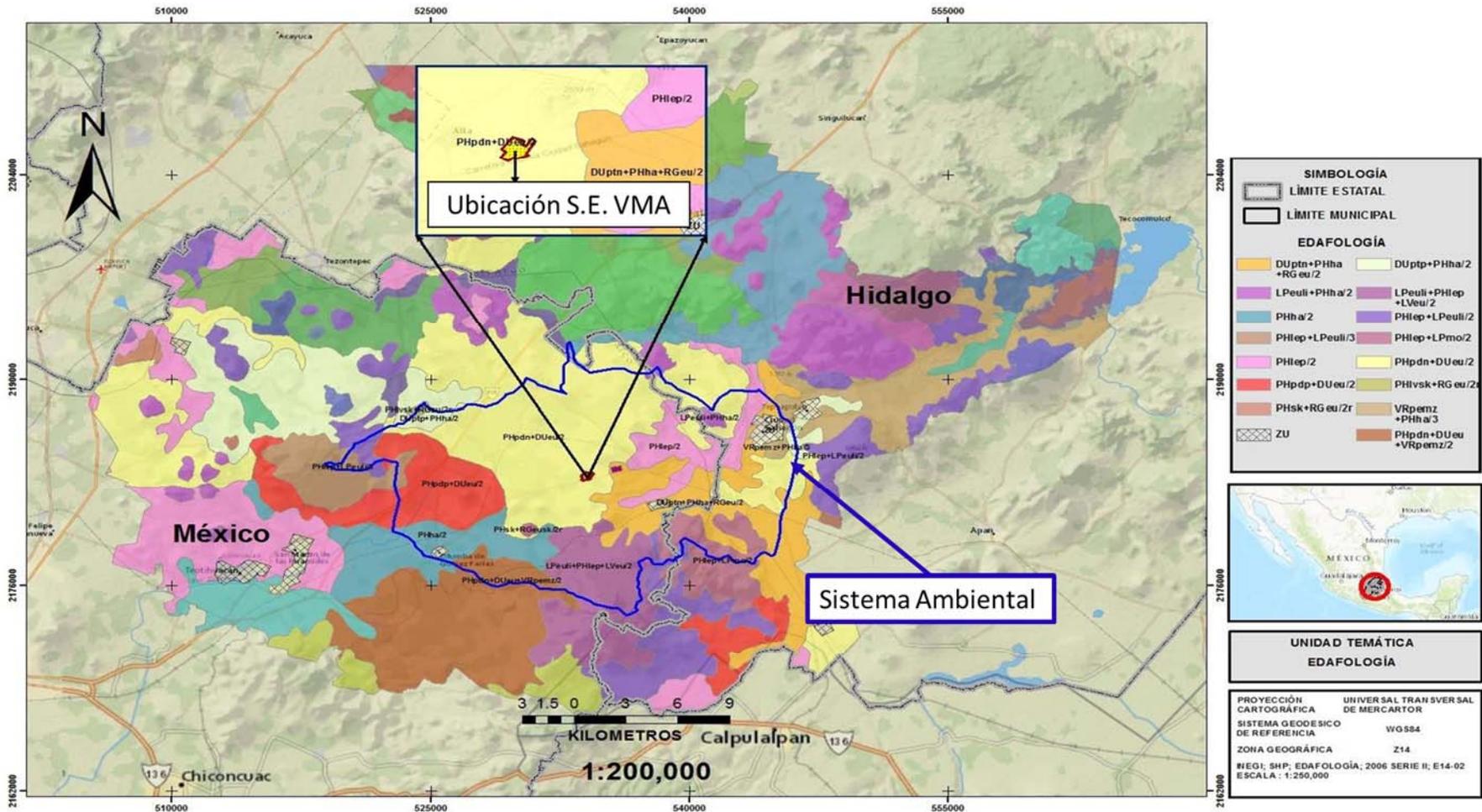


Imagen IV.8. Unidades edáficas presentes en el Sistema Ambiental Regional del proyecto S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 **S.E. VMA**, 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 (imágenes IV.9, IV.10 y IV.11).

IV.2.6 Hidrología superficial y subterránea

IV.2.6.1 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 (imagen IV.12).

Específicamente, el polígono de construcción del proyecto S.E. VMA 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

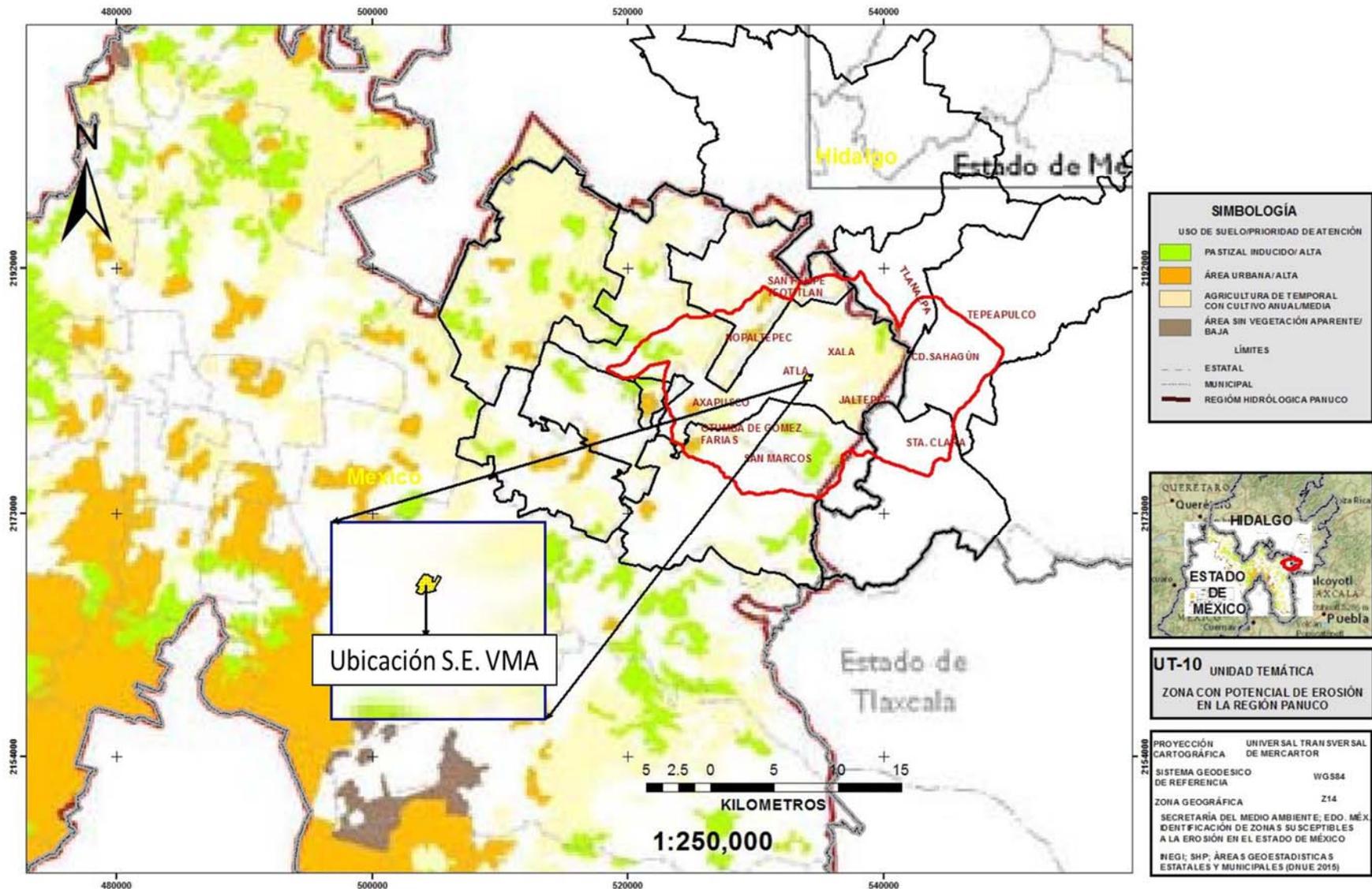


Imagen IV.9. Superficies susceptibles a la erosión, según uso del suelo, en el SAR del proyecto S.E. VMA.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

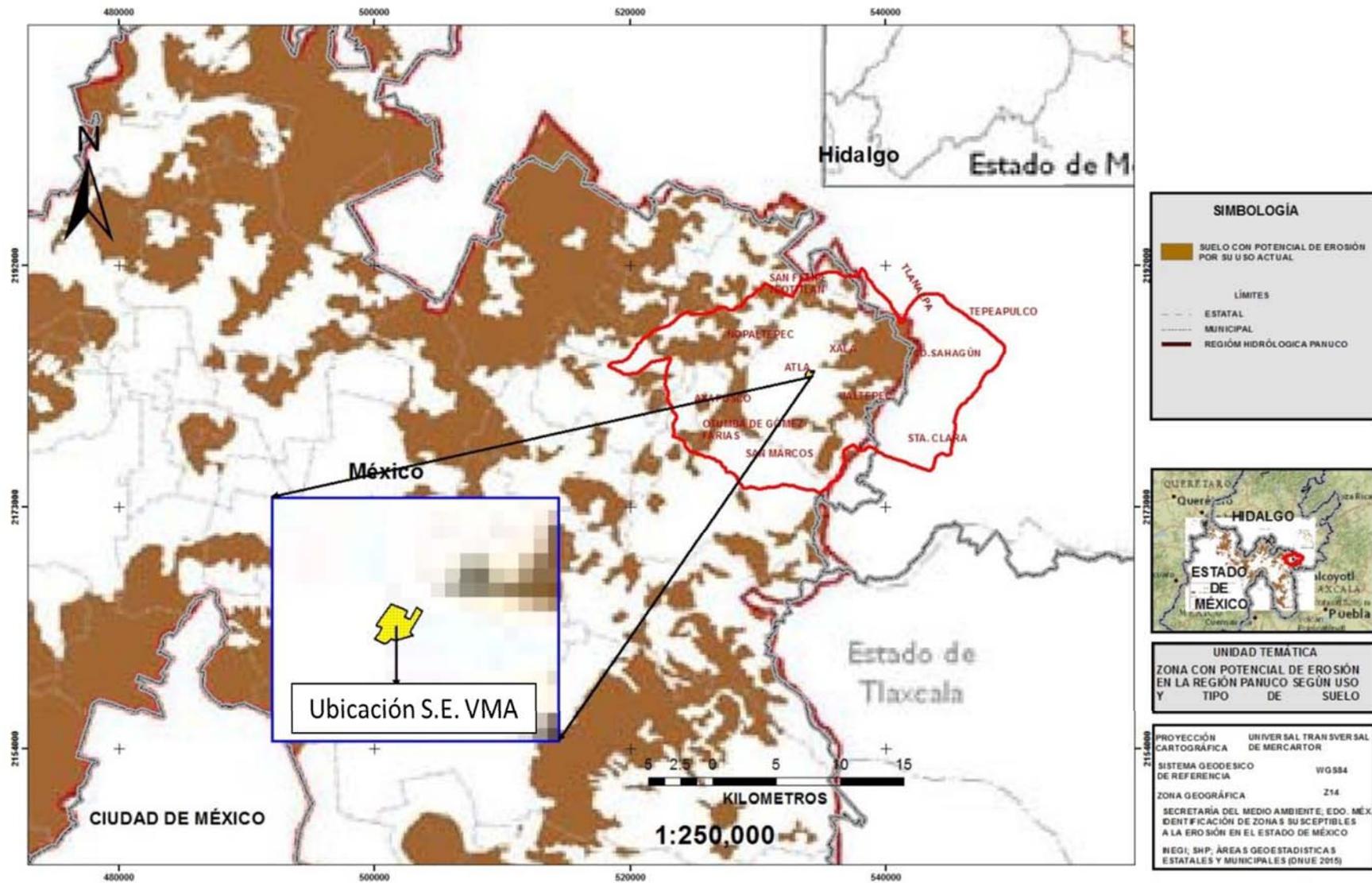


Imagen IV.10. Superficie con potencial de erosión, según uso y tipo de suelo, en el SAR.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

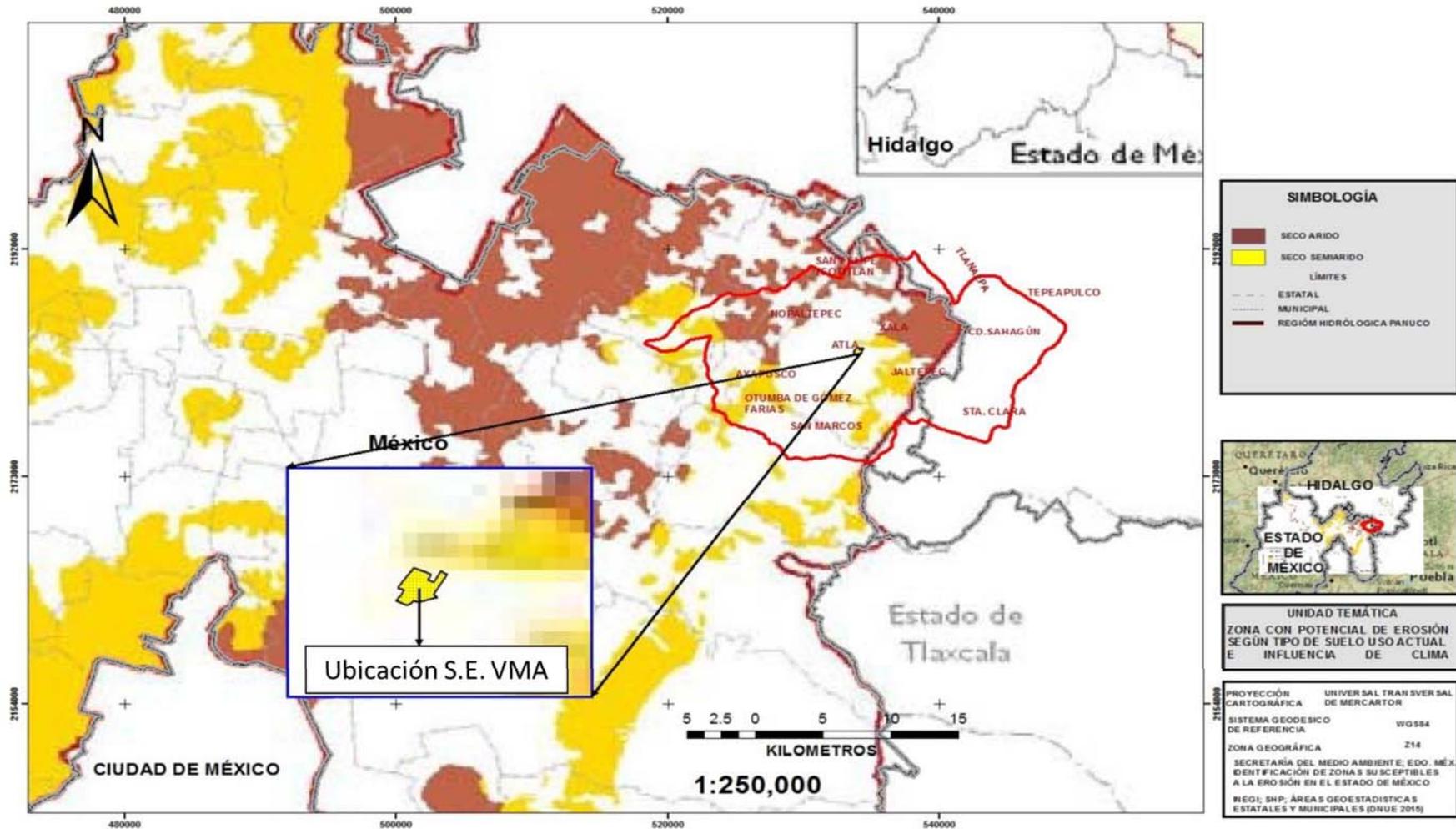


Imagen IV.11. Superficies con potencia a la desertificación, según tipo de suelo, uso actual e influencia del clima, en el SAR del proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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.2.6.2 Hidrología subterránea

De acuerdo con el Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) (2002), el SAR se encuentra en el acuífero Cuautitlán-Pachuca (imagen 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

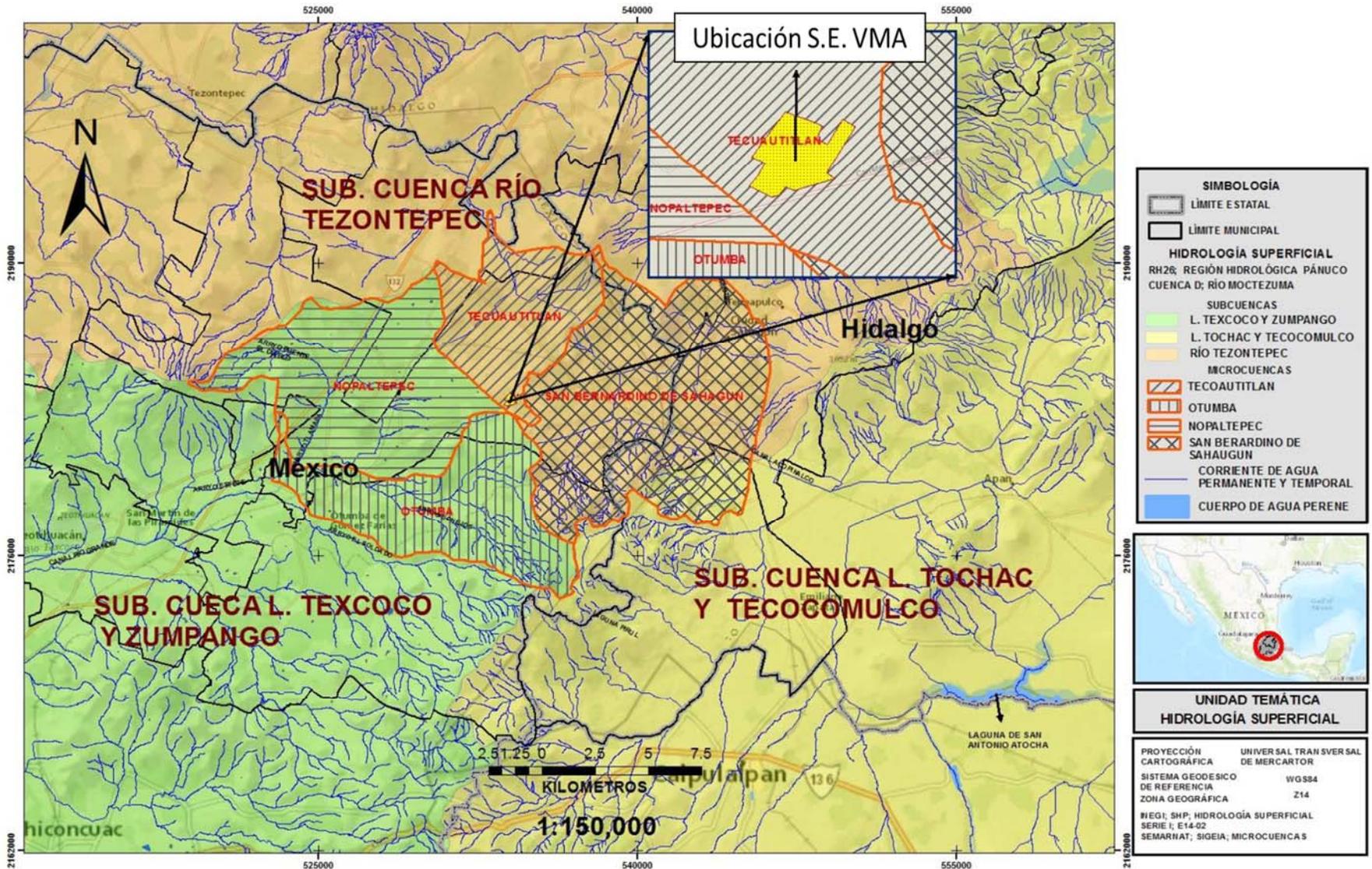


Imagen IV.12. Microcuencas que conforman el SAR del proyecto.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

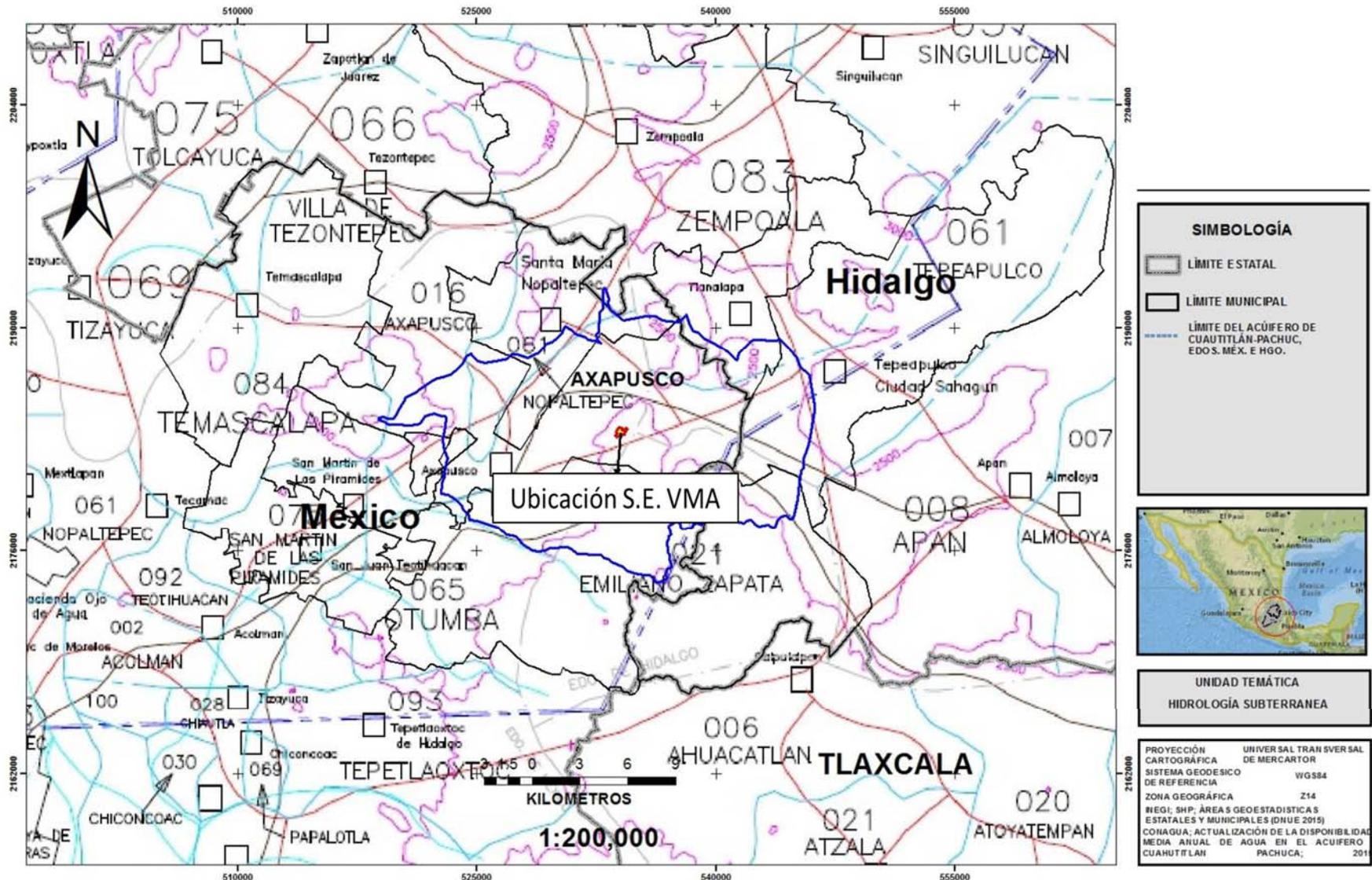


Imagen IV.13. Localización del Sistema Ambiental Regional con respecto al Acuífero Cautitlán-Pachuca.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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:

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

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 (REPGA) 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 construyó el proyecto, considerando su condición ambiental anterior y actual.
- Muestreos de flora y fauna en los ecosistemas que componen el SAR determinado para el proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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.

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 presurización 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		



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

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 a abrir espacios para inducir pastizales y mantenerlos en producción indefinidamente a través de quemas 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 inicialmente se trataba de terrenos de uso agrícola de temporal y la vegetación presente se conformaba por 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. Actualmente debido a la construcción del proyecto esta fue removida en su totalidad y en la actualidad se encuentra establecida la S.E.) VMA (230 y 430 KV).

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 % (cuadro 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.

Cuadro IV.3. Tipos de vegetación y uso del suelo en el sistema ambiental regional del proyecto.

Uso de suelo y vegetación	Superficie 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 construyó la planta EVM II, el uso de suelo era 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 (cuadro IV.4 e imágenes IV.15.a y IV.15.b), de donde se obtienen productos alimenticios, así mismo se realizan actividades pecuarias como es la producción semi-extensiva (pastoreo libre) de ganado ovino.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.4. Tipos de vegetación y uso del suelo en el polígono de afectación directa donde se construirá el proyecto.

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



Imagen IV. 15.a. Uso de suelo en el polígono donde se construyó la S.E. VMA.



