PRESENTACIÓN

1. Es en cumplimiento de lo dispuesto por las fracciones I, VII, X y XI del Artículo 28 de la Ley General de Equilibrio Ecológico y la Proyección al Ambiente, que dispone que:

"I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos".

"VII. Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas"

"X. Obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales".

"XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación".

2. Con ello, se da cumplimiento también al Artículo 5º, del Reglamento de la referida Ley en