Imagen IV.15.b. Uso de suelo actual del polígono donde se construyó la S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

IV.3.1.2 Metodología para la evaluación de la vegetación

Previo a la etapa de construcción, 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 el proyecto **S.E. VMA**. 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:

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

Donde:

n = Superficie a muestrear (ha)

IM = Intensidad de muestreo (20.0 %)

N = Superficie de afectación por la construcción del proyecto **S.E. VMA** (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 (1,000 m²).

En los terrenos en donde se construirá la S.E. VMA, se realizaron muestreos circulares de 1,000 m², esto derivado de las características del área a estudiar.

$$NS = \frac{n * 10,000m^2}{Ts}$$

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 (imagen 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).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Eta:	Operación y mantenimiento		

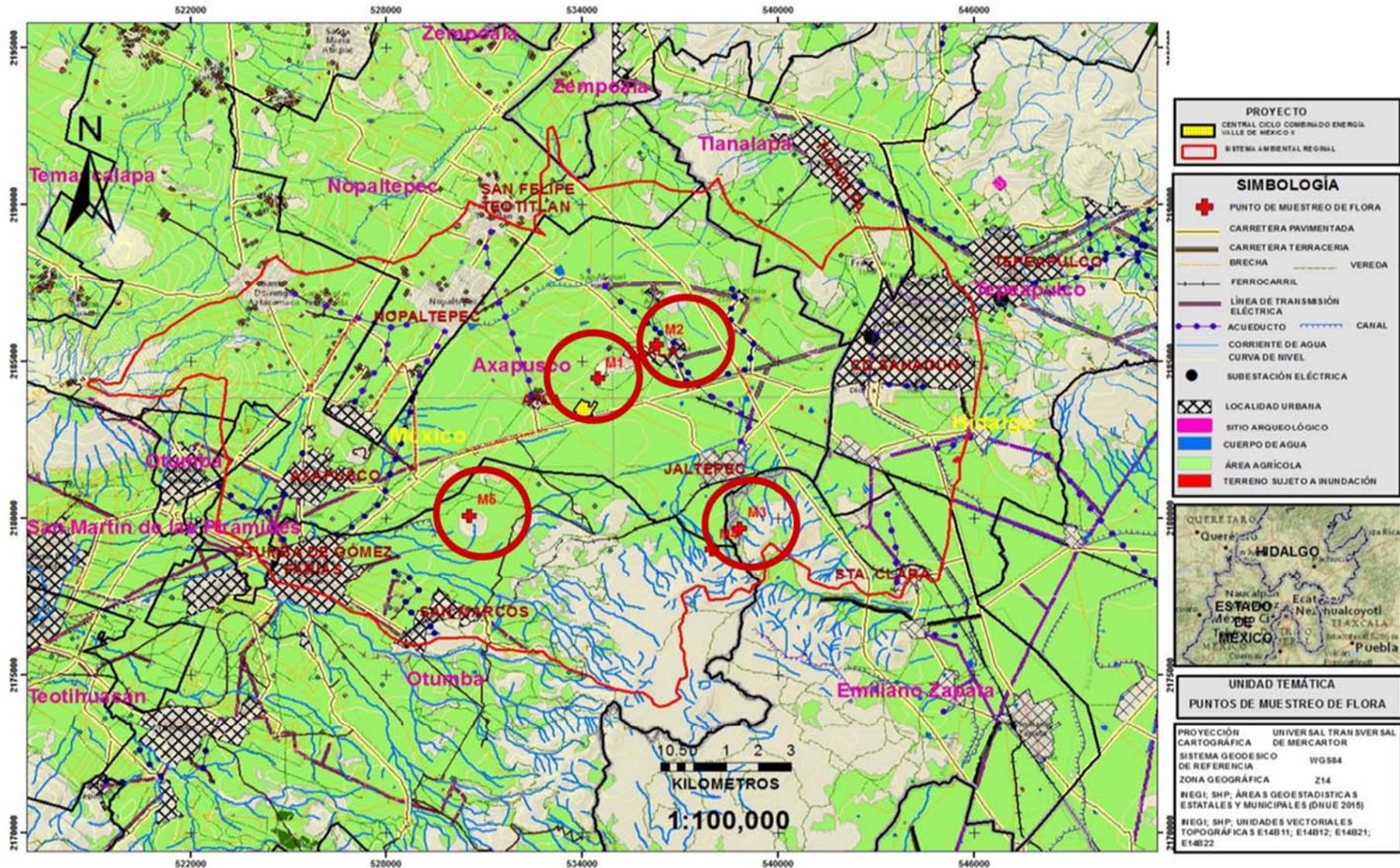


Imagen IV.16. Sitios de muestreo de flora en el polígono y en el sistema ambiental regional en donde se insertará el proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 *Dasylirocn 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 adscensionis* 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 zacatonales, 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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*, *Erinepogon desvauxii* y otros. No es rara la presencia ocasional de diversas hierbas, arbustos y árboles.

Matorrales crasicaulos (xerófilos). Este tipo de vegetación comprende varias comunidades arbustivas dominadas por distintas especies crasicaulas 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 septemtrionalis*, *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 género *Opuntia*. Las biznagas son especies usadas como ornamentales y en ocasiones como medicinales, sin darle un valor ecológico o ambiental (imagen IV.17); cabe mencionar que de las especies de flora *Dasylirocn acrotriche*, se encuentra catalogada como endémica y amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

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*.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

En general estos bosques prosperan en lugares en que llueve 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.



Imagen 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.

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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 juníferos 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 fisonómicamente 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 imagen IV.18.

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.

La definición de los componentes alfa, beta y gamma, se describe a continuación:

- **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 (imágenes IV.19 y IV.20).

Cabe destacar que en la riqueza florística presente en el SAR es muy baja con una alta dominancia de algunas especies del género *Opuntia* sp., por lo que existen 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

El predio donde se construyó la Central tenía un uso agrícola permanente y anual, donde se cultivaba *Opuntia sp.* y avena forrajera (*Avena sativa L.* y/o *Avena fatua L.*). Por ende, la diversidad obtenida fue baja, ya que las especies dominantes eran *Opuntia albicarpa* y *Opuntia megacantha*, seguido por el *Agave salmiana* (imagen IV.21.a y IV.21.b)

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

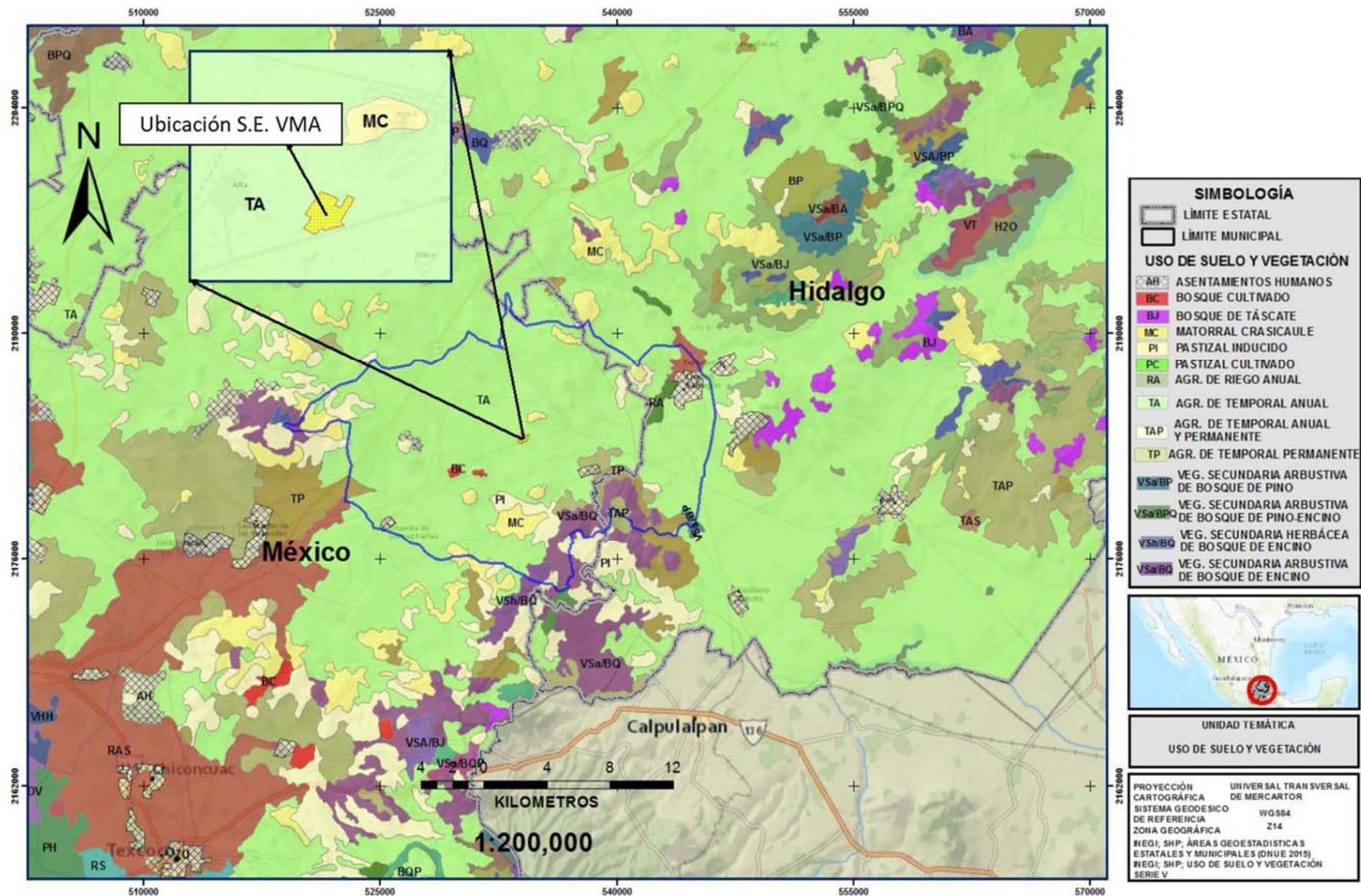


Imagen IV.18. Tipos de vegetación y uso del suelo en el polígono y del sistema ambiental regional en donde se insertó el proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

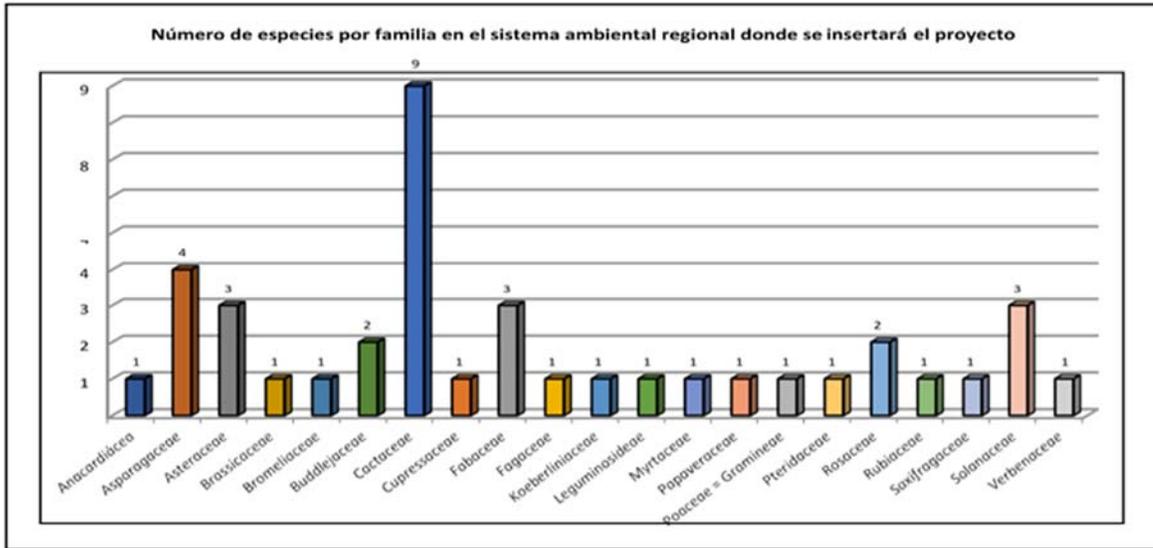
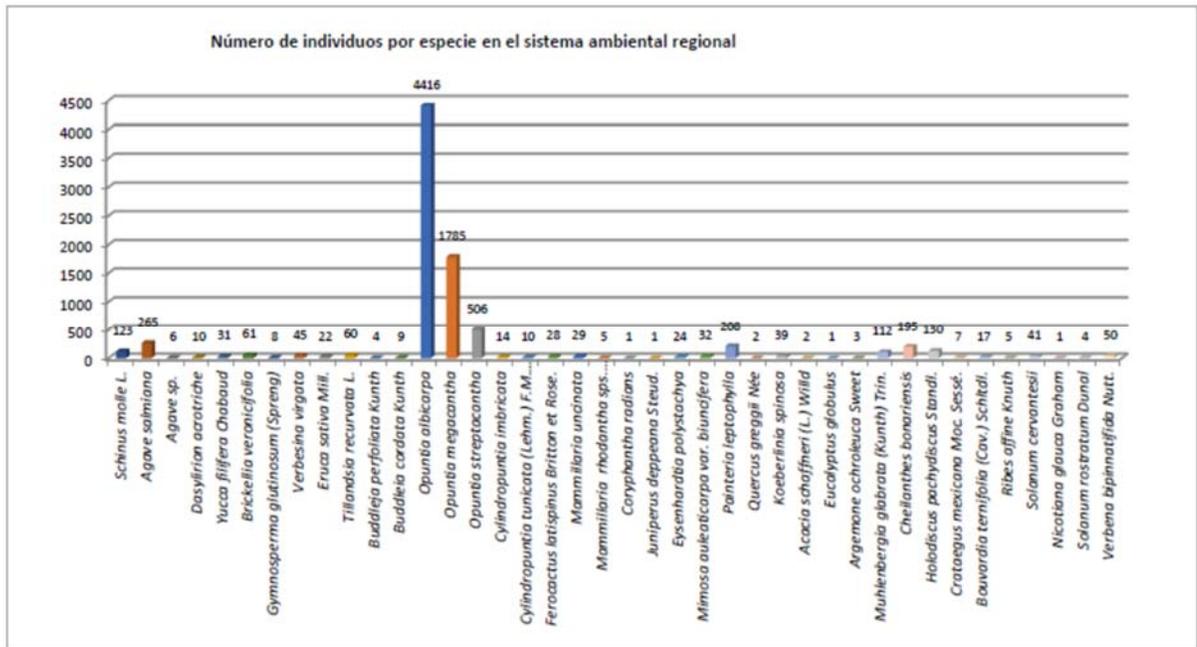


Imagen IV.19. Número de especies por familia dentro del sistema ambiental regional en donde se insertó el proyecto.



ImagenIV.20. Número de individuos por especie presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertó el proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

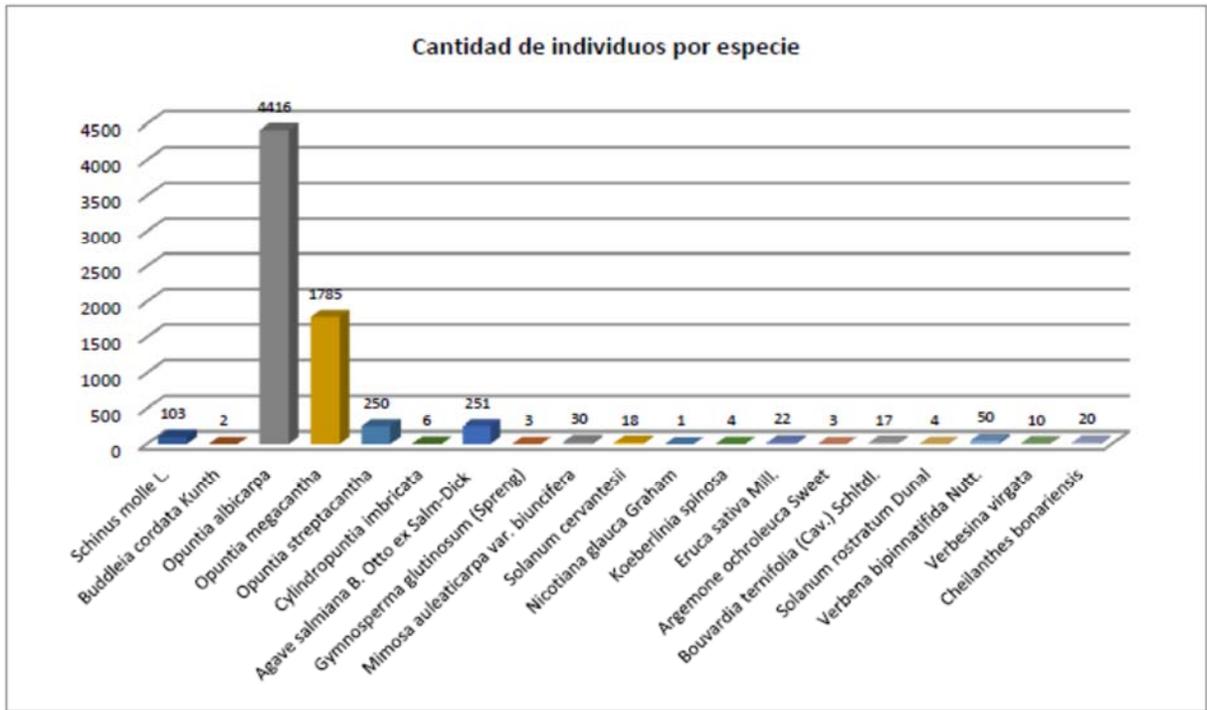


Imagen IV.21.a. Número de individuos por especie presentes en el predio donde se insertó el proyecto.

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

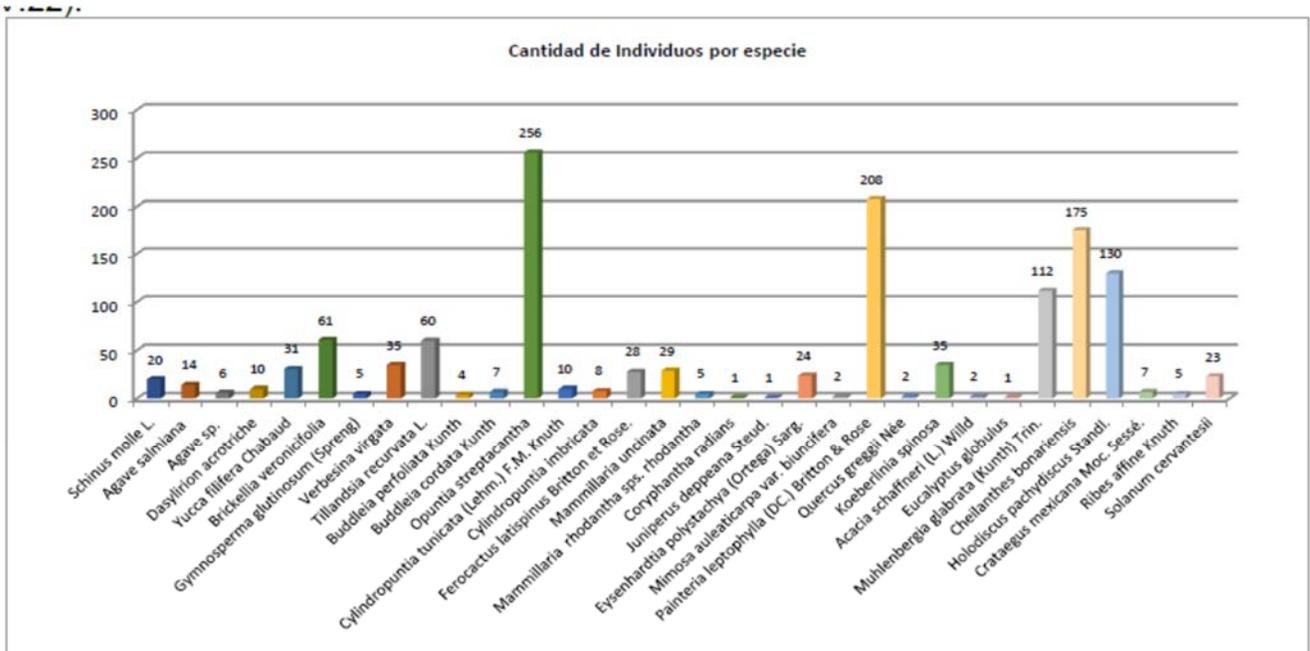


Imagen IV.21.b Número de individuos por especie presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertó el proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 ubica la SEM, la estructura vertical estaba dominada por especies como *Eucalyptus globulus*, *Schinus molle*, *Buddleia cordata*, *Crataegus mexicanus*, *Juniperus deppeana* y *Quercus greggii* como se ve en la imagen IV.23.

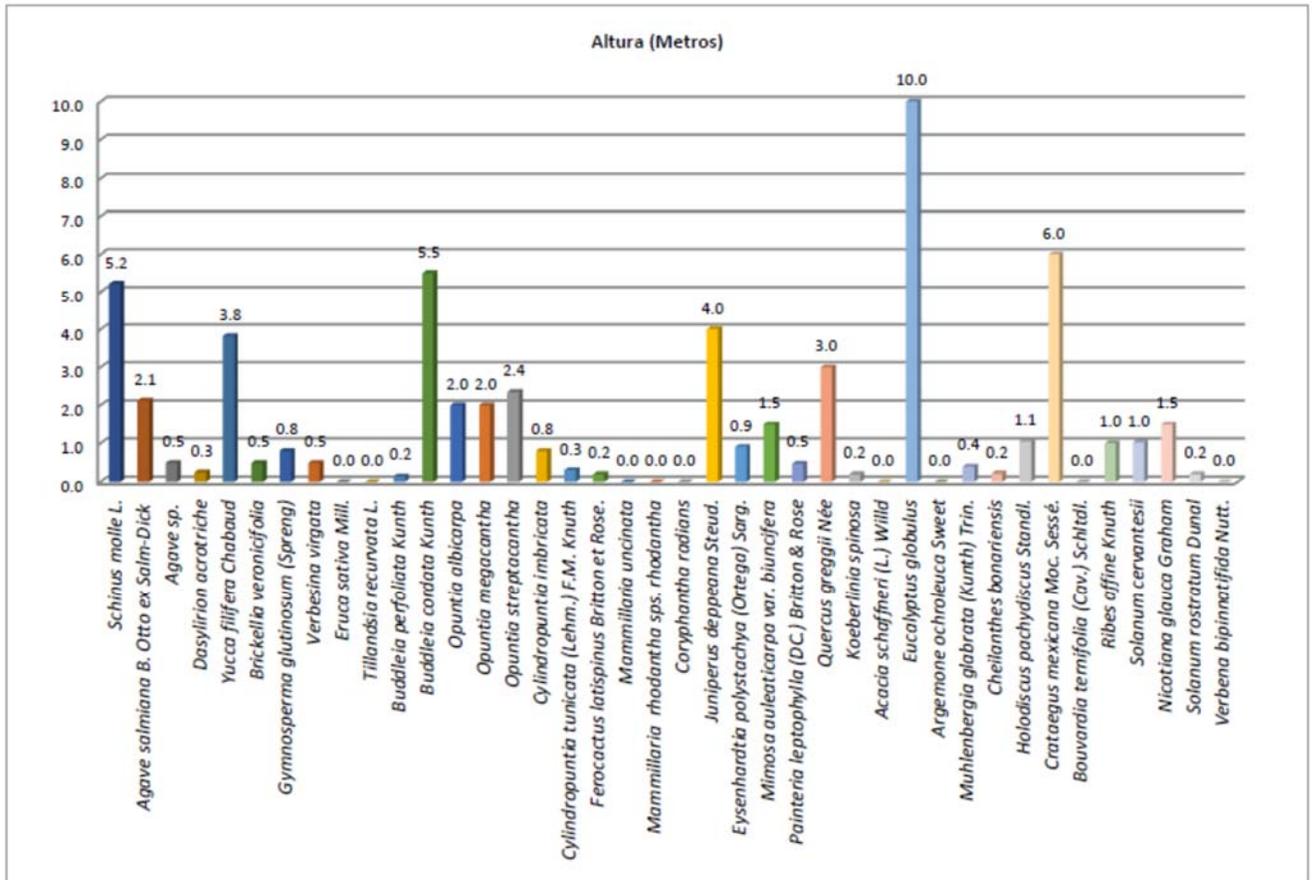


Imagen IV.23. Altura promedio de las especies presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertó la S.E. VMA.

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* (Imagen IV.24).

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

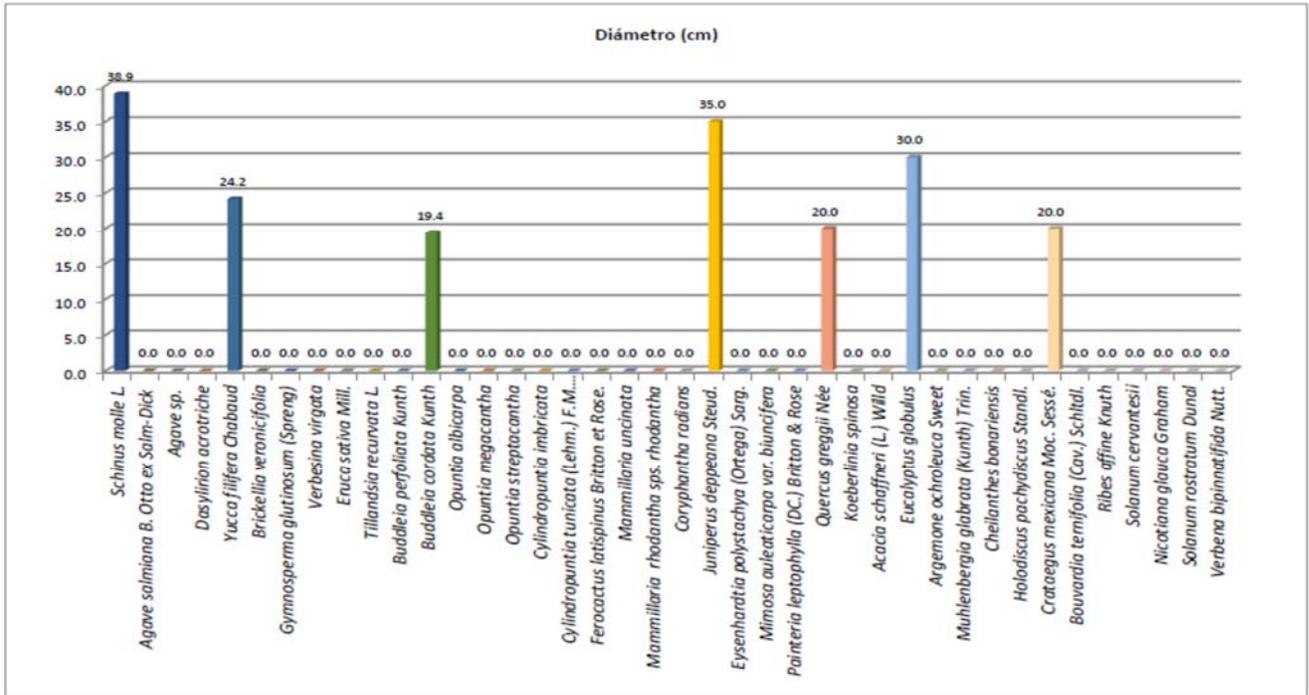


Imagen IV.24. Diámetro promedio de las especies presentes en el sistema ambiental regional en donde se insertó el proyecto.

IV.3.2.2 Diversidad alfa

La diversidad alfa del SAR y del polígono donde se construyó 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

p1 = 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:

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \log_2 p_i, \text{ mientras que } p_i = n_i / N$$

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 construyó 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 donde se construyó el proyecto 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 6,500 individuos), marcan una gran diferencia debido a que el número de individuos es elevado por la densidad de plantas que establecen por hectarea 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 (cuadro IV.5 e imagen IV.25).

Finalmente, para H' de Shannon y Wiener, los valores obtenidos en los sitios de muestreo del SAR fueron en promedio de 1.8 y para el polígono donde se construyó 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 construyó el proyecto de la SER tiene una mayor diversidad. En el anexo 4-2 se incluyen las memorias de cálculo de los índices de diversidad alfa.

Cuadro 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 construyó la SEM	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 UTMA (14Q 0538835, 2179691)	2	0.1991	0.8009	1.8245
Sitio 4, Coordenadas UTMA (14Q 0537976, 2179010)	2	0.1806	0.8194	2.0090
Sitio 5, Coordenadas UTMA (14Q 0530543, 2180090)	3	0.2572	0.7428	1.5964
Total: 5 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 12) para las especies arbóreas encontradas en el SAR y en el predio donde se construyó 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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.



Imagen IV.25. Ubicación de los sitios de muestreo en el SAR con respecto al predio del proyecto.

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 construyó la Central. La importancia de estas asociaciones se limita al plano económico y social.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 el proyecto. 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 S.E. VMA.

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 SEM, obteniéndose los siguientes resultados.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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

Este resultado confirma que en el SAR existe una mayor diversidad comparado con el polígono del predio en donde se construyó la S.E. VMA, 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 .

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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:

$$\begin{aligned}
 \text{Gamma} &= \text{alfa promedio} + \text{beta} \\
 \text{Gamma} &= 32 + [0.15(32-32) + 0.85(32-19)] = 32 + 11.05 \\
 \text{Gamma} &= 32 + 11.05 = 43.05
 \end{aligned}$$

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 12).

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 las 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.6. Listado de familias y especies identificados en el inventario forestal del polígono donde se construyó la 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 L.</i>	123
1	Asparagaceae	4	<i>Agave salmiana</i>	265
			<i>Agave sp.</i>	6
			<i>Dasyllirion acrotiche</i>	10
			<i>Yucca filifera Chabaud</i>	31
1	Asteraceae	3	<i>Brickellia veronicifolia</i>	61
			<i>Gymnosperma glutinosum (Spreng)</i>	8
			<i>Verbesina virgata</i>	45
1	Brassicaceae	1	<i>Eruca sativa Mill.</i>	22
1	Bromeliaceae	1	<i>Tillandsia recurvata L.</i>	60
1	Buddlejaceae	2	<i>Buddleia perfoliata Kunth</i>	4
			<i>Buddleia cordata Kunth</i>	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 (Lehm.) F.M. Knuth</i>	10
			<i>Ferocactus latispinus Britton et Rose.</i>	28
			<i>Mammillaria uncinata</i>	29
			<i>Mammillaria rhodantha sps.</i>	5
			<i>Coryphantha radians</i>	1
1	Cupressaceae	1	<i>Juniperus deppeana Steud.</i>	1
1	Fabaceae	3	<i>Eysenhardtia polystachya</i>	24
			<i>Mimosa auleaticarpa var. biuncifera</i>	32
			<i>Painteria leptophylla</i>	208
1	Fagaceae	1	<i>Quercus greggii Née</i>	2
1	Koeberliniaceae	1	<i>Koeberlinia spinosa</i>	39
1	Leguminosideae	1	<i>Acacia schaffneri (L.) Willd</i>	2
1	Myrtaceae	1	<i>Eucalyptus globulus</i>	1
1	Papaveraceae	1	<i>Argemone ochroleuca Sweet</i>	3
1	Poaceae Gramineae	1	<i>Muhlenbergia glabrata (Kunth) Trin.</i>	112
1	Pteridaceae	1	<i>Cheilanthes bonariensis</i>	195
1	Rosaceae	2	<i>Holodiscus pachydiscus Standl.</i>	130
			<i>Crataegus mexicana Moc. Sessé.</i>	7
1	Rubiaceae	1	<i>Bouvardia ternifolia (Cav.) Schltld.</i>	17
1	Saxifragaceae	1	<i>Ribes affine Knuth</i>	5
1	Solanaceae	3	<i>Nicotiana glauca Graham</i>	1
			<i>Solanum cervantesii</i>	41
			<i>Solanum rostratum Dunal</i>	4
1	Verbenaceae	1	<i>Verbena bipinnatifida Nutt.</i>	50
21		40		8312

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 mencionan en el cuadro IV.7.

Cuadro 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.
Magüey	<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 12.1), 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Ficha de diagnóstico de la especie *Dasyliirion acrotiche*

Familia:	ASPARAGACEAE	<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>Florece y fructifica de julio a septiembre. Crece principalmente sobre pendientes rocosas. Es endémica a México, en áreas semiáridas de matorral crasicaule 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>
Nombre común:	"Sotol", "Palma cucharilla" "Sotol cucharillo" "Sotol verde".	
Nombre científico:	<i>Dasyliirion acrotiche</i> (Schiede) Zucc.	
Estatus:	Amenazada (endémica)	
		
<p>Esta planta fue descrita por J.G. Zuccarini (1848) de zonas semiáridas de México. 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>		

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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 CINESTAV (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 con 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 12).

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 de ecosistemas impactados

Las definiciones de ecosistemas impactados a utilizarse son como sigue:

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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (imagen IV.26). 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.



Imagen IV.26. 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Agave, lo que determina la baja riqueza existente. Por otra parte, existe un constante pastoreo libre de ganado ovino y caprino (Imagen IV.27).

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 construyó 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.



Imagen IV.27. Polígono donde se ubica el proyecto, donde se observaba el pastoreo de ganado ovino, especies arbóreas de *Schinus molle* y en el estrato arbustivo *Opuntia albicarpa*, *O. megacantha* y *Agave salmiana*.

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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

La metodología utilizada para elaborar el aparatado de fauna se hizo en tres etapas (Anexo 12.4 Metodología para la elaboración del aparatado 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 12 Listado Faunístico EVM II). Una vez elaborada la lista de especies con distribución potencial, 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 12. Ya que el área del polígono de estudio presentaba un mismo tipo de comunidad vegetal, en su momento 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, información que se toma como antecedente del presente estudio.

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 construyó 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 crasicaule) 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 (imagen IV.28).

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 crasicaule, 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-

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Eta:	Operación y mantenimiento		

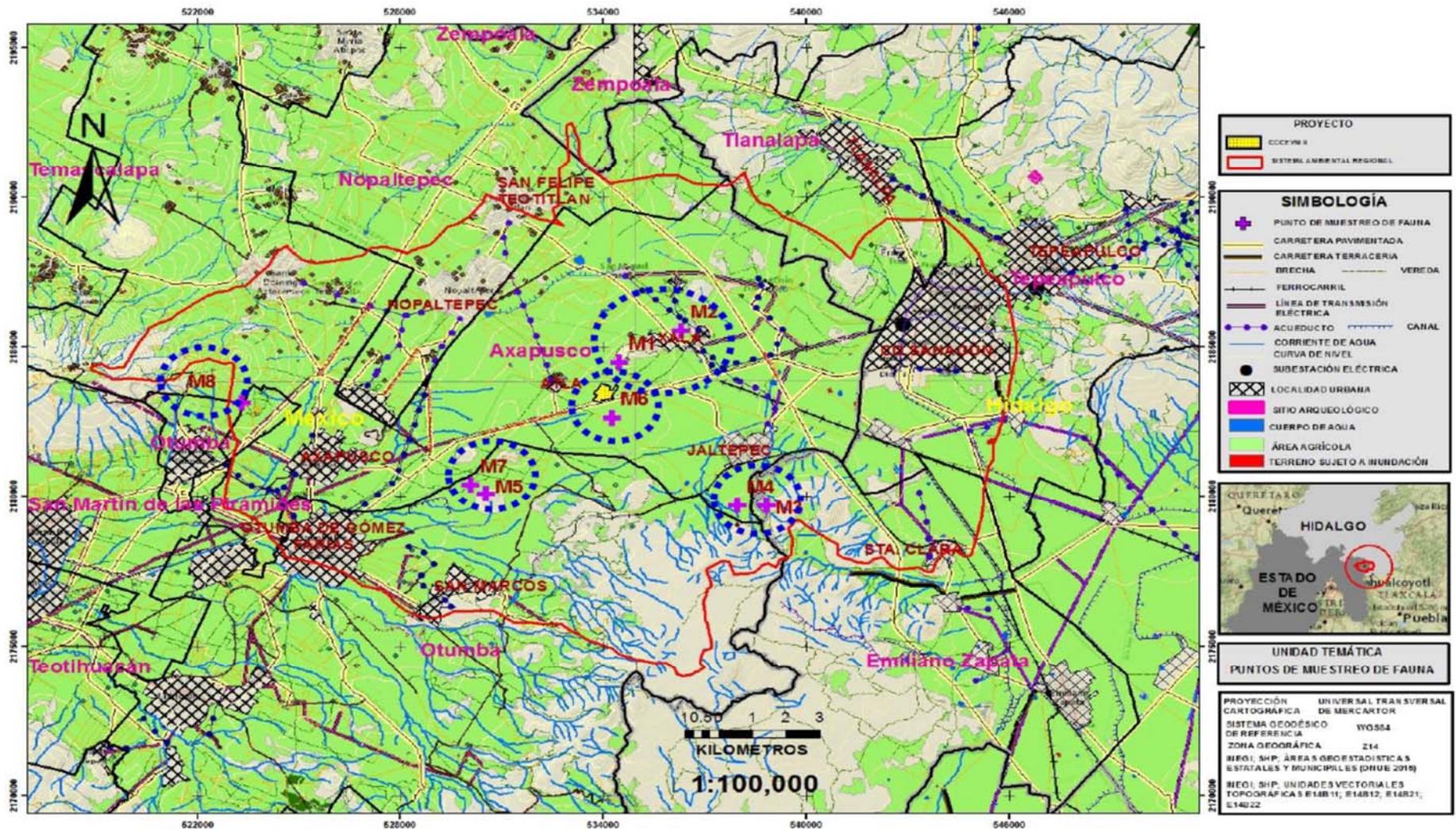


Imagen IV.28. Sitios de muestreo de fauna en el Sistema Ambiental Regional del proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (cuadro 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) (imagen IV.29 y IV.30). 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.

Cuadro 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>Aspidocheilichthys 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>							✓	

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro 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
	<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 polyglottos</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>								
Dasyopodidae	<i>Dasyopus 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>								

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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).

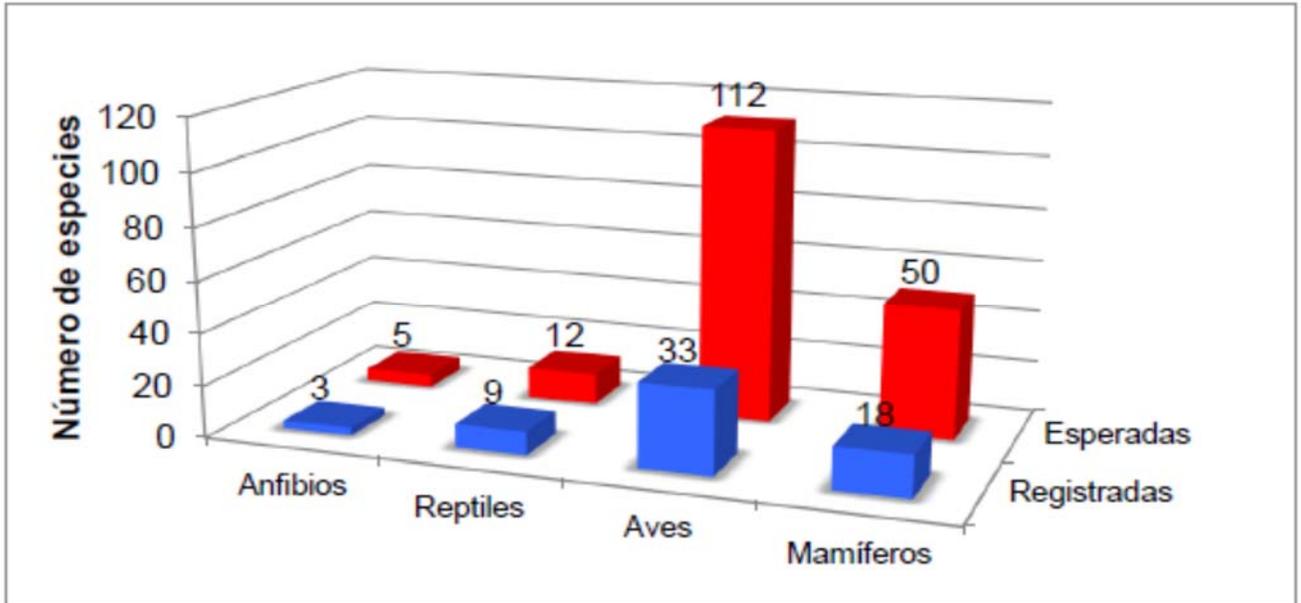


Imagen IV.29. Comparación entre la especies de vertebrados esperados y registrados durante el trabajo de campo en el SAR. En cada barra se indica el número de especies.

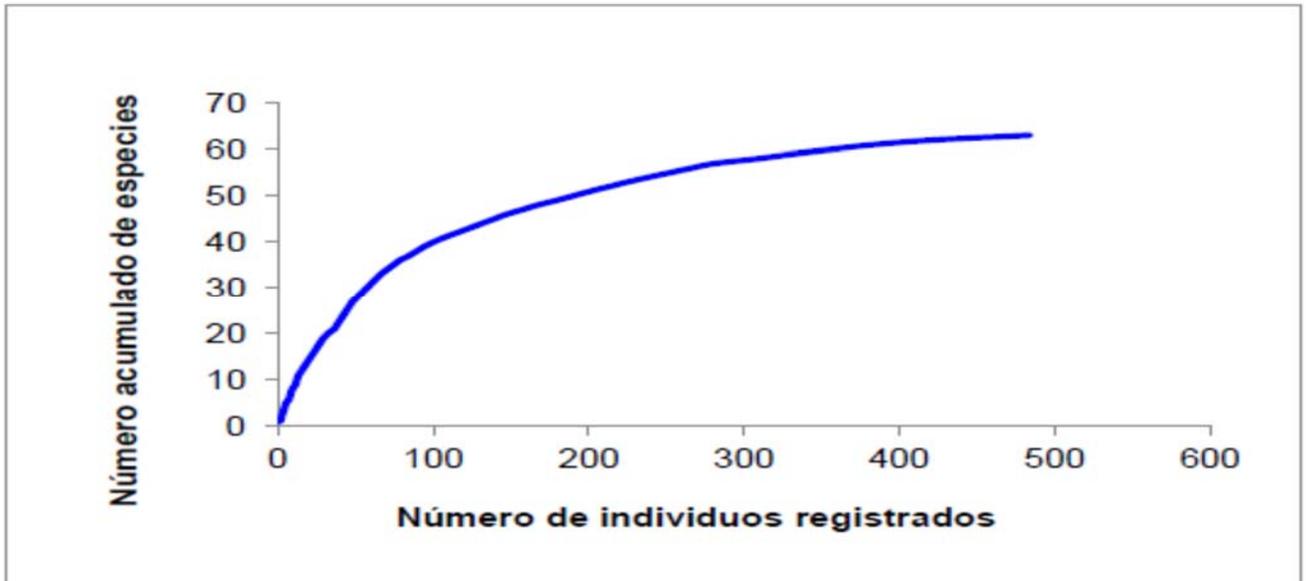


Imagen IV.30. Curva de acumulación de especies de vertebrados con base en las observaciones hechas en campo en el Sistema Ambiental Regional.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (cuadro IV.9). Como puede verse en la figura IV.31, 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 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 los taxos 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 gorrion mexicano (*Haemorrhous mexicanus*), el rascador (*Melozone 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.

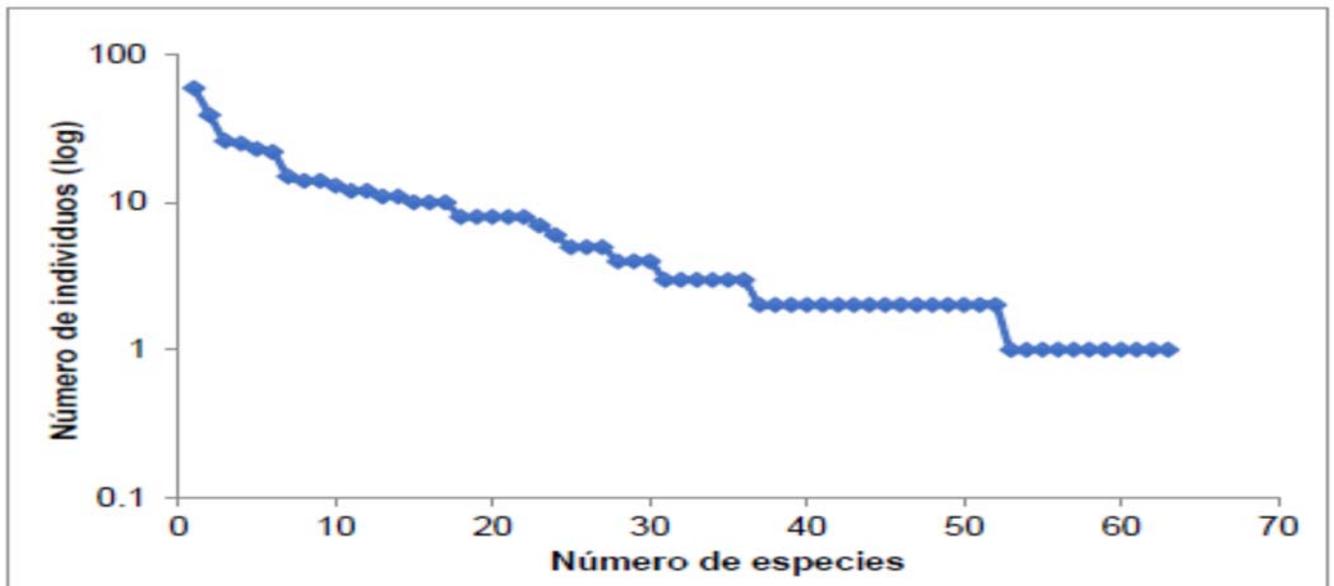


Imagen IV.31. Distribución de la abundancia total de 63 especies de vertebrados registrados en el SAR.

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 (cuadro 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 gorrion 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 & Navas-Vargas, 2014; Servín & Chacón 2014; Valdez-Alarcón & Ceballos, 2014).

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

Clase/Familia	Nombre Científico	Abundancia total	Abundancia relativa
AMPHIBIA			
Scaphiopidae	<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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.9 Cont. Abundancia total y relativa de las especies de vertebrados registradas en los 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
Poliopitidae	<i>Poliopitila caerulea</i>	10	C
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	3	R
Mimidae	<i>Toxostoma curvirostrae</i>	3	R
	<i>Mimus polyglottos</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
Dasyopidae	<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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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) (cuadro 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.

Cuadro 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 crasicale. 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 (cuadro IV.11, imagen IV.32), se puede observar que, no obstante que el área representa una unidad ambiental, la similitud es baja entre los sitios de muestreo, 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.

Cuadro 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

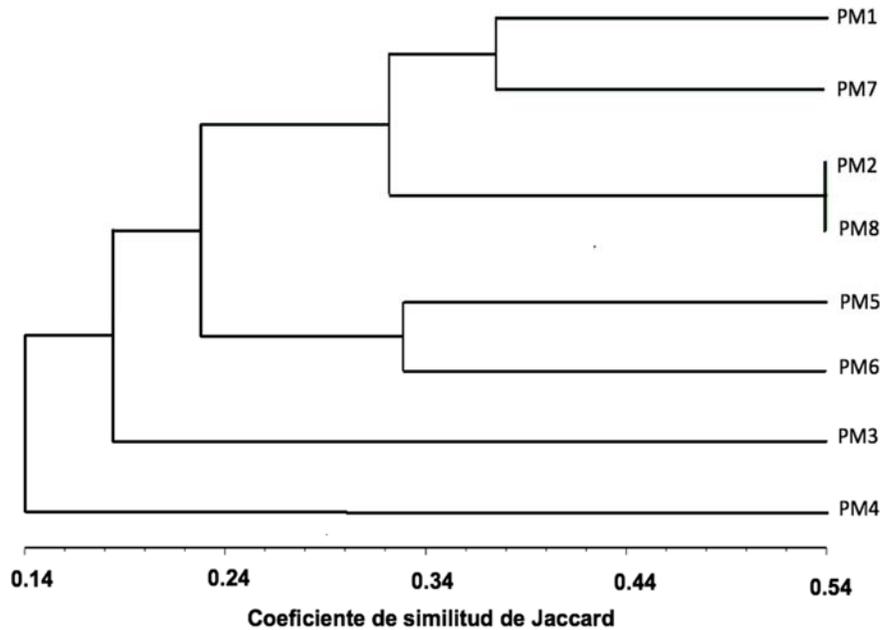


Imagen IV.32. Dendrograma generado con base en la matriz de similitud de Jaccard, por medio del algoritmo UPGMA (Método de agrupamiento de pares con media aritmética no ponderada).

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 (cuadro 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.

Cuadro 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (cuadro IV.13).

Cuadro 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. audubonii*) 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 estenóicas 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 (*Haemorhous mexicanus*), el rascador (*Melospiza 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 imagen IV.33 y el cuadro 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.

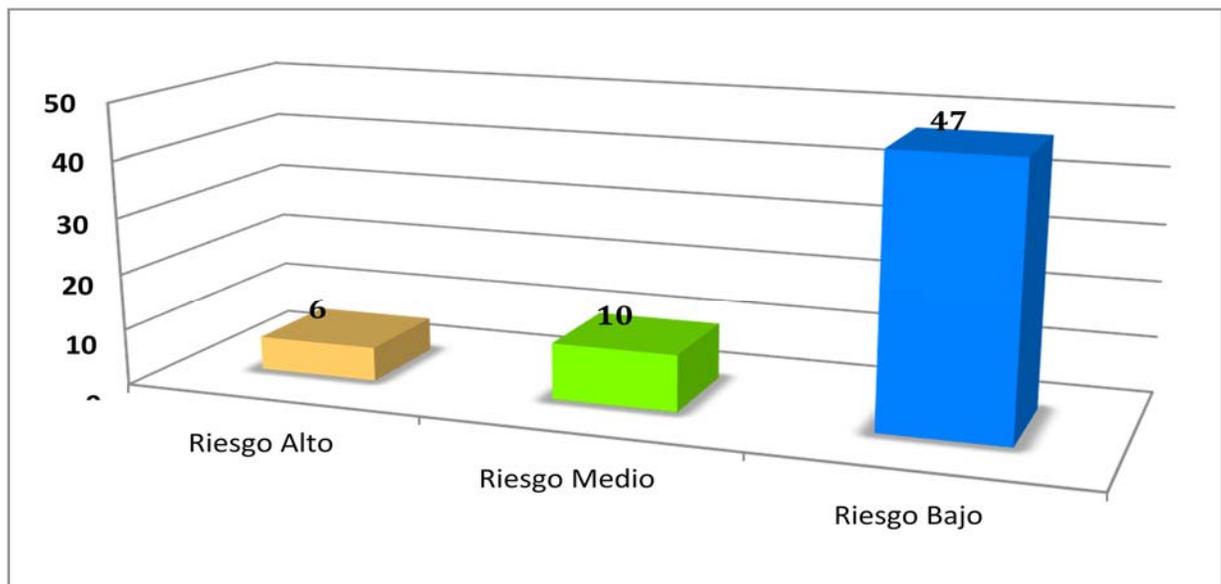


Imagen IV.33. Distribución de las categorías de índice de riesgo obtenidas en 63 especies de vertebrados registrados en el área de estudio.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro 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>Polioptila 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 polyglottos</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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Nombre Científico	Componentes del Índice de Riesgo										IR
	EC	E	GAP	M	EH	EB	FH	TE	ME	BSE	
<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>Dasyopus 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 sobreviven en los cerros alejados de las poblaciones, como es el caso del tlalcoyote (*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 proceso 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 cualitativa 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (Transelec, 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 matorral crasicaule en la planicie del SAR



Comunidad de matorral crasicaule en cerros y lomeríos

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		



Ferocactus latispinus



Mammillaria uncinata



Dasyliirion acrotiche, especie endémica, con estatus de Amenazadan



Cactácea (*Mammillaria rhodantha* sp. *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*), ceniztonle (*Mimus poliglottos*), cardenalito (*Pyrocephalus rubinus*), palomas (*Zenaida macrura*, *Columbina inca*), correcaminos (*Geococccys californianus*), gorriones (*Chondestes grammicus*, *Passer domesticus*), ratones (*Peromyscus gratus*, *P. difficilis*), zorrillos (*Spilogale angustifrons*) y conejos (*Sylvilagus audubonii*)

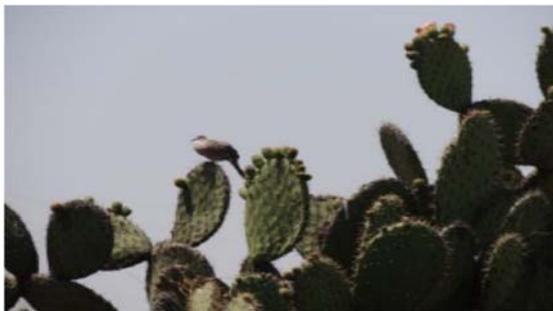
Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Ave (*Phainopepla nitens*)



Ratón de la roca (*Peromyscus difficili*)



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*)

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



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, Nolaptepec, 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 ed transmisión y la Central EVM I.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



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 los cuadros 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:

$$CI = 1/12 (FL+FA+AG+EN)$$

$$CV = 1/9 (AH+VC+II)$$

$$AV = 1/6 (PT+SV)$$

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 socioambientales que se presenten en el área o superficie a evaluar.

$$CI, CV \text{ ó } AV = 0,33-0,55 \text{ BAJA}$$

$$0,56-0,77 \text{ MEDIA}$$

$$0,78-1,00 \text{ ALTA}$$

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.15.a. 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=				
0,33-0,54 BAJO				
0,56-0,77 MEDIO				
0,78-1,00 ALTO				

Cuadro IV.15.b. 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)			

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Eta:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.15.c. 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)		

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 topografías, contraste suelo/vegetación), se procede a valorar cada uno de ellos. Los resultados se presentan en el cuadro 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, fauna 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 topografías, 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 topografías, 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro 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	

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

IV.5 Medio Socioeconómico

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 (imagen IV.34).

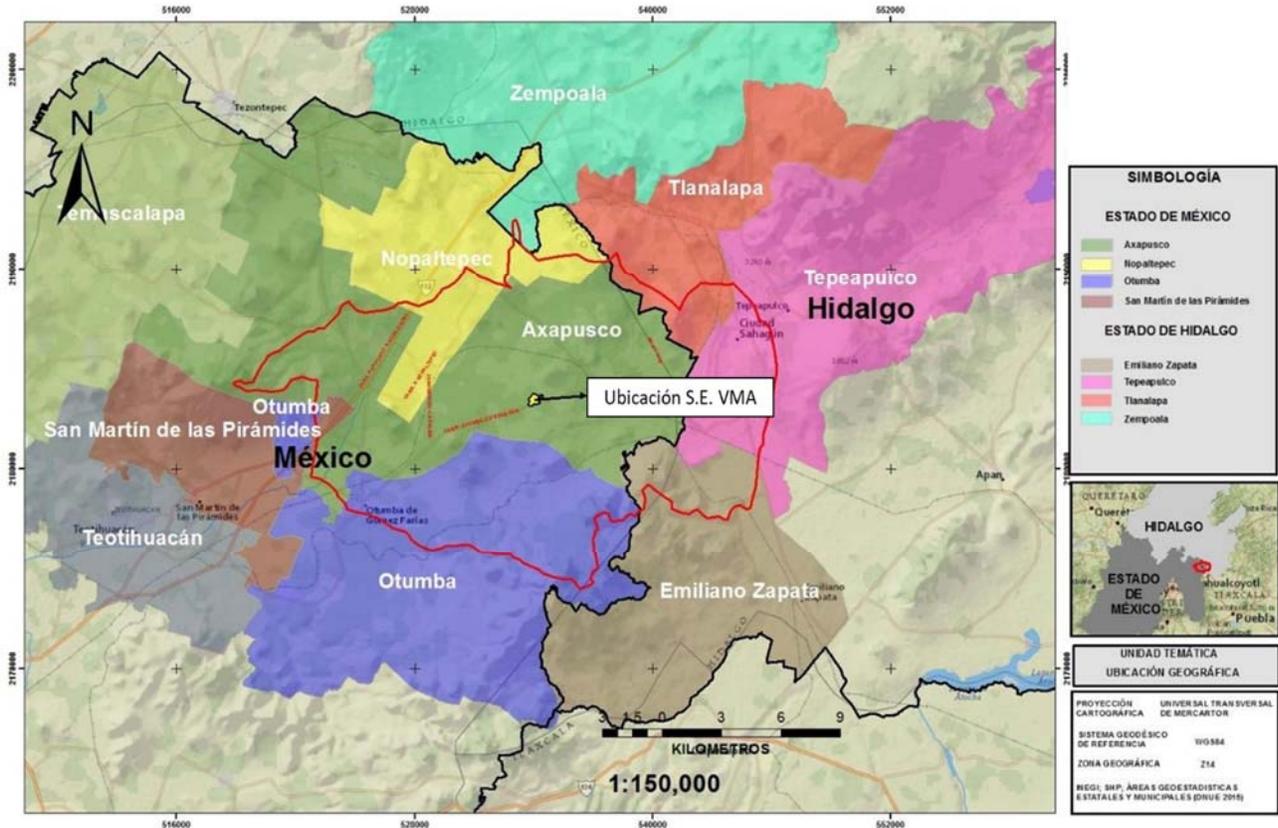


Imagen IV.34. Municipios involucrados en el SAR del proyecto.

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 el cuadro 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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 (cuadro IV.17).

Cuadro IV.17. Localidades y población en los municipios del SAR del proyecto.

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 Otumba con dos y el resto de los municipios sólo tiene un poblado rural (cuadro IV.17).

El poblado más cercano al sitio del proyecto **S.E. VMA** 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.35).

IV.5.2 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 (cuadro IV.18).

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 (cuadro IV.18).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.18. 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 (Tecuautitlán 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 Atepoxco	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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

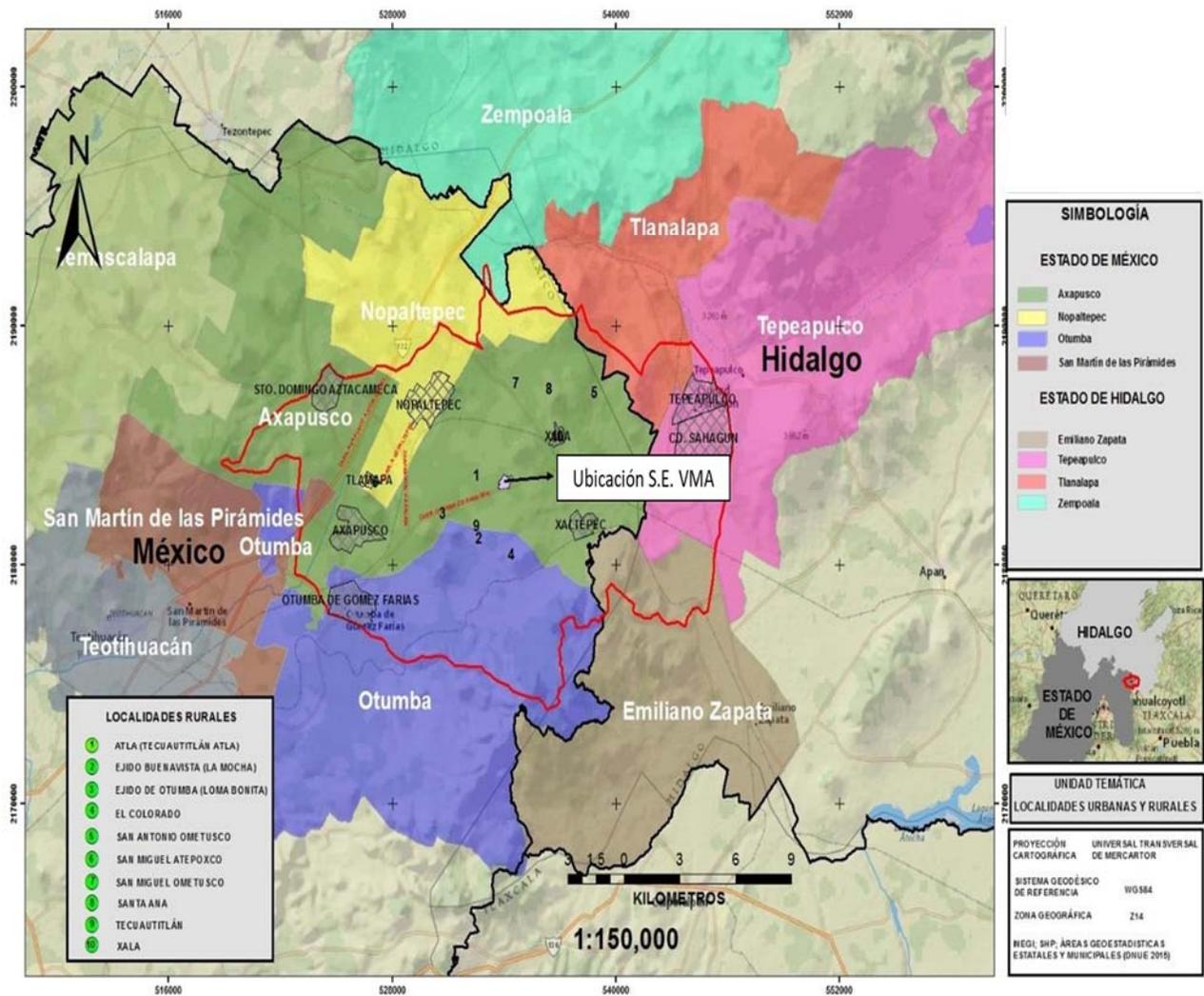


Imagen IV.35. Localidades en el SAR del proyecto.

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 cuadro IV.19.

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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.19. Migración por localidad en el SAR del proyecto.

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 (%)
Axapusco	3324	2309	991	2862	106	29.81
Atla (Tecuautilán 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 Atepocho	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 (cuadro IV.20).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.20. Índice y grado de marginación en los municipios del SAR del proyecto.

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.21 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.

Cuadro IV.21. Índice y grado de marginación en las localidades del SAR proyecto.

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
Tetepantla (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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 el cuadro IV.22 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 (Tecuautilan 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 (cuadro IV.23 e imagen IV.36). 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.22. Población derechohabiente de los principales servicios de salud por localidad del SAR, proyecto.

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 (Tecuautitlán 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 Atepoxtco	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#>

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.23. Población Indígena y hablantes por localidad del SAR del proyecto.

Localidad	% de población indígena	% de habitantes de habla indígena	% de hablantes de lengua indígena y no habla español
	Estado de México, Municipio de Axapusco		
Axapusco	1.11	0.33	0.00
Atla (Tecauaitlán 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
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
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
Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata			
Santa Clara	1.21	0.25	0.00
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

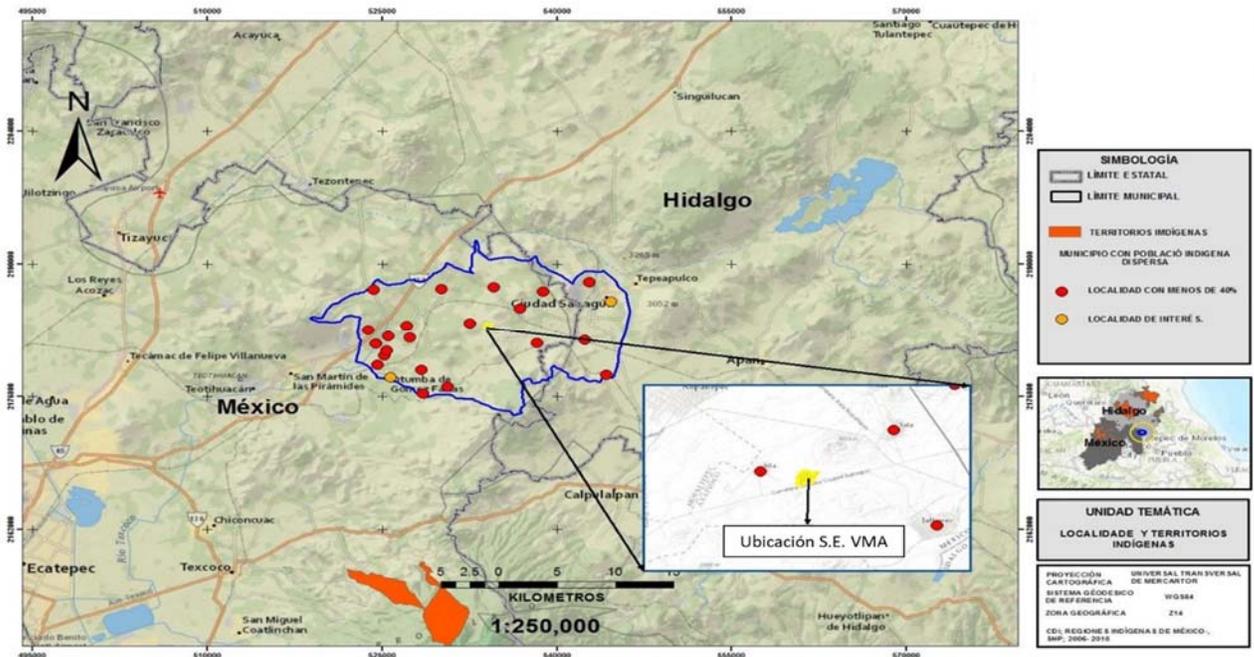


Imagen IV.36. Distribución de la población indígena en el SAR del proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 cuadro IV.24 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 Atepocho, 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

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.

Cuadro IV.24. Cobertura de servicios en las localidades del SAR del proyecto.

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							

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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							
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>

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 oscila entre el 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 (cuadro IV.25).

Cuadro. IV.25. Población económica activa y no activa, ocupada y desocupada por localidad del SAR del proyecto.

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
Estado de México, Municipio de Nopaltepec				
Nopaltepec	1360	1260	1324	36
San Felipe Teotitlán	1513	1348	1484	29
San Miguel Atepoxco	423	470	419	4
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
Estado de Hidalgo, Municipio de Emiliano Zapata				
Santa Clara	559	674	521	38
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>

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 (cuadro 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% (cuadro IV.26).

Cuadro IV.26. Población ocupada y su distribución según sector de actividad económica en los municipios del SAR del proyecto.

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 Xamimilolpa 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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 imagen IV.37 se presenta la distribución de las unidades económicas de la industria manufacturera, el comercio y servicios en los municipios del SAR.



Imagen IV.37. Distribución de las unidades económicas en los municipios del SAR del proyecto.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 (cuadro IV.27 e imagen IV.38).

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 Tepepantla 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

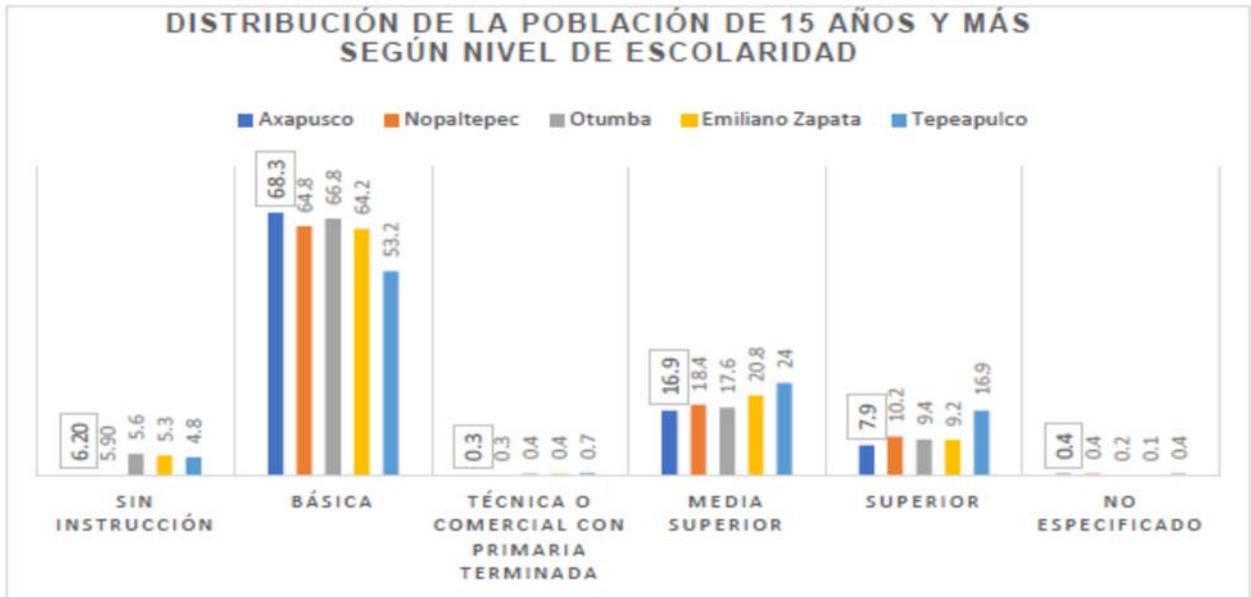


Imagen IV.38. Distribución de la población de más de 15 años según el nivel de escolaridad en los municipios del SAR del proyecto.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.27. Analfabetismo y nivel de escolaridad de la población de 15 años y más, en los municipios del SAR del proyecto.

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	Alfabeta	8,875	94.55	35,329	94.51	22,068	93.28	5,649	93.42	16,228	92.4
	Analfabeta	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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- **Conflictos Sociales.** En el censo de población de 2010, también se consultó a los encuestados sobre los conflictos que identifican en sus comunidades.

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 y 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 Atepocho 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.

➤ **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 Atepocho 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

➤ **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 y 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 futbol 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 futbol, voleibol, frontón, atletismo y basquetbol, así como un pequeño campo de beisbol, y también con siete campos de futbol, 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 futbol con pista de atletismo tipo olímpico, un estadio de beisbol, canchas de tenis, canchas de futbol, 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

IV.6.1 Conceptualización de la estructura del Sistema Ambiental Regional e identificación de los factores de presión y componentes ambientales críticos

En la imagen IV.39 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 el cuadro IV.28 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.

Cuadro IV.28. Componentes ambientales, atributos e indicadores en el SAR del proyecto.

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

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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

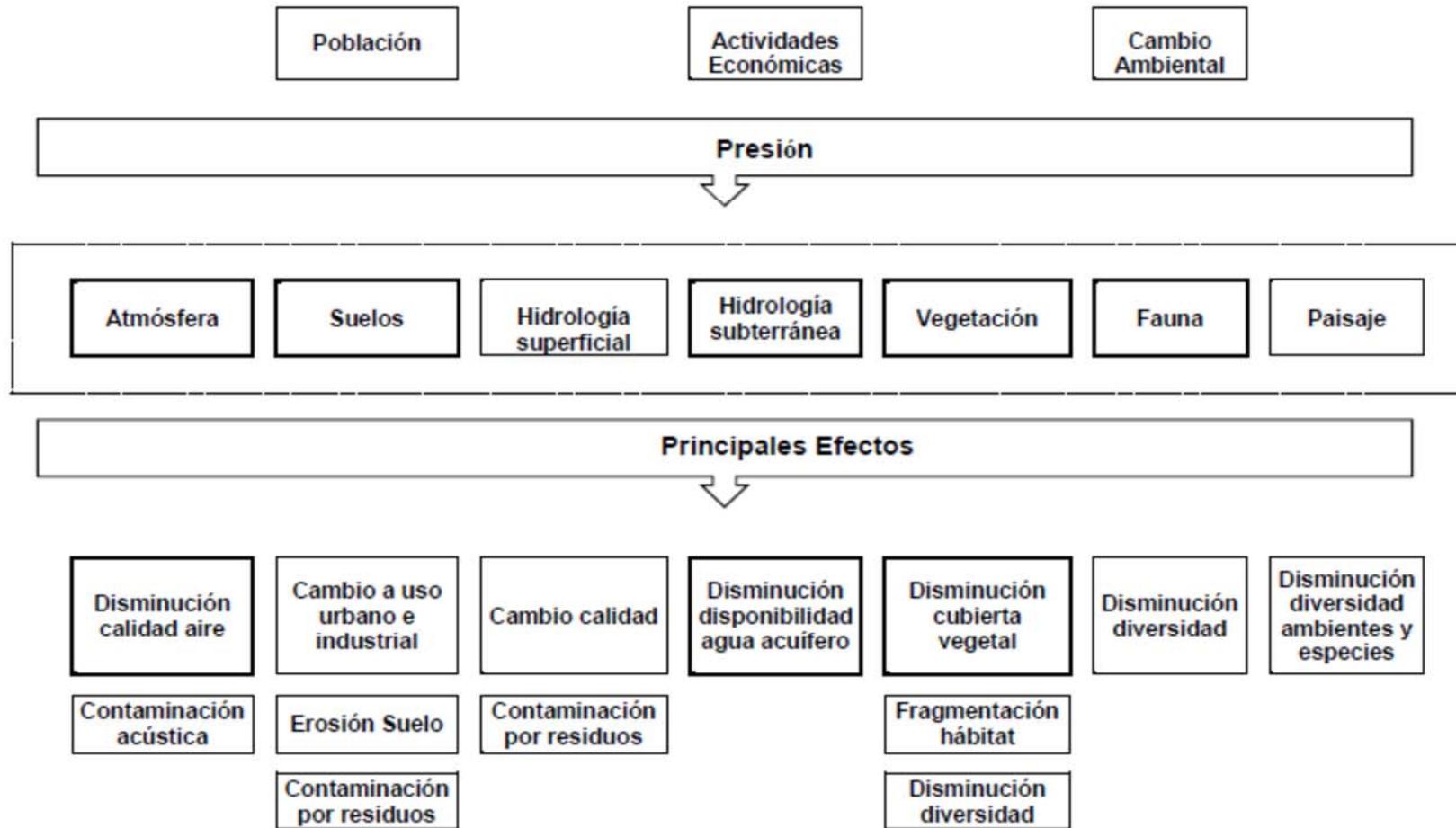


Imagen IV.39. Esquema de principales efectos ambientales en el SAR provocados por la población y actividades económicas

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 Concaril); Plásticos Automotrices de Sahagún (Padsa); Guderson Concaril; 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 (SOx), óxidos de nitrógeno (NOx), 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 la 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 se instaló la S.E. VMA, se conformaba por parcelas dedicadas a la 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 algunas zonas aledañas al 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 a 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 se 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 están clasificadas como amenazadas (*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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 adecuada, aún con el establecimiento del proyecto EVM II se mantendrán condiciones adecuadas de calidad del aire (NOx, SOx, 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- **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.

Cuadro IV.29. 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 (Tecuautitlán 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						
Localidad						
Nopaltepec	2156	2777	3209	3224	3467	60.81
San Felipe Teotitlán	2276	2689	3064	3625	3974	74.60
San Miguel Atepoxtco	702	860	1073	1180	1231	75.36
Estado de México, Municipio de Otumba						
Localidad						
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						
Localidad						
Santa Clara	1383	1533	1510	1419	1571	13.59
Estado de Hidalgo, Municipio de Tepeapulco						
Localidad						
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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro IV.30. Crecimiento de las viviendas en las localidades del SAR del proyecto 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 (Tecuautitlán 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

IV.7 Bibliografía

- **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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- **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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- 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 CentralAmerica. 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 Metyhos for amphibians. Measuring and monitoring biological diversity. (Heyer, W. R., M. A.
 - **Kohler, G y P. Heimes. 2002.** Stachelleguane. Herpeton. Verlag Elke Kôhler. 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- **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 Cuajotal. 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 Riba. 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.** Helminthos 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

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- 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.
 - **Transelect, S.A. 2009.** DIA Línea de Transmisión Eléctrica Transelect: 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:

<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>

www.amphibiaweb.org

www.reptile-database.org



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO V.

**IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN y
CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL**

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, EVALUACIÓN y CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

V.1 Identificación de impactos

Las actividades realizadas durante las actividades de operación y mantenimiento (OyM) del proyecto “**Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV**” (S.E. VMA), pueden generar ciertos impactos ambientales que pueden reflejarse sobre los elementos del sistema ambiental regional (SAR), por lo cual el enfoque del análisis de impactos ambientales se enfoca en asegurar que todos los elementos ambientales del SAR sean considerados en el mismo.

El análisis de los impactos ambientales a generarse como derivados de la OyM, tiene base en la identificación y evaluación de las condiciones ambientales esperadas en el área de influencia del proyecto (AIP) bajo las dos premisas siguientes:

- a. AIP sin el establecimiento del proyecto (línea base o línea cero).
- b. AIP con el establecimiento y desarrollo del proyecto.

Le metodología a emplearse para la identificación y evaluación de impactos ambientales considerados en la etapa de OyM de la S.E. VMA, se describe en el diagrama de bloques de la imagen V.1.

En los apartados de este capítulo de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para el proyecto SME VMA, se desarrolla y describe cada una de las etapas para identificar, evaluar y caracterizar los impactos ambientales, acumulativos y residuales del SAR consideradas la figura imagen V.1, como consecuencia de la ejecución de las actividades de OyM de la S.E. VMA.

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 de OyM para la S.E. VMA, es la siguiente.

La identificación de los impactos ambientales se realizó al aplicar siguientes 3 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 interacciones de acuerdo con la modificada por Leopold para reconocer los impactos ambientales directos entre actividades de proyecto y factores ambientales identificados;

La evaluación de los impactos ambientales identificados por la ejecución del proyecto se realiza de manera multidisciplinaria, siguiendo el proceso indicado enseguida:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etaa:	Operación y mantenimiento		

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.

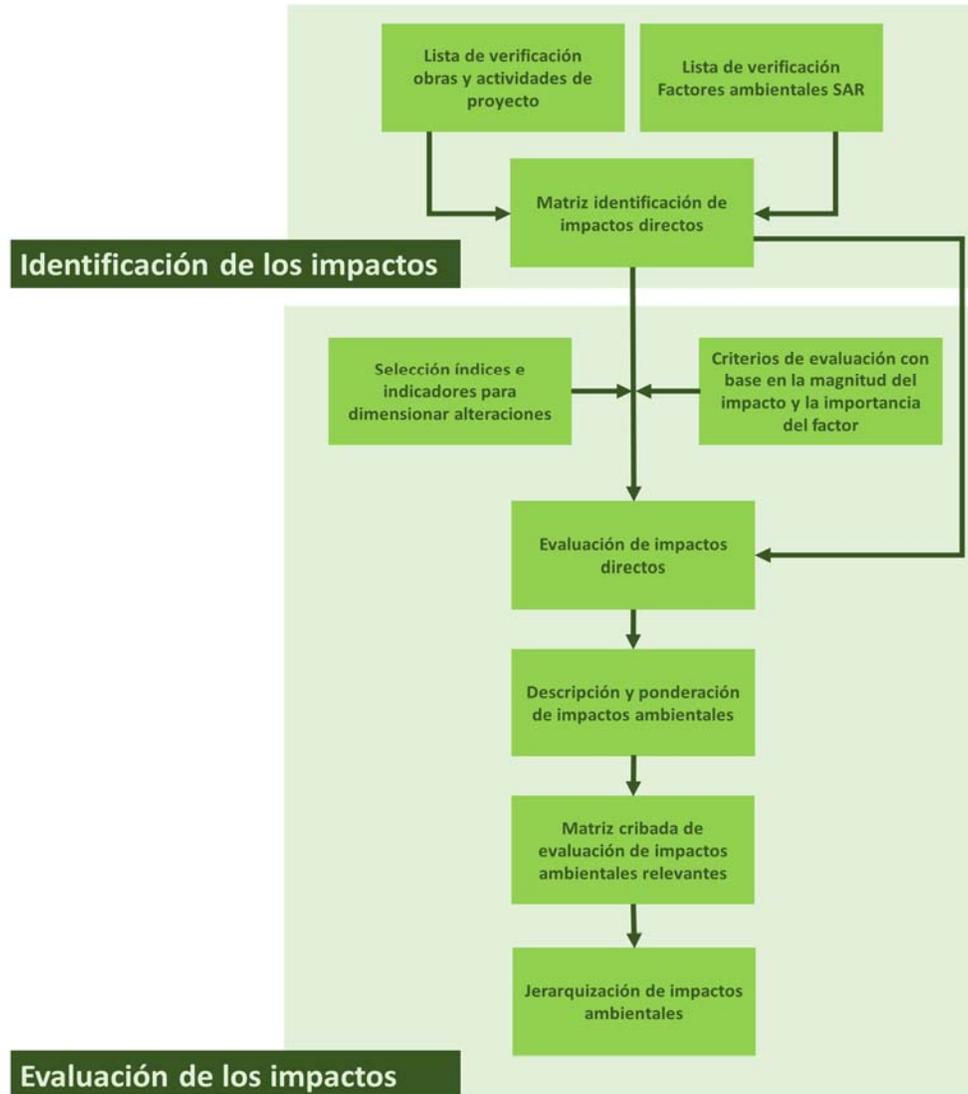


Imagen V.1. Esquema metodológico propuesto para la identificación y evaluación de los impactos ambientales del proyecto.

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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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 de la S.E. VMA 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 la etapa de OyM del proyecto, mismas que se presentan en el cuadro 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

Al aplicarse de la metodología para identificación de impactos ambientales indicada en el apartado V.1.1, misma que también se describe en la imagen V.1, resulta el cuadro V.2, donde se presentan los factores y componentes ambientales que pueden verse afectados por la ejecución del proyecto de la S.E. VMA en su etapa de OyM.

En función de la relevancia del componente ambiental afectado, se definen los indicadores ambientales de impacto y de cambio climático a considerarse que, a su vez, pueden monitorearse durante toda la vida útil del proyecto.

Los criterios para la definición de los factores ambientales potenciales para la recepción de impactos son 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.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro V.1. Lista de verificación de obras y actividades del proyecto en la etapa de operación y mantenimiento.

Obra y/o actividad	Descripción
Contratación de personal	Contratación del personal que realizará la OyM de la S.E. VMA, considerando que el mayor porcentaje será de zonas aledañas al proyecto.
Transporte/suministro de personal, insumos (agua servicios, combustible, etc.) y materiales	Esta actividad incluye el movimiento de vehículos y camiones para el traslado de equipos, materiales, personal y diversos insumos.
Consumo de energía eléctrica	Consumo de energía eléctrica para el funcionamiento de equipamiento y servicios de la S.E. VMA.
Operación S.E. VMA	Establecimiento de niveles de tensión adecuados para la transmisión de la energía eléctrica producida en la Central de Ciclo Combinado EVM II.
Mantenimiento S.E. VMA	En el mantenimiento de la S.E. VMA, se consideran las siguientes actividades de mantenimiento: <ul style="list-style-type: none"> A. Mantenimiento de banco de baterías 1 de 125/48/12 VCD B. Mantenimiento de planta de emergencia C. Termografía de equipo eléctrico primario zona 230 y 400 D. Inspección visual y toma de parámetros de operación (toma de lectura de niveles de SF₆ en estancos, niveles de aceite en transformadores de instrumentos, No. de operaciones de interruptores) E. Limpieza de gabinetes de control de GIS 230 kV F. Limpieza de gabinetes de control de GIS 400 kV G. Revisión aterrizamiento de equipo primario GIS 400 H. Revisión aterrizamiento de equipo primario GIS 230 I. Descarga de aguas de servicios a fosas colectoras de agua residual J. Residuos sólidos urbanos K. Lámparas fluorescentes y de vapor de mercurio L. Deshierbe de zonas operativas M. Recursos naturales y su aprovechamiento (agua potable)
Generación de agua de servicios	Como derivado de la OyM de la S.E. VMA, solo se considera la descarga de agua de servicios
Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos	El manejo y disposición de los residuos peligrosos se hará de acuerdo con la LGPGIR y su reglamento, mientras que, para el manejo de residuos de manejo especial y sólidos urbanos, el manejo se realizará de acuerdo con la regulación estatal y municipal, según corresponda el nivel de competencia.
Situación de emergencia	En caso de presentarse alguna emergencia dentro de la S.E. VMA, se consideran las posibles emisiones a la atmósfera, generación de ruido, vertidos y generación de residuos asociados a la etapa de emergencia, al control de esta y a las gestiones que se ocupen en esta materia de forma posterior a la resolución de la emergencia.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro V.2. Lista de verificación de factores ambientales que pueden ser afectados por la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Indicador ambiental a valorar
Abiótico	Aire	Calidad del aire	Emisión de gases de combustión NO _x y CO ₂ .
		Gases efecto invernadero	Emisión fortuita de hexafluoruro de azufre (SF ₆).
		Nivel de ruido	Niveles sonoros (dB) con respecto a normas: - NOM-080-SEMARNAT-1994 - NOM-081-SEMARNAT-1994
	Geomorfología	Relieve	Modificaciones a estabilidad y pendiente del terreno
	Hidrología	Calidad fisicoquímica	Calidad del agua con base en la NOM-001-SEMARNAT-1996
		Patrón de drenaje	Modificación de escurrimiento superficial, cuerpos de agua, áreas de recarga, etcétera.
		Acuífero	Modificación de balance hídrico, nivel freático y área de recarga.
	Suelo	Características físicas	Modificación propiedades físicas como son la porosidad, densidad (compactación), permeabilidad (infiltración), humedad
		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	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.)

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

V.1.4 Modelo matricial para determinar las interacciones entre el proyecto y ambiente

Una vez definidas las actividades de OyM del proyecto S.E. VMA, así como los factores ambientales blanco de estas dentro del SAR, se ejecuta la identificación de las interacciones directas que se generarán entre estas, teniéndose como resultado una matriz de impactos directos basada en la matriz modificada de Leopold (Leopold *et al.*, 1971), misma que considera en las columnas las actividades de OyM y en las filas, los factores ambientales impactables como efecto de su ejecución. El resultado final de la aplicación de este modelo matricial es la identificación de que elementos de los factores ambientales se ven impactados por las actividades de OyM contempladas para la conservación de la S.E. VMA

Al identificarse interacciones ente factores ambientales y actividades de OyM, estas se somborean de acuerdo con el siguiente código planteado en el:

Cuadro V.3. Código de colores de interacciones directas de impacto ambiental.

Código de interacción	Color de sombreado
Negativa	Rojo
Negativa/positiva	Naranja
Positiva	Verde
No aplica.	Gris oscuro

Al tenerse identificadas estas interacciones directas de impacto ambiental, estas se numeran a efectos de contabilizar cuantas interacciones existen, ya sea por factor ambiental, así como por actividad de OyM.

En el cuadro V.4, se presenta la matriz de interacciones de impacto ambiental para la etapa de OyM de la S.E. VMA.

De acuerdo con esta matriz se identificaron **19** interacciones de impacto ambiental, de las cuales **11** se consideran negativas, **6** 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.

El mayor número de interacciones directas de impacto ambiental corresponde a las actividades de operación de la S.E. VMA, con un total de 5 y mientras que, por otro lado, se tienen 4 correspondientes al transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y 3 para el mantenimiento de la S.E. VMA.

En el cuadro V.5, se presenta la descripción de las principales interacciones de impacto ambiental identificadas para la etapa de OyM del proyecto de la S.E. VMA.

Posteriormente se procedió a la valoración de los impactos directos con base en la métrica definida con los criterios de evaluación, con el objeto de determinar qué componentes y factores del medio serán afectados con mayor intensidad y cuáles actividades del proyecto serán las más críticas.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro V.4. Matriz de interacciones de impacto ambiental en la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividades de O&M							Total, por componente ambiental	Total por Factor Ambiental
			Contratación de personal	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales	Consumo de energía eléctrica	Operación S.E VMA	Mantenimiento S.E VMA	Generación de agua de servicios	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos		
Abiótico	Aire	Calidad del aire		1						1	4
		Emisión fortuita de SF6 (Hexafluoruro de azufre)				2				1	
		Nivel de ruido		3			4			2	
	Geomorfología	Relieve								0	0
	Hidrología	Calidad fisicoquímica						5		1	1
		Patrón de drenaje								0	
		Acuífero								0	
	Suelo	Características físicas						6	7	2	4
		Características químicas						8	9	2	
Estabilidad edáfica									0		
Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal							0	0	

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividades de O&M					Total, por componente ambiental	Total por Factor Ambiental		
			Contratación de personal	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales	Consumo de energía eléctrica	Operación S.E VMA	Mantenimiento S.E VMA			Generación de agua de servicios	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos
		Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT							0		
	Fauna	Abundancia y distribución				10			1	1	
		Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT							0		
Perceptual	Paisaje	Calidad del paisaje				11			1	1	
		Fragilidad visual							0		
Socioeconómico		Economía local	12	13	14	15	16		5	8	
		Actividades productivas				17	18		2		
		Bienes y servicios		19					1		
Total de interacciones por actividad			1	4	1	5	3	3	2	19	19
Total de interacciones por O&M			19								

Código de interacciones	Negativa
	Negativa/positiva
	Positiva
	No. Interacción
	No Aplica

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

El medio que muestra mayor interacción con las actividades de OyM del proyecto S.E. VMA, es el medio social con 8 interacciones, en su mayoría positivas y en segundo lugar, la calidad del aire y suelo del medio abiótico, con 4 interacciones cada una. 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 el cuadro V.5 se presenta una breve descripción de los principales impactos identificados.

Cuadro V.5. Descripción de principales interacciones de impacto ambiental identificadas en actividades de OyM en el proyecto de S.E. VMA.

Factor ambiental	Componente ambiental	Descripción de impactos previstos
Aire	Calidad del aire	La etapa de OyM de la S.E. VMA como tal, se considera libre de emisiones a la atmósfera, a reserva de posibles y eventuales emisiones fortuitas de gas hexacloruro de azufre (SF ₆) durante la posible ocurrencia de fallas en las subestaciones encapsuladas (GIS- Gas Insulated Substation), lo cual no es significativo ya que el volumen de gas SF ₆ es mínimo en el sistema de la subestación. Las emisiones a la atmósfera que realmente se consideran en esta etapa son las generadas por vehículos automotores requeridos para el transporte y/o suministro de personal, insumos y materiales.
	Nivel de ruido	Durante la OyM de la S.E. VMA, la emisión de ruido tendrá una intensidad muy baja, al punto de considerarse compatible con el entorno además de ser discontinua. Sin embargo, este bajo nivel sonoro se estará presentando durante toda la vida útil del proyecto.
Hidrología	Calidad fisicoquímica	Se consideran cambios en la calidad fisicoquímica del agua debido a que esta participará en el proceso de servicios de la S.E. VMA, pero esta será acumulada en la fosa colectora de agua residual
Suelo	Características fisicoquímicas del suelo	La generación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial durante esta etapa podría afectar las características fisicoquímicas del suelo si no se tiene un adecuado manejo de estos.
Vegetación y fauna	Abundancia y distribución de especies de fauna	El ruido provocado por la etapa de OyM de la S.E. VMA, aun siendo de baja intensidad, puede ahuyentar a algunas de las especies de fauna originalmente localizadas en el área del proyecto.
Perceptual	Calidad del paisaje y fragilidad visual	Los impactos principales asociados a la OyM de la S.E. VMA residen en la interrupción de la continuidad paisajística y visibilidad, es decir, la calidad visual del paisaje es el impacto principal para este componente ambiental y en esta etapa será casi permanente si se considera que la vida útil del proyecto es de 20 años.
Socioeconómico	Empleo	El impacto principal esperado es la generación de empleos y de forma implícita, el personal contratado debe ser capacitado lo cual generará una importancia considerable en el desempeño social y ambiental del proyecto.
	Bienes y servicios	El personal a realizar las operaciones de OyM del proyecto 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

V.1.5 Modelo conceptual de las interacciones del proyecto en el SAR del proyecto

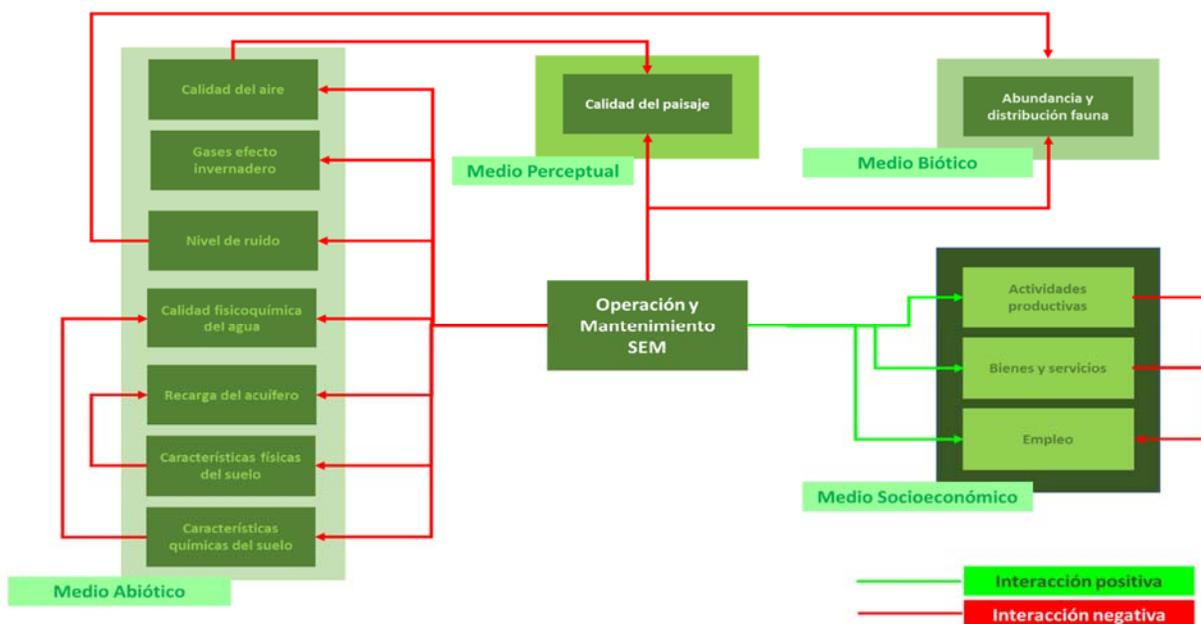
Una vez realizada la identificación de las interacciones de las actividades del proyecto de la S.E. VMA, con los factores del medio físico, biótico, perceptual y socioeconómico en el SAR del proyecto, se realiza un análisis sistémico basado en la teoría de dinámica de sistemas complejos, la cual considera 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 la etapa de OyM. 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 la imagen V.2, se muestra el modelo conceptual de las interacciones del sistema ambiental con la inclusión del proyecto de la S.E. VMA para la etapa de OyM. Es importante mencionar que durante la etapa de OyM del proyecto, 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.

Imagen V.2. Modelo conceptual de las interacciones de la etapa de operación y mantenimiento con el sistema ambiental regional.



Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Es importante aclarar que, como se describe en el capítulo II de esta MIA-R, al cabo del periodo de operación y mantenimiento del proyecto, correspondiente a 20 años, se evaluará la continuidad de éste con base en las condiciones físicas de su infraestructura y la interconexión de otros proyectos que requieran la transmisión y distribución de energía eléctrica a efectos de determinar si es factible o no continuar con el proyecto y en su caso, aplicar al desmantelamiento de este.

V.2 Evaluación de impactos

Para realizar la evaluación de los impactos ambientales que se provocarán en las diferentes obras y actividades del proyecto S.E. VMA 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:

$$0.111 \quad MED < 1$$

- 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:

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

$$0 < SAC < 1$$

- 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:

$$I_{ij} = MED_{ij}(1 - SAC_{ij})$$

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:

$$S_{ij} = I_{ij} * (1 - 1/9 (T_{ij}))$$

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 se apoya 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).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Algunas de las ventajas de esta metodología son las siguientes:

- No se duplican las actividades del proyecto con respecto a los impactos;
- La información es organizada en un formato simple, no se elaboran matrices complejas;
- Los juicios sobre los impactos son rastreables;
- Es un procedimiento sistemático y objetivo, en el que todos los impactos se evalúan bajo los mismos criterios;
- 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 el cuadro V.6.

Cuadro V.6. Clasificación y definición de los criterios utilizados para evaluar.

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 (cuadro V.7), dependiendo del efecto que una actividad tiene sobre el componente ambiental.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro V.7. Escala original 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

Los criterios calificadores de regulaciones ambientales, confianza, cantidad y calidad de información que soportan la predicción, se evalúan en términos de si están presentes o no.

Los criterios y escalas utilizadas para asignación de valores a la interacción identificada se definen en el cuadro V. 8.

Cuadro V.8. Criterios y escala de evaluación utilizada para las interacciones de impacto ambiental.

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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Criterios básicos	Escala		
	1 – 3	4 – 6	7 – 9
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 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 el cuadro V.9.

Cuadro V.9. Ecuaciones aplicadas para la evaluación y significancia de los impactos Índices obtenidos.

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;
S_{ij} = Efectos sinérgicos;
E_{ij} = Extensión espacial;
A_{ij} = Efectos acumulativos;
D_{ij} = Duración;
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

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 el cuadro V.10, se presenta la evaluación realizada a cada una de las interacciones identificadas, separadas para la etapa de OyM del proyecto:

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Cuadro V.10. Matriz de significancia de las interacciones identificadas en la etapa de OyM de la S.E. VMA.

Impacto ambiental (Interacción ij)		Criterios básicos			Complementarios				Calificadores				Índice básico	Índice complementario	Índice sin mitigación	Significancia	Clase Sij	Carácter
Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	M	E	D	S	A	C	T	In	Cz	Cf	Es	MEDij	SACij	Iij	Sij		
		1	Calidad de aire	5	8	8	0	1	0	3	N	A	S	S	0.778	0.037		
2	Emisión fortuita de SF6 (Hexafluoruro de azufre)	5	8	8	4	8	0	8	S	A	S	S	0.778	0.444	0.870	0.097	B	(-)
3	Nivel de ruido	Transporte de insumos, materiales y personal											0.333	0.111	0.377	0.167	B	(-)
4		Mantenimiento S.E. VMA											0.333	0.407	0.522	0.174	B	(-)
5	Calidad fisicoquímica del agua	Generación de agua de servicios											0.370	0.111	0.414	0.230	B	(-)
6	Características físicas del suelo	Generación de agua de servicios											0.407	0.037	0.421	0.234	B	(-)
7		Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos											0.370	0.111	0.414	0.184	B	(-)
8		Generación de agua de servicios											0.407	0.000	0.407	0.226	B	(-)
9	Características químicas del suelo	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos											0.370	0.111	0.414	0.184	B	(-)
10	Abundancia y distribución (fauna)	Operación SEM											0.704	0.000	0.704	0.547	A	(-)
11	Calidad del paisaje	Operación S.E. VMA											0.667	0.185	0.719	0.559	A	(-)
12		Contratación del personal											0.704	0.074	0.722	0.722	A	(+)
13	Economía local	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales											0.481	0.037	0.495	0.330	M	(+)
14		Consumo de energía eléctrica											0.481	0.333	0.614	0.341	M	(+)
15		Operación S.E. VMA											0.481	0.074	0.508	0.508	A	(+)
16	Actividades productivas	Mantenimiento S.E. VMA											0.481	0.074	0.508	0.508	A	(+)
17		Operación S.E. VMA											0.630	0.037	0.641	0.356	M	(+/-)
18	Mantenimiento S.E. VMA											0.630	0.037	0.641	0.356	M	(+/-)	
19	Bienes y servicios	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales											0.481	0.037	0.495	0.220	B	(+)

Criterios básicos:	M = Magnitud, E = Extensión, D = Duración	i = factor ambiental,
Criterios complementarios:	S = Sinergia, A = Acumulación, C = Controversia, T = Medidas de mitigación	j = acción del proyecto
Criterios calificadores:	In = Información, Cz = Certeza, Cf = Confianza, Es = Estándares	
Carácter del impacto:	+ = Positivo, - = Negativo	

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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

En el cuadro V.11, se observa el resumen de interacciones resultantes de la etapa de OyM del proyecto de acuerdo a su significancia, considerando de antemano que las medidas de mitigación estarán enfocadas principalmente en el control de emisiones por los vehículos automotores, la generación de agua de servicios y la generación de residuos. Además, los impactos considerados como positivos están directamente relacionados con la economía local y los bienes y servicios resultantes de la ejecución de la OyM del proyecto, por lo tanto, se debe asegurar que estos sean dirigidos a la comunidad aledaña y contenido en el SAR.

Cuadro V.11. Resumen de impactos por significancia.

No. Interacciones	B	M	A	MA	Total	Puntos	%
Negativas	8	--	3	--	11	3.12	48.33
Positivo/Negativas	--	2	--	--	2	0.71	11.01
Positivas	1	2	3	--	6	2.63	40.67
Total	9	4	6	--	19	6.47	100
Puntos	1.72	1.38	3.37	6.47			
%	26.53	21.38	52.09	100			

V.2.3 Matriz de significancia de impactos ambientales

Una vez evaluadas las interacciones e impactos ambientales de la etapa de OyM del proyecto, señaladas en el cuadro V.10, se integra la matriz de significancia de dichas interacciones, al capturar los valores obtenidos, mismos que se presentan en el cuadro V.12.

Es importante recalcar que ninguno de los impactos identificados es considerado como muy alto (MA), es decir, ninguna de estas interacciones genera alteraciones a los ecosistemas, a los recursos naturales, a la salud, así como no obstaculiza la existencia y el desarrollo de los habitantes de la comunidad y de otros seres vivos, además de no comprometer la continuidad de los procesos naturales que se dan en el SAR.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Cuadro V.12. Matriz de significancia de los impactos ambientales de la etapa de OyM del proyecto S.E. VMA.

Código de interacciones	Medio	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividades de O&M							Total por componente ambiental	Total por factor ambiental		
				Contratación de personal	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales	Consumo de energía eléctrica	Operación S.E. VMA	Mantenimiento S.E. VMA	Generación de agua de servicios	Generación de residuos peligrosos, de empaque especial y sólidos urbanos				
Negativa	Abiótico	Aire	Calidad del aire		0.523							0.523	0.961	
Negativa/positiva			Emisión fortuita de SF6 (Hexafluoruro de azufre).				0.097							0.097
Positiva			Nivel de ruido		0.167			0.174						0.341
No. Interacción		Geomorfología	Relieve										0.000	0.000
No Aplica		Hidrología	Calidad fisicoquímica						0.230				0.230	0.230
			Patrón de drenaje										0.000	
			Acuífero										0.000	
		Suelo	Caraterísticas físicas						0.234	0.184			0.418	0.828
			Características químicas						0.226	0.184			0.410	
			Estabilidad edáfica										0.000	
		Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal									0.000	0.000
				Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT										
		Fauna	Abundancia y distribución					0.547					0.547	0.547
			Especies en riesgo NOM-059-SEMARNAT										0.000	
		Perceptual	Paisaje	Calidad del paisaje				0.559					0.559	0.559
	Fragilidad visual												0.000	
	Socioeconómico	Economía local		0.722	0.330	0.341	0.508	0.508				2.410	3.342	
		Actividades productivas					0.356	0.356				0.712		
		Bienes y servicios			0.220							0.220		
			Sumatoria por actividad de OyM	0.722	1.241	0.341	2.067	1.038	0.690	0.368	6.47	6.47		
			Sumatoria por etapa de OyM de SEM VMA	6.47										

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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

V.3 Caracterización y descripción de los impactos para etapa de Operación y Mantenimiento

A continuación, se hace la descripción de los impactos ambientales identificados para el proyecto de OyM de la S.E. VMA.

V.3.1 Factor aire

Los principales efectos que se observarán sobre la calidad del aire a razón de la OyM de la S.E. VMA, son los asociados a la circulación de vehículos para el traslado del personal desde su punto de origen hasta la S.E. VMA, así como los de proveedores y/o contratistas de ciertos productos y/o servicios asociados a la S.E., donde los principales protagonistas son el monóxido de carbono y los óxidos de nitrógeno.

Una actividad que genera emisiones asociadas con la calidad del aire, en muy baja escala, es la puesta en servicio de la planta de emergencia de la S.E. VMA, misma que se pondrá en funcionamiento alrededor de 1 hora de forma bimestral a efectos de asegurar su funcionamiento apropiado, por lo cual el efecto de las emisiones por este concepto es prácticamente despreciable.

Un elemento que podría ser considerado como posible contribuidor al deterioro de la calidad del aire y al calentamiento global derivado de la OyM de la S.E. VMA, es el gas hexafluoruro de azufre (SF₆), considerado como gas efecto invernadero (GEI) con el que están encapsuladas las subestaciones GIS (Gas Insulated Switchgear) que tiene la S.E., pero la única forma de emisión probable durante esta etapa del proyecto, es su liberación en caso de incidente fortuito ya que en condiciones normales de operación, no se espera ni siquiera la emisión fugitiva de este gas en vista de que el sistema de contención es totalmente cerrado, seguro y prácticamente sin posibilidad de generación de fugas, además que todos los equipos mantienen monitoreo permanente, así como continuo de posibles fugas y en caso de que se llegara a dar el caso, cualquier fuga se puede detectar y corregir de forma inmediata, siendo despreciable la cantidad de gas liberado.

En cuanto al componente ambiental ruido, prácticamente la operación de la S.E. VMA es libre de ruido y la generación de este se daría en las operaciones de mantenimiento correctivo, preventivo y mayor, de forma totalmente discontinua y difícilmente sobrepasará el límite del predio. Por otro lado, otro factor de generación de ruido se presentará al momento del arribo y retiro del personal asignado a la S.E. a través del funcionamiento de sus vehículos, mismo que es mínimo.

El facto ambiental aire, muestra significancia alta por el componente ambiental calidad del aire derivada por las emisiones generadas por el transporte de insumos, personal, etcétera y a su vez, los componentes para el tema ruido y posible emisión de hexafluoruro de azufre (SF₆) si bien son negativos, muestran baja significancia.

V.3.2 Factor hidrología

Los efectos del proyecto de OyM para la S.E. VMA en relación con el factor hidrología, se asocian directamente con la calidad fisicoquímica del agua generada después de la utilización de esta en los servicios sanitarios y en actividades de limpieza de las áreas de trabajo de la S.E. En consecuencia, la calidad del agua resultante es de tipo doméstico, siempre considerando que esta no es utilizada en ningún proceso distinto al de los servicios del sitio.

Con respecto a la disposición del agua procedente de servicios, esta será captada en fosas colectoras de agua residual y de forma posterior, estas fosas serán drenadas para redirigir el agua a la planta de tratamiento de agua residual indicada por el organismo de agua de la municipalidad.

Este impacto se considera como negativo y de significancia baja.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

V.3.3 Factor suelo

Los principales riesgos de contaminación para el suelo están asociados a la generación y gestión de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos, pero es posible que se generen en algún momento como efecto de las actividades de mantenimiento preventivo, correctivo y/o mayor de la S.E. VMA

Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial serán segregados y dispuestos temporalmente en contenedores distribuidos e identificados en el sitio. En relación con los residuos de manejo especial, se contempla la generación de material de embalaje, cartón, madera, pedacera de cable y manguera, mientras que se contempla la generación eventual de cierto equipo de protección personal (cascos, botas, guantes).

La generación de residuos peligrosos si se contempla en el esquema de OyM de la S.E. VMA, pero solo durante la ejecución de operaciones de mantenimiento correctivo, preventivo y mayor de la infraestructura del proyecto, generándose estos en una cantidad menor a los 400 kg.

Para el manejo de toda la gama de residuos a generarse, se dará cumplimiento puntual a los requisitos para su gestión de acuerdo con 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, así como a Leyes o Reglamentos Estatales y Municipales relacionados, según corresponda.

Con respecto a la relación agua sanitaria- características físicas y químicas del suelo, el contacto se podría hacer como derivado de un derrame fortuito durante el trasvasado para el retiro de esta agua desde la fosa colectora de la S.E. VMA, situación que tiene baja probabilidad de ocurrencia e implicaría solamente el lavado del área en la que se presentó el derrame.

Finalmente, estos impactos identificados son considerados como negativos, pero de baja significancia.

V.3.4 Factor fauna-abundancia y distribución

Las distintas actividades que serán llevadas a cabo en la Operación del Proyecto conllevarán efectos sobre la distribución espacial y circulación de la fauna existente que habita en áreas aledañas al proyecto, principalmente en la periferia ya que estas estarán restringidas por el muro perimetral que delimita la S.E. VMA

El impacto residual sobre este componente se considera moderado ya que las distintas actividades realizadas actualmente en el sitio, principalmente la agricultura, han generado cierto ahuyentamiento de especies de fauna, y la poca calidad ambiental para presentar un hábitat adecuado para las mismas es casi nula, sobre todo hablando de especies sensibles.

Una vez finalizada la vida útil del Proyecto y ejecutadas las actividades de cierre, las especies de fauna irán recolonizando las áreas que hayan sido ocupadas por este.

Este impacto es considerado como negativo y de significancia alta.

V.3.5 Factor paisaje

La Operación de los elementos que integran el Proyecto modificará la calidad visual, la continuidad paisajística y la visibilidad por la inserción de elementos artificiales en el medio. Tomando en cuenta las características del sitio, que se encuentra actualmente perturbado por el constante crecimiento agrícola de la zona, la presencia de los elementos del Proyecto no representará una degradación considerable, ello en comparación de si el Proyecto se realizará en áreas forestales y bien conservadas en su componente paisaje.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Una vez que finalice la vida útil del Proyecto, se procederá a dismantelar la infraestructura del Proyecto, de forma que el sitio pueda regresar a una condición similar a su estado original o en su defecto, compatible con el entorno. Una vez que esto suceda, los efectos sobre el paisaje habrán desaparecido.

Este impacto ambiental es considerado como negativo y de alta significancia.

V.3.6 Factor socioeconómico

La OyM del proyecto de la S.E. VMA en el factor socioeconómico implica la generación de impactos totalmente positivos siempre considerando:

- **Empleo.** Se favorecerá la contratación de habitantes de las zonas aledañas a la S.E. VMA.

La generación de empleos 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 otra parte, la contratación de personal conlleva a la capacitación de este para la adecuada ejecución de sus actividades, significando esto un beneficio a nivel cultural y técnico de los habitantes de la región.

Los impactos asociados con la contratación del personal tienen una significancia alta y positiva.

- **Actividades productivas.** El efecto del proyecto sobre las actividades productivas regionales tiene efectos positivos, en vista que el establecimiento de la S.E. VMA conllevará también una importante derrama económica por el empleo y una demanda de servicios importante durante su etapa de OyM, así como contribuirá a satisfacer la demanda de energía en la zona centro del país y reforzar la tensión eléctrica en zonas específicas de este.

Los impactos asociados con la promoción de generación de actividades productivas en la región tienen una significancia media y de carácter positivo- negativo.

- **Bienes y servicios.** Con la operación de la S.E., 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.

Estos impactos se consideran positivos, positivos/negativos y de moderados a altos.

V.4 Indicadores de impacto y de cambio climático

Loa siguiente se consideran como indicadores ambientales empleados en la evaluación de impactos ambientales del proyecto S.E. VMA:

a. Atmósfera

- **Calidad del aire**
Como parámetro de calidad del aire considerado que los principales emisores son fuentes fijas para transporte de personal e insumos hacia la S.E. VMA, se consideran los parámetros de las siguientes Normas Oficiales Mexicanas:
 - ✓ **NOM-041-SEMARNAT-2015.** Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
 - ✓ **NOM-045-SEMARNAT-2017.** Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diésel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- **Ruido**

Para medición y punto de comparación de las emisiones de ruido perimetral por la S.E. VMA, se aplicarán los límites máximos permisibles de la Norma Oficial Mexicana:

- ✓ **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**

Como indicador de la calidad del agua generada, se empleará la referencia de las aguas de servicios generadas en el sitio considerando la siguiente Norma Oficial Mexicana:

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

- c. **Paisaje**

En vista de que buena parte las cualidades estético-paisajísticas en los alrededores del predio del proyecto ya han sido alteradas por las múltiples actividades agrícolas que allí se realizan, por asentamientos humanos, infraestructura carretera y eléctrica, así como por la construcción las centrales EVM I y EVM II, no es factible establecer algún indicador que permita determinar cambios o tendencias en el paisaje distinto al uso actual del suelo del sitio donde se estableció la S.E. VMA, mismo que se conserva desde la construcción del proyecto y está denominado como zona de **Obra de Infraestructura** y el uso de suelo autorizado es **Instalación de planta generadora de energía eléctrica.**

- d. **Socioeconómico**

El indicador básico para este factor ambiental está basado en el número de empleos directos e indirectos que se generarán como parte de la OyM de la S.E. El indicador adquiere 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.

- e. **Suelo**

El indicador seleccionado para el potencial de contaminación del suelo será tanto el tipo y volumen de residuos sólidos urbanos, de acuerdo a lo estipulado en:

- ✓ Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- ✓ Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.
- ✓ Código de Biodiversidad del Estado de México.

- f. **Vegetación y fauna**

Con respecto a la vegetación y fauna, el indicador será la verificación de las especies que tienen instaurado algún grado de protección con respecto a los listados de la siguiente 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.

V.5 Delimitación del área de influencia

Para la delimitación del área de influencia del proyecto EVM se consideraron básicamente dos criterios, definidos en función de su evaluación de impacto ambiental. Los criterios que se tomaron en cuenta son:

- a. 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 Tecuautitlán 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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

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.

- b. 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, instalación vecina de la S.E. VMA, difícilmente es percibida desde los puntos de observación (caminos, carreteras y asentamientos humanos, principalmente). No obstante que la superficie del este círculo es de 19.64 km², la superficie real de afectación sería de 12.8 km² aproximadamente, tomando en cuenta la cuenca visual dentro de la misma, la cual es delimitada por los cerros y lomeríos presentes en el entorno.

V.6 Impactos residuales

De los impactos principales identificados en este Capítulo V de la MIA-R del proyecto “Operación y mantenimiento de la Subestación de Maniobras VMA a 230 y 400 kV” (S.E. VMA), así como en consideración a la ejecución de las medidas de prevención, mitigación y compensación, y a la implementación de controles como buenas prácticas para el desarrollo del Proyecto, descritos en el siguiente Capítulo VI, se anticipa que, para cada componente ambiental, los siguientes impactos presentarán una residualidad en el sitio.

Los impactos residuales considerados de la OyM del proyecto son los siguientes:

a. Factor aire

El impacto residual ligado al factor aire durante la etapa de OyM de la S.E. VMA, manifestado como emisiones a la atmósfera, está relacionado directamente con la circulación de los vehículos para el transporte de personal y la emisión de partículas suspendidas resultantes, siempre teniendo presente que estos traslados son de baja incidencia dado el bajo número de personal que atenderá las actividades de la S.E.

b. Factor fauna- abundancia y distribución

El impacto residual de la etapa de OyM de la S.E. VMA sobre el factor fauna de la localidad, es bajo y está ligado al ahuyentamiento involuntario de las especies por la presencia del personal encargado de las actividades de OyM, así como por el establecimiento de los límites de la S.E., materializados en el muro perimetral de la misma.

Es importante recalcar que las actividades agrícolas realizadas en la localidad previa implementación del proyecto, resultaron en el ahuyentamiento previo de especies animales en el sitio, siempre teniendo como antecedente que esto genera una baja calidad del ambiente existente a efectos de ofrecer un hábitat apropiado para la subsistencia de estas especies, sobre todo si son especies sensibles a cambios asociados a delimitación espacial.

c. Factor paisaje

Un impacto residual del proyecto de OyM para la S.E. VMA relacionado con el factor paisaje, es la pérdida de continuidad del paisaje como consecuencia de las edificaciones, estructuras mayores, menores y muro perimetral requeridos por el proyecto, mismos que se insertan en discontinuidad del creciente entorno agrícola que predomina en la localidad. Sin embargo, la inserción de estos elementos al paisaje tiene una baja significancia además que el área donde se hace la instalación de la S.E. no se hace en áreas con un grado de conservación alto de su paisaje.

En la etapa de desmantelamiento del proyecto y con el acoplamiento de edificaciones, estructuras y/o equipamiento de la S.E. VMA, se estará reacondicionando el área donde se dio la implementación de esta a condiciones similares a las originales con las que inicio el proyecto con el objeto de generar compatibilidad del área desmantelada con el entorno, eliminándose con esto los efectos de la ubicación de la S.E. sobre el paisaje.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

V.7 Impactos acumulativos

Del análisis de los impactos ambientales a generarse durante la etapa de OyM del proyecto de la S.E. VMA, así como de acuerdo con su caracterización y descripción, se determina que los impactos acumulativos y sinérgicos son:

a. **Modificación de distribución espacial Fauna- abundancia y distribución**

La fauna que habitaba en el área de instalación del proyecto modificó su distribución espacial en consecuencia del establecimiento de los nuevos límites físicos y espacios habitables durante la etapa de construcción del proyecto, mientras que para la etapa reportada en este capítulo, los límites espaciales del proyecto ya están bien definidos con la instauración de los muros perimetrales de la S.E. VMA, situación que obliga a que el tránsito de alguna especies animales que habitan el SAR no podrán moverse libremente sobre el polígono del terreno del proyecto.

Considerando el conjunto límites espaciales- distribución de fauna, se debe mencionar que la fauna que requiriera desplazarse por el polígono al final encontrara nuevas rutas para poder desplazarse dentro del SAR y posiblemente a través del polígono del proyecto, no implicando esto una condición de peligro que pueda resultar en un desequilibrio ecológico del SAR o bien, del área en la que este fue ubicado.

Dadas la naturaleza de resguardar la instalación de la S.E. VMA, es mandatorio tener en mente que el impacto perdurará durante toda la vida útil del proyecto.

b. **Disminución de las cualidades estéticas del paisaje**

Dentro de los impactos principales identificados para la OyM de la S.E. VMA y que, a su vez, también se considera como acumulativo, es relacionado a las cualidades estéticas del paisaje en vista que la continuidad del paisaje se ve modificada y la calidad visual se disminuye con la aparición de la S.E. entre este.

Actualmente el paisaje dentro del SAR presenta una calidad baja debido a la creciente mancha de las localidades y de actividades industriales, la apertura de nuevos caminos y sobre todo la creciente actividad agrícola y agropecuaria, actividades que paulatinamente han impactado negativamente en este factor. El desarrollo del Proyecto presentará impactos acumulativos a este componente debido a la interrupción de la continuidad paisajística y visibilidad, así como la disminución de la calidad visual

V.8 Conclusiones

En el sitio donde se hace la instalación del proyecto, así como en la zona de influencia de este y en el SAR, se observa como antecedente, que ciertos componentes ambientales ya habían sido modificados de forma previa a la construcción de la S.E. VMA en consecuencia de la realización de actividades antropogénicas agrícolas y ganaderas, la urbanización con vías de acceso a las comunidades y actividades industriales, teniéndose estas dos últimas en menor escala.

La metodología para la identificación de impactos ambientales empleada para el proyecto de la S.E. VMA, analiza la relación de las actividades de proyecto de la mano con cuales son los factores y componentes ambientales susceptibles para verse impactados durante la etapa de operación y mantenimiento de este. Esta relación de actividades-impactos, se detalla de mejor manera al hacer la revisión de las interacciones correspondiente teniendo como resultado de esto, la determinación de la escala de importancia de estos impactos de acuerdo con su significancia final.

De acuerdo con la metodología empleada, la identificación y evaluación de impactos ambientales para la etapa de operación y mantenimiento de la S.E. VMA, se concretan 19 impactos ambientales identificados y evaluados, de los cuales 11 son considerados como negativos y de los cuales solo 3 muestran significancia alta pero no son adversos dada su naturaleza, mientras que los otros 8 aspectos considerados como negativos tienen significancia baja. En comparación, los seis de los impactos identificados son positivos, mientras que 2 impactos se consideran como positivos y negativos a la vez.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

En el cuadro V.13 se presenta el resumen de impactos ambientales identificados.

Cuadro V.13. Resumen de impactos ambientales en proyecto S.E. VMA.

Etapa	Grado de significancia de los impactos										Totales		
	Bajo		Moderado			Alto		Muy Alto					
	0.000-0.249		0.250-0.499			0.500-0.749		0.750-1.00			(+)	(+/-)	(-)
	(+)	(-)	(+)	(+/-)	(-)	(+)	(-)	(+)	(-)				
Operación y mantenimiento	1	8	2	2	0	3	3	0	0	6	2	11	
Total	19												

Los impactos ambientales principales, considerados por su significancia y clase como altos, se presentan a continuación:

Cuadro V.14. Grado de significancia de impactos ambientales principales producidos por proyecto S.E. VMA.

No. Impacto	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	Significancia	Clase Sij	Carácter
1	Calidad de aire	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales	0.523	Alto	(-)
10	Abundancia y distribución (fauna)	Operación S.E. VMA	0.547	Alto	(-)
11	Calidad del paisaje		0.559	Alto	(-)

Haciendo el análisis de los impactos indicados con mayor significancia en el cuadro V.14, se tiene lo siguiente:

- ✓ **Impacto 1. Calidad del aire.** La calidad del aire del SAR y de la zona de influencia del proyecto, se verá modificada durante la operación y mantenimiento de la S.E. VMA, de forma totalmente indirecta en vista que esta etapa del proyecto es prácticamente libre de emisiones y las que se generen, serán indirectas como efecto del uso de fuentes móviles empleadas para el transporte de personal y el suministro de insumos en baja proporción dada la baja cantidad de personal en el sitio, considerándose el mayor problema como resultado de estas, la emisión de partículas suspendidas en la atmósfera.
- ✓ **Impacto 10. Abundancia y distribución fauna.** La abundancia y distribución de la fauna del SAR y del área de influencia del proyecto estaban afectadas de forma previa a la instalación de la S.E. VMA como efecto de las actividades agrícolas que se llevan a cabo en la región, pero con la delimitación del polígono del proyecto por medio del muro perimetral se estará restringiendo su circulación a través del sitio de proyecto, por lo cual estas tendrán que buscar rutas alternativas de desplazamiento, mismas que ya estaban siendo empleadas dada la modificación del entorno previa instalación del proyecto.
- ✓ **Impacto 11. Calidad del paisaje.** La instalación de la infraestructura del proyecto como tal, modifica la calidad visual del paisaje del área de instalación, pero no representa una degradación considerable en vista de que el sitio no tiene una calidad de paisaje equivalente a la de un paisaje sin impactar.

Derivado del análisis de impactos ambientales identificados y evaluados, así como de los 3 considerados como de significancia alta y negativa, se tienen las siguientes conclusiones:

- ✓ Ninguno de los impactos identificados, ya sea de forma conjunta o residual, provocarán el desequilibrio del ecosistema aún que no se diera la aplicación de medidas preventivas, de mitigación y/o compensatorias.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- ✓ La etapa de operación del proyecto de la S.E. VMA no compromete la calidad del suelo, agua, así como no provoca efectos sociales negativos, al contrario, todos los efectos sociales identificados son considerados como benéficos.
- ✓ En ninguna circunstancia el proyecto representa un riesgo al medio ambiente y a la salud de las comunidades aledañas a la ubicación de la S.E. VMA y no provocará inestabilidad en la funcionalidad del ecosistema.
- ✓ Los impactos principales identificados por su significancia son los más representativos del proyecto de operación y mantenimiento de la S.E. sin que esto implique que estos generen una importancia severa o crítica ya que todos los impactos por su naturaleza son compatibles con el entorno en el que se llevarán a cabo.

Concluyendo de forma general, la ejecución del proyecto S.E. VMA es ambientalmente viable desde la perspectiva de este estudio y ejecutándose en el marco del contexto planteado, incluyendo dentro de la ejecución, la aplicación de las medidas preventivas, de mitigación y/o compensación consideradas en el capítulo VI.

V.9 Bibliografía

- **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.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO VI.

**ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y
MITIGACIÓN DE IMPACTOS
AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y
RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL
REGIONAL**

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

El objetivo de este capítulo de la MIA-R del proyecto S.E. VMA es definir, clasificar y describir las acciones, medidas o estrategias a realizar por el Promovente, para prevenir, mitigar y/o compensar los impactos ambientales asociados a la ejecución del proyecto durante su etapa de operación y mantenimiento (OyM).

Con base en lo anterior, este apartado será enfocado a definir las medidas apropiadas para mitigar los impactos ambientales con mayor significancia y en un segundo plano, los que tienen una significancia moderada y baja, aclarando de puntualmente que ninguno de los impactos identificados genera alteraciones a los ecosistemas, a los recursos naturales, a la salud, así como no obstaculiza la existencia y el desarrollo de los habitantes de la comunidad y de otros seres vivos, además de no comprometer la continuidad de los procesos naturales que se dan en el SAR.

VI.1. Clasificación de medidas de mitigación a implementarse en el proyecto

Las medidas a implementarse por parte del Promovente tienen el siguiente carácter:

- ✓ **Preventivo.** Medidas encaminadas a evitar en la medida de lo posible o minimizar los daños ocasionados por el Proyecto, antes de que se lleguen a producir tales deterioros sobre el medio circundante.
- ✓ **Mitigación/Correctoras.** Se definen para reparar o reducir los daños que son inevitables que se generen por las acciones del Proyecto, de manera que sea posible concretar las actuaciones que son necesarias llevar a cabo sobre las causas que las han originado.
- ✓ **Compensatorias.** Medidas que tienen por objeto producir o generar un efecto positivo alternativo y equivalente al efecto adverso identificado

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 Medidas de mitigación para Impactos ambientales con mayor significancia o principales

Tomando base el resultado del capítulo 5 de esta MIA-R, los principales impactos ambientales identificados a generarse durante la etapa de OyM del proyecto S.E. VMA, se retoman y muestran en el cuadro VI.1 a efectos de poder definir las medidas de mitigación a ser implementadas a efectos del aseguramiento del correcto desempeño ambiental del proyecto de OyM de la S.E. VMA.

Cuadro VI.1. Impactos ambientales de significancia alta producidos por proyecto S.E. VMA.

No. Impacto	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental
1	Aire	Calidad de aire	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales
10	Fauna	Abundancia y distribución (fauna)	Operación S.E. VMA
11	Paisaje	Calidad del paisaje	

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

VI.2.1 Definición de las medidas de mitigación a implementarse en el proyecto

En este apartado se definen y describen las medidas de mitigación aplicables para el control de los impactos identificados con mayor significancia y derivados de la ejecución en la etapa de OyM de la S.E. VMA, mismas que se pueden apreciar en el cuadro VI.2.

Cuadro VI.2. Medidas de mitigación aplicables para impactos ambientales 1, 10 y 11.

No. Impacto	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	Clave de Medida	Medida	Tipo de medida	Etapas	Recursos	Indicador/ Grado de cumplimiento
1	Aire	Calidad del aire	Transporte/suministro de personal, insumos (agua, combustible, etc.) y materiales	1.1	Inventario de vehículos empleados en el transporte de personal materiales e insumos.	Preventiva	OyM	Inventario de vehículos empleados en el proyecto.	Relación de vehículos empleados en el proyecto actualizado.
				1.2	Control de emisiones a la atmósfera por vehículos empleados en el transporte de personal materiales e insumos.			Adhesión voluntaria a Programa de Verificación Vehicular Regional.	Programa calendarizado para verificación vehicular de las unidades empleadas en el proyecto. Registros de verificación vehicular.
								Programa de mantenimiento para vehículos empleados en proyecto.	Programa calendarizado para mantenimiento de vehículos empleados en el proyecto. Registros de mantenimiento realizado a vehículos empleados en el proyecto.
10	Fauna	Abundancia y distribución (fauna)	Operación S.E. VMA	10.1	Instalación de señalética informativa y preventiva para restricción de utilización de especies faunísticas.	Preventiva	OyM	Señalética alusiva a la protección de especies.	Número de señales instaladas en sitio. Layout de distribución de señalética instalada en sitio. Reporte fotográfico de instalación de señalización.
				10.2	Prohibición de introducción de especies exóticas de fauna.				Listas de asistencia de entrenamiento
				10.3	Prohibición de cacería, maltrato y/o remoción de especies de fauna.			Curso de inducción y de reforzamiento anual.	No. de horas de entrenamiento recibido + Presentación del entrenamiento
				10.4	Prohibición de utilización de fuego o quema de áreas al interior y exterior de la S.E. VMA.				
				10.5	Procedimiento de manejo, rescate y reubicación de				
								Procedimiento para manejo, rescate y reubicación de especies de la S.E. VMA implementado.	

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

No. Impacto	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	Clave de Medida	Medida	Tipo de medida	Etapas	Recursos	Indicador/ Grado de cumplimiento
					especies que transgredan los límites de la SEM con base en los lineamientos de la 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.			Curso de inducción y de reforzamiento anual.	Listas de asistencia de entrenamiento No. de horas de entrenamiento recibido + Presentación del entrenamiento
								Bitácora de rescate y reubicación de especies.	Registros de No. de rescates y reubicaciones de especies realizadas.
								Procedimiento para manejo de residuos implementado.	
								Curso de inducción y de reforzamiento anual.	Listas de asistencia de entrenamiento No. de horas de entrenamiento recibido
								Bitácora de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados en S.E. VMA.	Cantidad de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos generados en S.E. VMA.
								Contenedores etiquetados para la apropiada segregación de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos.	Evidencia fotográfica de instalación de contenedores rotulados y en buen estado.
11	Paisaje	Calidad del paisaje		11.1	Manejo de residuos generados en la S.E. VMA de acuerdo con las Leyes y Reglamentos aplicables.	Preventiva y mitigación		Área de almacenamiento de residuos sólidos urbanos, de manejo especial y peligrosos	Identificación del área de almacenamiento temporal de residuos sólidos urbanos, manejo especial y peligrosos. Medidas de seguridad implementadas en área de almacenamiento. Programa de mantenimiento e inspección de área
									Registros de inspección y mantenimiento de áreas de almacenamiento de residuos.
								Programa de recolección de residuos.	Registros de recolección de residuos. Manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos (en el caso de generarse algún

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

No. Impacto	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	Clave de Medida	Medida	Tipo de medida	Etapas	Recursos	Indicador/ Grado de cumplimiento
									residuo peligroso en la S.E. VMA).
				11.2	Gestión de los residuos generados en la S.E. VMA a través de empresas autorizadas a nivel municipal, estatal y federal para el autotransporte, acopio/tratamiento de residuos.	Preventiva y mitigación		Contratación de empresas autorizadas para el autotransporte y acopio/tratamiento de residuos.	Contratos con empresas autorizadas para gestión de residuos. Autorizaciones de gestores para el autotransporte y acopio/tratamiento de residuos, emitidas por la Autoridad correspondiente.
				11.3	Orden y limpieza en todas las áreas de la S.E. VMA, principalmente en áreas de almacenamiento de materiales/insumos y generación de residuos.	Mitigación.	OyM	Programa de orden y limpieza implementado.	Listas de asistencia de entrenamiento
								Curso de inducción y de reforzamiento anual.	No. de horas de entrenamiento recibido
								Etiquetado de áreas almacenamiento/estantería/talleres	Programa de inspección de orden y limpieza.
								Delimitación de áreas de trabajo dentro de S.E. VMA.	Registros de inspección de orden y limpieza Evidencia fotográfica de delimitación de áreas al interior de la S.E. VMA.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

VI.2.2 Descripción ampliada de medidas para el control de impactos con mayor significancia

Las medidas de mitigación para los impactos de mayor significancia se indican a continuación:

- a. **Aire.** Las medidas de mitigación para control de emisiones a la atmósfera por vehículos empleados en el transporte de personal, materiales e insumos son las siguientes:

Cuadro VI.3. Descripción de medidas para control de impacto 1. Calidad del aire.

Clave de medida	Medida	Descripción
1.1	Inventario de vehículos empleados en el transporte de personal materiales e insumos.	Integración de inventario de vehículos asociados con el proyecto de la OyM de la S.E. VMA para el transporte de personal materiales e insumos.
1.2	Control de emisiones a la atmósfera por vehículos empleados en el transporte de personal materiales e insumos.	<p>Para el control de las emisiones generadas por los vehículos empleados en la OyM de la S.E. VMA, se instaurará un plan de mantenimiento calendarizado para su preservación, así como la adhesión voluntaria al programa de verificación vehicular de la región o el aplicable.</p> <p>El seguimiento de la ejecución de la medida será por medio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Programa calendarizado para verificación vehicular de las unidades empleadas en el proyecto. • Registros de verificación vehicular. • Programa calendarizado para mantenimiento de vehículos empleados en el proyecto. • Registros de mantenimiento realizado a vehículos empleados en el proyecto.

- b. **Fauna.** A continuación, se describen las medidas de mitigación consideradas para la protección de la fauna circundante a la S.E. VMA:

Cuadro VI.4. Descripción de medidas para control de impacto 10. Abundancia y distribución (fauna)

Clave de medida	Medida	Descripción
10.1	Instalación de señalética informativa y preventiva para restricción de utilización de especies faunísticas.	<p>La medida de mitigación considera la instalación y mapeo de señalética informativa y preventiva en distintas áreas del proyecto a efectos de evitar la extracción e inducción de especies animales y/o vegetales, así como la prohibición de caza y captura de especies animales que al final son actividades que afectan directamente la distribución espacial y temporal del SAR. Adicionalmente, se instalarán señales alusivas a la restricción de acceso, a la apropiada gestión de residuos, a la prohibición de realizar reparaciones mecánicas fuera del área asignada, límite de velocidad en la circulación de vehículos, entre otras.</p> <p>El seguimiento de la ejecución de la medida será por medio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • No. de señales instaladas. • Layout de distribución de señalética en la S.E. VMA. • Reporte fotográfico de la instalación de señalética.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Clave de medida	Medida	Descripción
10.2	Prohibición de introducción de especies exóticas de fauna.	Se evitará todo tipo de introducción de cualquier especie exótica de fauna, con la finalidad de evitar mayores impactos a la fauna nativa, la cacería, maltrato y/o remoción de especies de fauna, así como el uso de fuego o quema de áreas al interior y exterior de la S.E. VMA. Para la aplicación de estas medidas, el personal será notificado de esta por medio de cursos de inducción y de reforzamiento periódicos, evidenciando su implementación por medio de: <ul style="list-style-type: none"> • Listas de asistencia de entrenamiento • No. de horas de entrenamiento recibido + Presentación del entrenamiento • Registros de No. de rescates y reubicaciones de especies realizadas.
10.3	Prohibición de cacería, maltrato y/o remoción de especies de fauna.	
10.4	Prohibición de utilización de fuego o quema de áreas al interior y exterior de la S.E. VMA.	
10.5	Procedimiento de manejo, rescate y reubicación de especies que transgredan los límites de la S.E. VMA con base en los lineamientos de la 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.	Se establecerá un procedimiento de manejo, rescate y reubicación de especies para tratar de forma apropiada a las especies que pudieran transgredir los límites de la S.E. VMA, considerando las especificaciones de la NOM-059-SEMARNAT-2010. El seguimiento de la implementación se evidenciará por medio de: <ul style="list-style-type: none"> • Procedimiento implementado. • Listas de asistencia de entrenamiento • No. de horas de entrenamiento recibido + Presentación del entrenamiento • Registros de No. de rescates y reubicaciones de especies realizadas

c. **Paisaje.** Las medidas de mitigación aplicadas al tema paisaje son las siguientes:

Cuadro VI.5. Descripción de medidas para control de impacto 11. Paisaje.

Clave de medida	Medida	Descripción
11.1	Manejo de residuos generados en la S.E. VMA de acuerdo con las Leyes y Reglamentos aplicables.	A efectos de favorecer la calidad visual de la etapa de OyM de la S.E. VMA, se propone la implementación del manejo integral de los residuos generados para prevenir la contaminación asociada a la generación de estos residuos, considerándose dentro de este manejo: <ul style="list-style-type: none"> - Análisis de minimización - Segregación - Manejo - Recolección - Almacenamiento temporal - Gestión por medio de empresas autorizadas para su autotransporte y acopio en los centros de tratamiento/disposición final En el caso particular de los residuos de manejo especial, se pondrá especial atención a su reutilización y/o revalorización, según corresponda, mientras que la generación de residuos peligrosos como se ha mencionado previamente no está prevista durante la etapa de OyM de la S.E. VMA. Sin embargo, si en algún evento extraordinario se llegasen a generar este tipo de residuos, éstos serán manejados con base en las especificaciones de las Leyes y Reglamentos aplicables. Para la gestión apropiada de estos residuos, se contratará con la contratación de empresas autorizadas a nivel Municipal, Estatal y/o Federal, según aplique para hacer un apropiado autotransporte y posterior tratamiento/disposición final.
11.2	Gestión de los residuos generados en la S.E. VMA a través de empresas autorizadas a nivel municipal, estatal y federal para el autotransporte, acopio/tratamiento de residuos.	

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

Clave de medida	Medida	Descripción
11.3	Orden y limpieza en todas las áreas de la S.E. VMA, principalmente en áreas de almacenamiento de materiales/insumos y residuos.	<p>Se implementará un programa de orden y limpieza que haga consistente la mitigación del impacto del factor ambiental de forma que se adapte a los valores estéticos del entorno natural, fomentando que las diversas áreas de la S.E. VMA se mantengan limpias, ordenadas, bien delimitadas, así como libres de residuos, materiales y objetos dispersos en estas.</p> <p>El programa se dará a conocer al personal por medio de cursos de inducción y/o reforzamiento de este, mientras que para su apropiada implementación y seguimiento se harán inspecciones periódicas en las distintas áreas de la S.E. VMA, mismas que serán documentadas y los hallazgos de las mismas, deberán ser cerrados en el tiempo definido por la promovente.</p> <p>El seguimiento de la implementación se evidenciará por medio de:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Listas de asistencia de entrenamiento • No. de horas de entrenamiento recibido • Programa de inspección de orden y limpieza. • Registros de inspección de orden y limpieza • Memorias fotográficas

VI.3. Medidas de mitigación y buenas prácticas para la prevención de impactos ambientales con menor significancia o secundarios

En este apartado se atienden las medidas de mitigación aplicables a los impactos de menor significancia identificados en el proceso de la evaluación del impacto ambiental de la etapa de OyM de la S.E. VMA, que, si bien no representan potenciales afectaciones, su atención reforzará la viabilidad, sustentabilidad y el control ambiental sobre esta etapa del proyecto. En consecuencia, en el cuadro VI.6 se muestran las medidas de mitigación aplicables correspondientes:

Cuadro VI.6. Medidas de mitigación aplicables para impactos ambientales 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9.

Impacto	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	Clave de Medida	Medida	Tipo de medida	Etapa	Recursos	Indicador/ Grado de cumplimiento
2	Aire	Emisión fortuita de SF6 (Hexafluoruro de azufre)	Operación S.E. VMA	2.1	Control de emisiones de hexafluoruro de azufre (SF6) desde la GIS.	Preventiva	Operación y mantenimiento	Programa de mantenimiento preventivo de S.E. VMA encapsulada en SF6 y de su sistema de detección continuo.	Relación de SF6 instalado en el sistema de GIS.
3		Nivel de ruido	Transporte de insumos, materiales y personal	3.1	Control de emisiones de ruido por vehículos para transporte de insumos, materiales y personal.			Programa de mantenimiento para vehículos empleados en proyecto.	Registros de mantenimiento de GIS y de su sistema de detección continuo.
									Registros de mantenimiento realizado a vehículos empleados en el proyecto.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Impacto	Factor ambiental	Componente ambiental	Actividad y aspecto ambiental	Clave de Medida	Medida	Tipo de medida	Etapas	Recursos	Indicador/ Grado de cumplimiento
4			Mantenimiento S.E. VMA	4.1	Control de emisiones de ruido por utilización de herramientas eléctricas, maquinaria y equipo.		Mantenimiento	Programa de mantenimiento de emisiones de ruido por utilización de herramientas eléctricas, maquinaria y equipo.	Programa calendarizado para mantenimiento de emisiones de ruido por utilización de herramientas eléctricas, maquinaria y equipo.
									Registros de mantenimiento de emisiones de ruido por utilización de herramientas eléctricas, maquinaria y equipo.
									Registro de inspección de herramientas eléctricas, maquinaria y equipo previo uso.
5	Agua	Calidad fisicoquímica del agua	Generación de agua de servicios	5.1	Disposición adecuada de agua de servicios.		Operación y mantenimiento	Contratación de empresas autorizadas para la gestión de agua de servicios.	Contratos con empresas autorizadas para gestión de agua de servicios.
				5.2	Control de medios de contención de agua de servicios.			Programa de mantenimiento preventivo de tanque séptico.	Autorizaciones de gestores para gestión de agua de servicios emitidas por la Autoridad correspondiente.
			6.1					Programa calendarizado para mantenimiento de preventivo de tanque séptico.	
			6.2					Registros de mantenimiento realizado a tanque séptico.	
6	Suelo	Características físicas del suelo	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos	7.1				Misma medida que 11.1	
7.2							Misma medida que 11.2		
8.1							Misma que medida 5.1		
8.2							Misma que medida 5.2		
9.1							Misma medida que 11.1		
9.2							Misma medida que 11.2		
7									
8									
9		Características químicas del suelo	Generación de residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos						

VI.3.1 Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental (PMVA)

CFE Transmisión actualmente cuenta con un Programa de Manejo y Vigilancia Ambiental (PMVA) que funge como instrumento de planeación y gestión ambiental, mismo que se aplica a la etapa de operación y mantenimiento de sus proyectos, siendo este extensivo al presente.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kv” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

El PMVA de CFE Transmisión contempla dentro de sus puntos de atención, toda la gama de actividades a realizarse en la etapa de OyM sobre las subestaciones propiamente, los servicios generales y los entronques de la línea de transmisión, así como establece las frecuencias de ejecución, los residuos resultantes y la disposición final de los mismos. A continuación, se presenta el PVA de CFE Transmisión (cuadro VI.7):

Cuadro VI.7. Plan de Manejo y Vigilancia Ambiental aplicable a la subestación, servicios generales y línea de transmisión.

Proceso	Actividades generales durante la etapa de operación y mantenimiento de EVM	Periodicidad	Residuo	Disposición final
Subestación				
Subestaciones	Mantenimiento al banco de baterías de 125 7 48 / 12 VCD.	Semestral	Trapo impregnado con aceite, combustible y/o solventes	Los residuos peligrosos generados producto de la actividad de mantenimiento serán depositados de manera local en contenedores de plástico debidamente identificados y separados de acuerdo con sus características de peligrosidad, los cuales no rebasarán el 90% de su capacidad cerrándose las tapas con aro de sujeción, antes de ser transportados al sitio transitorio localizado en la S.E. Texcoco de manera programada. Cada contenedor deberá estar etiquetado con el nombre del residuo que contiene y la leyenda de “RESIDUO PELIGROSO”.
	Revisión de niveles de SF6, en subestación encapsulada de 400 y 230 kv.	Mensual		
	Mantenimiento a Equipo Eléctrico Primario convencional.	Semestral		
	Mantenimiento a Planta de Emergencia			
Protección y medición	Limpieza de gabinetes	Mensual		
	Mantenimiento basado en condición en tableros de medición de energía.			
Comunicaciones	Mantenimiento preventivo a equipos de comunicación y tele protección			
	Mantenimiento al sistema de medición y fuerza de 12 y 48 VCD			
Control	Mantenimiento a sistemas y esquemas de control			
Servicios generales				
Servicios generales	Manejo de Residuos sólidos urbanos (basura)	Quincenal	Desechos Sanitarios/ Residuos Orgánicos e Inorgánicos	Locamente se depositarán en contenedores orgánico e inorgánico, para su posterior disposición final en un tiradero autorizado mediante la utilización de un servicio por proveedor externo o en su caso, por parte de autoridades municipales locales.
	Descargas de Aguas Residuales (fosa colectora)	Anual	Agua Residual La fosa colectora de aguas residuales existente,	La fosa colectora de aguas residuales existente deberá ser desazolvada periódicamente a través de la contratación de un servicio externo por lo menos una vez al año, las aguas extraídas estarán a cargo del proveedor y serán trasladadas a la planta de Tratamiento de Aguas Residuales autorizada.
	Recursos naturales y su aprovechamiento (agua potable)	Mensual	Agua potable	Por la ubicación geográfica de esta instalación, no cuenta con red de agua municipal, por lo tanto el abastecimiento deberá ser a través la contratación del servicio externo de pipas de agua debidamente autorizadas.
	Limpieza y deshierbe en zonas operativas (grava)	Semestral	Corte de Maleza, envases productos Biodegradables	Durante la temporada de lluvias se realizara la actividad de deshierbe en zonas identificadas con piso de grava para evitar su proliferación, la disposición final estará a cargo del proveedor en sitios autorizados.
	Fumigación de instalaciones		Envases de productos Biodegradables	Periódicamente se llevará a cabo la fumigación de instalaciones a través de la contratación de un servicio externo, mediante la utilización productos químicos que cumplan con la legislación ambiental aplicable.
Línea de transmisión				
Línea de transmisión	Inspección mayor	Anual	Trapo impregnado con	Los residuos peligrosos generados producto de la actividad de mantenimiento serán depositados de
	Inspección menor	2 Veces/Año		

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Proceso	Actividades generales durante la etapa de operación y mantenimiento de EVM	Periodicidad	Residuo	Disposición final
Subestación				
	Medición sistema de tierras	Cada 4 años	aceite, combustible y/o solventes	manera local en contenedores de plástico debidamente identificados y separados de acuerdo con sus características de peligrosidad, los cuales no rebasarán el 90% de su capacidad cerrándose las tapas con aro de sujeción, antes de ser transportados al sitio transitorio localizado en la S.E. Texcoco de manera programada. Cada contenedor deberá estar etiquetado con el nombre del residuo que contiene y la leyenda de “RESIDUO PELIGROSO”.
	Cambio de aislamiento (vivo/muerto)	Anual		
	Sustitución de herraje dañado	2 Veces/Año		
	Limpieza y mantenimiento de servidumbre (entronque)	Anual		

Como se puede observar en el cuadro VI.7, las medidas contempladas en el PMVA de CFE Transmisión refuerzan las medidas consideradas en el cuadro VI.6 en vista que estas atienden de forma preventiva el control de los impactos ambientales de significancia baja o secundarios, teniéndose en consecuencia de esto, que los impactos identificados para el proyecto no generen alteraciones a los ecosistemas, a los recursos naturales y a la salud.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

VI.4 Supervisión ambiental

La promotora, contará con un Coordinador Ambiental con capacidad técnica, conocimientos y experiencia suficiente, para que funja como el responsable de la ejecución y cumplimiento de las actividades indicadas en el presente capítulo, así como de los programas específicos correspondientes.

Las principales funciones que desempeñará el responsable ambiental son las siguientes:

- ✓ Llevar a cabo el seguimiento al desarrollo de actividades y materia de control ambiental.
- ✓ Verificar el cumplimiento con los requisitos establecidos en la normatividad ambiental aplicable al Proyecto.
- ✓ Llevar a cabo el seguimiento y verificación de las actividades establecidas en este capítulo.

El Coordinador Ambiental estará capacitándose en forma constante sobre la normatividad ambiental aplicable al Proyecto, así como sobre todo lo relacionado a la aplicación de las medidas de mitigación del Proyecto.

VI.5 Seguimiento y control

En la sección previa, se incluye una relación de las medidas que se aplicarán durante el desarrollo del Proyecto, presentando indicadores de seguimiento y de realización, un estándar a evaluar para medir el éxito de la medida, así como los procedimientos correspondientes; todo ello en conjunto se concibe como una estrategia de seguimiento y control de las medidas de prevención y mitigación propuestas, cuyo fin es el asegurar el cumplimiento de las medidas indicadas, o en su defecto, establecer los mecanismos para proponer nuevas medidas de mitigación o control en caso de que las previstas resulten insuficientes o inadecuadas.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO VII.

PRONÓSTICOS REGIONALES Y ALTERNATIVAS **AMBIENTALES Y EVALUACIÓN DE**

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- ✓ La principal fuente de contaminantes en el SAR son las fuentes móviles que se mueven a través de la localidad para el transporte de personal y/mercancías.
- ✓ En relación con los contaminantes generados por fuentes fijas en el SAR, la actividad industrial que se desarrolla en la localidad es mínima, por lo cual los principales actores en materia de emisiones a atmósfera son la Central Energía del Valle de México I (misma que abastece a este proyecto) y la Central de Energía Valle de México II

Un dato importante en relación con el estado de la calidad del aire del SAR es que la concentración de contaminantes se mantiene debajo de los límites máximos permisibles de la NOM-023-SSA1-1993. Salud Ambiental. Criterio para evaluar la calidad del aire ambiente, con respecto al bióxido de nitrógeno de Nitrógeno (NO₂) tomando como base los datos de monitoreo atmosférico de la estación de monitoreo Acolman (ACO), en vista de que la concentración promedio es de 43.62 µg/m³ y el límite máximo permisible tiene tope en 395 µg/m³.

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.

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 crasicaule (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 en el SAR con la implementación del proyecto de OyM de la S.E. VMA y sin medidas de mitigación, se describe a continuación:

- ✓ La etapa de OyM de la S.E. considerada para 20 años y el rango de personal en la instalación va de las 4-8 personas, considerando un pico de 30 personas en caso de actividades de mantenimiento mayor en el equipamiento del sitio. A su vez, la demanda de servicios (alimentación, hospedaje, suministro de

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

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.

- ✓ La calidad del aire se verá impactada por las fuentes móviles asociadas al transporte de personal e insumos en ínfima escala por concepto de la emisión de monóxido de carbono y óxidos de nitrógeno derivado del bajo número de personal que estará desplazándose a la SEM. Sin embargo, las emisiones a la atmósfera por concepto de la OyM de la S.E. son básicamente nulas y, en consecuencia, el efecto del SAR será prácticamente imperceptible, ajustándose a lo indicado en la Imagen.VII.1. Por su parte, la GIS de la SEM, misma que está encapsulada en hexafluoruro de azufre (SF6), no representa una fuente potencial de emisión a la atmósfera considerando que esta cuenta con un sistema de detección continuo y está sometida a un programa de mantenimiento preventivo para mantener su funcionamiento en estado apropiado.
- ✓ El abastecimiento de agua a la S.E. se hará por medio de pipas por lo cual significa que la provisión de este servicio para la operación no significará una presión adicional a la disponibilidad de este recurso en el SAR.
- ✓ Las especies faunísticas que habitan el SAR no se verán afectadas por la etapa de OyM de la SEM, a reserva de que en consecuencia de la instalación de los muros perimetrales de esta estas tendrán que seguir rutas alrededor de los mismos y en algún caso, de que trasgredan de alguna forma, se asegurará que estos sean manejados de forma apropiada.

VII.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

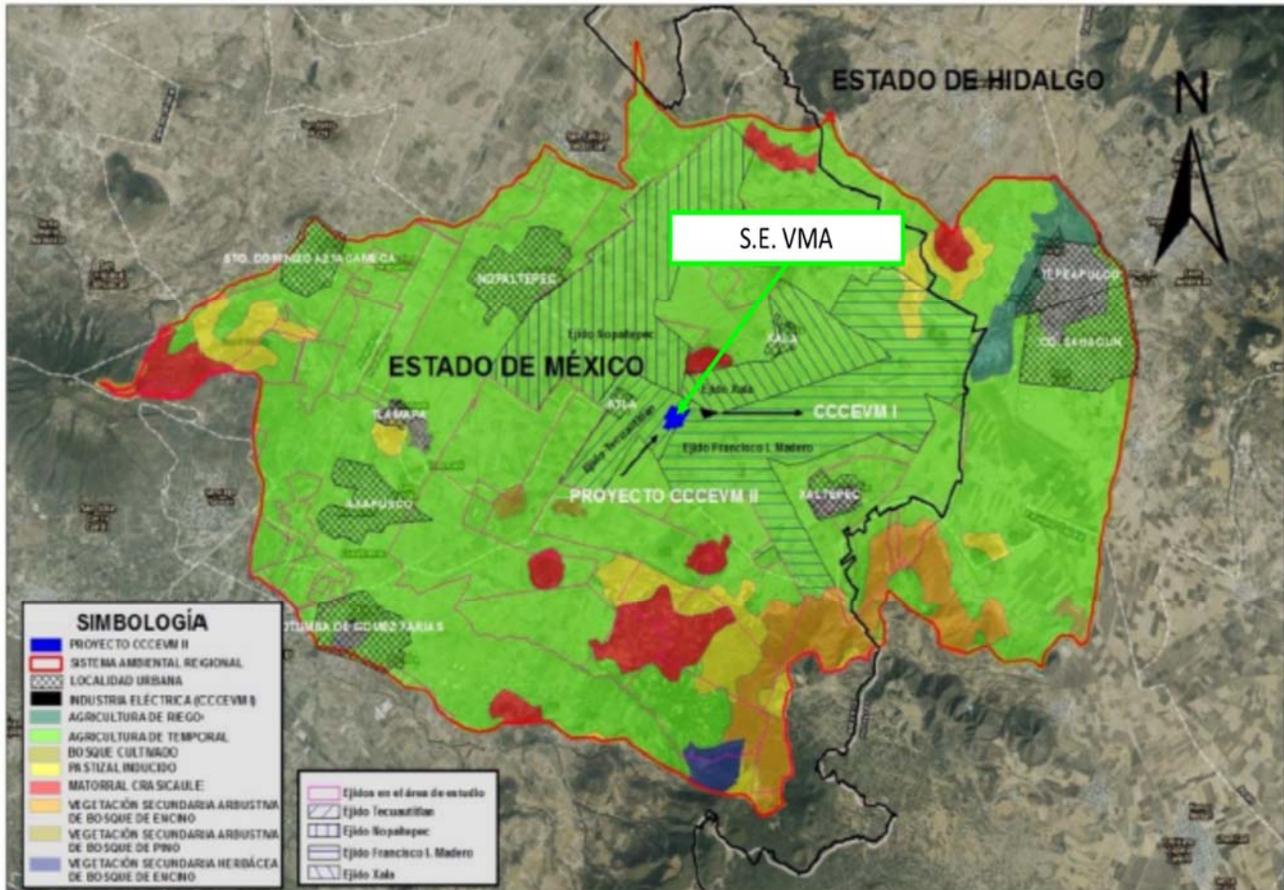
El escenario del SAR con la implementación del proyecto de OyM de la S.E. VMA y con medidas de mitigación aplicadas, se describe a continuación:

- ✓ Durante la etapa de OyM la calidad del aire del SAR no se verá afectada considerando que se implementarán medidas de control de emisiones basadas en el mantenimiento preventivo calendarizado tanto para fuentes móviles, como a las fijas potenciales (GIS de la SEM). Además, en el caso de posibles emisiones fortuitas de gas SF6, con el cual está encapsulada la GIS, la misma subestación contempla dentro de sus sistemas funcionales un sistema de monitoreo continuo de SF6 para la pronta identificación y atención de cualquier fuga de este gas, igualmente por sí mismo el proceso de la operación de la S.E. es totalmente libre de emisiones.
- ✓ La operación de la S.E. es totalmente libre de ruido y el que se genere, se presentará durante operaciones de mantenimiento a la subestación por lo cual, se asegurará que los vehículos, maquinaria, equipos y herramientas eléctricas que participen en este, sean incluidos en un programa de mantenimiento preventivo calendarizado que reforzará el cumplimiento de las normas aplicables a las emisiones de ruido en ambiente laboral y perimetral, respectivamente.
- ✓ LA S.E. VMA no significará una presión adicional sobre el acuífero Cuautitlán- Pachuca, en vista que el abastecimiento de la S.E. es por medio de pipas, así como que el agua de servicios empleada por los empleados en los servicios sanitarios será gestionada para su tratamiento por medio de una empresa aprobada por la Autoridad correspondiente.
- ✓ La abundancia y distribución de fauna no se verá afectada en vista de la implementación de señalización restrictiva y de prohibición, así como un procedimiento y programa de inducción y de reforzamiento para el manejo de la fauna del SAR que logre transgredir los límites del polígono de la SEM.
- ✓ El paisaje se verá afectado por el emplazamiento de las construcciones que conformarán la SEM, pero la barrera de arbolado mitigará este efecto.
- ✓ Se establecerán procedimientos y 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, así

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

como estos serán gestionados por medio de empresas aprobadas por la Autoridad correspondiente para el autotransporte y acopio apropiado.

Imagen VII.2. Condiciones esperadas en el SAR con el desarrollo del proyecto.



VII.4 Pronóstico ambiental

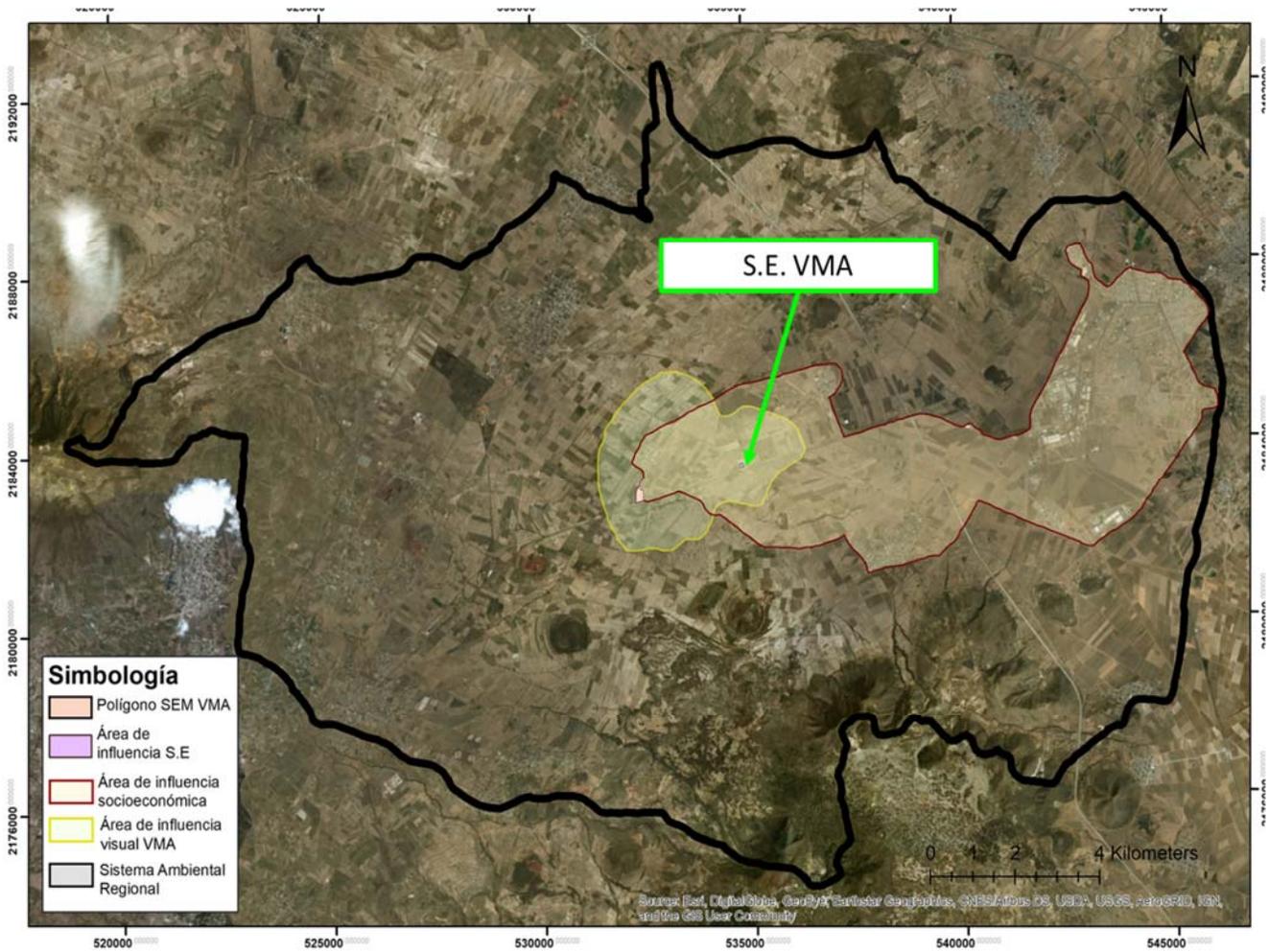
La operación y mantenimiento de la S.E. VMA, no tendrá efectos negativos significativos sobre los componentes ambientales del SAR. Se han establecido acciones para mitigar y controlar todos los efectos negativos que traería la construcción y operación de este proyecto; en particular se han definido acciones para no afectar a los componentes ambientales críticos. Asimismo, se han definido acciones para compensar algunos impactos. En el SAR, el impacto residual que tendrá un efecto acumulativo, pero no significativo, son las emisiones de las fuentes fijas empleadas para transporte de personal, insumos, etc. Del proyecto

Otro impacto residual del proyecto se presentará en el paisaje, a pesar de la barrera arbolada que se establecerá en la periferia. Sobresaldrán las estructuras y la edificación de la S.E.VMA, resaltarán con el paisaje agrícola de la región.

En conclusión, el proyecto S.E. VMA tendrá efectos positivos por la derrama económica para la zona, los empleos que se generarían y los beneficios que se generarían en la zona de influencia del mismo (imagen VII.3).

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

Imagen VII.3. Zonas de influencia estimadas para el proyecto S.E. VMA.



VII.5 Construcción de escenarios

El sitio en el que se instaló la S.E. VMA y se ejecutará su etapa de operación y mantenimiento, 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 promovente ha mantenido buena relación con las comunidades vecinas; esta buena relación ha generado que no se manifiesten objeciones sociales para el desarrollo de este proyecto. Por estas razones, no se evaluaron alternativas para desarrollar el proyecto de la S.E. VMA.

La tecnología de la subestación GIS empleada en este caso tiene ciertas ventajas como el ser inmune a la contaminación y animales, así como presentan un bajo centro de gravedad que las hace menos vulnerables cuando se instalan en zonas en las que se cuenta con un alto índice de sismicidad y baja posibilidad de generación de fugas.



Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional

Proyecto:

**“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras
de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)**

CAPÍTULO VII.

**IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS
METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS
TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS
RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE
IMPACTO AMBIENTAL**

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

VIII.1 Presentación de la información

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregan cuatro ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, todo el estudio ha sido grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complementan el estudio, mismo que es presentado en formato Word.

A continuación, se hace una descripción de los instrumentos metodológicos y técnicos utilizados durante la elaboración de la MIA-R. La información presentada en este capítulo está estructurada de la siguiente manera:

- ✓ Cartografía
- ✓ Fotografías
- ✓ Videos
- ✓ Otros anexos
- ✓ Glosario de términos
- ✓ Bibliografía

VIII.1.1 Cartografía

Para la revisión de información del Sistema Ambiental Regional y sus elementos se hace consulta de información disponible por parte de la INEGI, CONABIO, CONANP por citar algunos y adicionalmente, se generan distintos esquemas, mapas y planos de localización que se pueden ver en el cuerpo de este documento y a su vez, estos fueron generados con el soporte y/o consulta de las siguientes herramientas:

- ✓ Google Earth.
- ✓ Google Maps
- ✓ QGIS 3.4.
- ✓ Sistema de Información Geográfica para la Evaluación del Impacto Ambiental (SIGEIA).

El plano georeferenciado de la ubicación del polígono que ocupa la S.E. VMA se encuentra en el anexo 7.

VIII.1.2 Fotografías

A continuación, se presenta el anexo fotográfico de la S.E. VMA, haciendo énfasis en que las colindancias son con terrenos agrícolas ya impactados al Oeste (imagen VIII.1a), la distribución de la S.E. VMA y sus entronques con las líneas de transmisión (imagen VIII.1b), la vista de planta junto con su colindancia Este con la Central de Ciclo Combinado EVM II (imagen VIII.2), mientras que al sur colinda con la carretera Otumba -Cd. Sahagún y terrenos agrícolas, así como al Este con la Central de Ciclo Combinado EVM II (imagen VIII.3):

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen VIII.1a. Vista frontal S.E. VMA- Vista de predios agrícolas en su colindancia Oeste.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

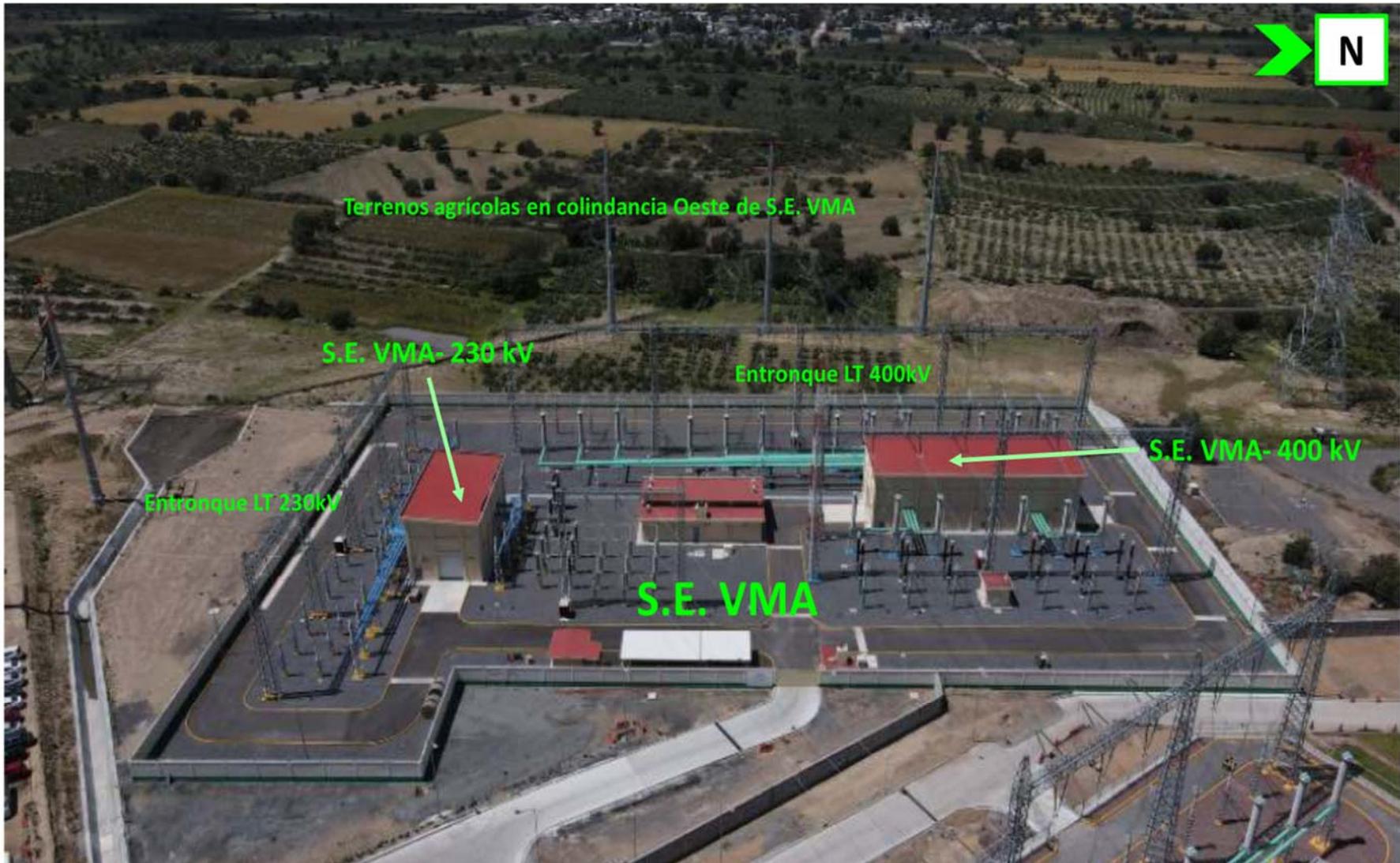


Imagen VIII.1b. Vista frontal de S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen VIII.2. Vista de planta de S.E. VMA y colindancia Este con CCC EVM II.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen VIII.3. Vista de norte a sur de S.E. VMA y colindancia Este con CCC EVM II.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen VIII.4. Acceso S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen VIII.5. Vista de orientación Norte a Sur de S.E. VMA.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

En cuanto a los interiores y los edificios de la S.E. VMA, se tienen las fotografías de la subestaciones de 230 kV (imagen VIII.6), 400 kV (imagen VIII.7) y de la Caseta Principal de control (imagen VIII.8).



Imagen VIII.6. S.E. VMA- Subestación GIS de 230 kV.



Imagen VIII.7. S.E. VMA- Subestación GIS de 400 kV.

Proyecto:	"Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV" (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		



Imagen VIII.8. Caseta Principal de Control de S.E. VMA para 230 y 400 kV.

VIII.1.3 Videos

Bajo protesta de decir verdad, declaro que no se emplearon videos para el desarrollo de la Manifestación de Impacto Ambiental de la etapa de operación y mantenimiento de la S.E. VMA a 230 y 400 kV.

VIII.2 Otros anexos

En el anexo 12 se presenta el listado florístico, índices de diversidad de los ecosistemas y fotografías de ecosistemas vegetales y especies florísticas.

VIII.3 Glosario de términos

Para la Manifestación de Impacto Ambiental Regional para la etapa de Operación y Mantenimiento de la S.E. VMA, se consideran las definiciones contenidas tanto en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, como en su Reglamento en Materia de Evaluación Impacto Ambiental; algunas de las cuales se citan a continuación, además de conceptos adicionales utilizados en este documento:

- ✓ **Cambio de uso de suelo:** Modificación de la vocación natural o predominante de los terrenos, llevada a cabo por el hombre a través de la remoción total o parcial de la vegetación.
- ✓ **Escenario modificado:** características de los componentes ambientales que resultan de adicionar los efectos de los impactos generados por el Proyecto, al estado actual que presentan, y habiendo aplicado las medidas preventivas y de mitigación apropiadas.
- ✓ **Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- ✓ **Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.
- ✓ **Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.
- ✓ **Impacto ambiental sinérgico:** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- ✓ **Impacto potencial:** Capacidad del efecto producido por una obra o actividad específica para modificar directa o indirectamente uno o más componentes ambientales con respecto a su línea base.
- ✓ **Impactos principales:** Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida cuya importancia, expresada en términos de los atributos o parámetros de referencia del impacto (criterios de calificación numérica) y con base en los indicadores ambientales respectivos, destacan sobre el resto de los impactos generados por una obra o actividad específica, sin llegar a ser considerados como impactos significativos o relevantes.
- ✓ **Impactos secundarios:** Impactos identificados en el proceso de evaluación mediante la metodología elegida, cuya importancia es menor a la de los impactos principales.
- ✓ **Impactos significativos o relevantes:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales.
- ✓ **Manifestación del impacto ambiental:** El documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental, significativo y potencial que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo en caso de que sea negativo.
- ✓ **Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un Proyecto en cualquiera de sus etapas.
- ✓ **OyM.** Acrónimo de Operación y mantenimiento.
- ✓ **SAR.** Sistema Ambiental Regional.
- ✓ **S.E. VMA.** Acrónimo de Subestación Valle de México Maniobras.

VIII.4 Bibliografía

- **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.*
- **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.
- **Anderies, J. M.; Janssen, M. A. y Ostrom, E. (2008),** “A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective”. *Conservation Ecology* 9 (18).
- **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>).
- **Berkes, F. y Folke, C. (1998).** Linking social and ecological systems: Management practices and social mechanisms for building resilience. Cambridge University Press, 458 p., Cambridge.
- **Berlanga, H., V. Vargas, V. Rodríguez & C. Galindo-Leal. 2012.** Aves comunes de la ciudad de México. Guía de campo. CONABIO, 9 pp.
- **Bojórquez-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.
- **Bonhan, C.D. 1989.** Measurements for terrestrial vegetation. Wiley-Interscience, Nueva York.
- **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.
- **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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- **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.
- **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.
- **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.
- **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.
- **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.
- **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”.
- **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

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

2017. 10 p.

- **Doak DF, Bigger D., Harding EK, Marver MA, O’Malley RE y Thomson D., 1998.** The Statistical inevitability of stability-diversity relationship in community ecology, *The American Naturalist*, 151: 264-276.
- **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.
- **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.*
- **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.
- **Gaceta del Gobierno del Estado de México, 2015.** Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Axapusco. Tomo CXCIX del 2 de junio de 2015. 120 p.
- **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)*, n° 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.
- **García, R. 2006.** *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria.* Ed. Gedisa, Primera Edición. Barcelona, Esp. 201 pp.
- **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.
- **Howard S. Peavy, D.R. Rowe y G. Tchobanoglous. 1985.** *Environmental Engineering.* McGraw-Hil Higher Education.
- **Howell, S.N.G. & S. Webb, 1995.** A guide to the birds of México and Northern Central America. Oxford University Press. 851 pp.
- **Initiatives for Sustainable Development (ISD). 2017.** Evaluación de Impacto Social, Central de Ciclo Combinado EVM II, Axapusco, Estado de México. 150 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapa:	Operación y mantenimiento		

- **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 Metyhos for amphibians. Measuring and monitoring biological diversity. (Heyer, W. R., M. A.
- **Kagel, A., D. Bates y K. Gawell. 2007**. *A Guide to Geothermal Energy and the Environment*. Geothermal Energy Association. 86 pp.
- **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.
- **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.
- **Loreau, M. 2000**. Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ ω 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 Riba. 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**. Helminfos 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.

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- **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* (Erleben, 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.
- **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.
- **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.

VIII.4.1 Páginas web consultadas

- Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)
<https://www.gob.mx/semarnat>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
<https://www.inegi.org.mx/default.html>

Proyecto:	“Operación y Mantenimiento de la Subestación Valle de México Maniobras de 230 y 400 kV” (S.E. VMA)	Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional	
Etapas:	Operación y mantenimiento		

- Secretaría de Energía (SENER)
<https://www.gob.mx/sener>
- Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)
<https://www.gob.mx/conagua>
- Secretaría de Gobernación (SEGOB)
<https://www.gob.mx/segob>
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
<https://www.unam.mx/>
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
<https://www.gob.mx/conabio>
- Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS)
<https://www.gob.mx/stps>
- Secretaría de Salud (SSA)
<https://www.gob.mx/salud>
- Servicio Meteorológico Nacional (SMN)
<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>
- Página oficial del Diario Oficial de la Federación (DOF)
<https://dof.gob.mx/>
- Página Oficial del Estado de México
<https://edomex.gob.mx/>
- Página Oficial del estado de Hidalgo
<https://www.hidalgo.gob.mx/>
- Periódico Oficial del Estado de México
http://legislacion.edomex.gob.mx/ve_periodico_oficial
- Periódico Oficial del estado de Hidalgo
<http://periodico.hidalgo.gob.mx/>
- Centro de información de las Naciones Unidas (ONU)
<https://www.cinu.mx/>
- Google Earth
<https://www.google.com/intl/es-419/earth/>
- Google Maps
<https://www.google.com.mx/maps/preview>
- www.amphibiaweb.org
- www.reptile-database.org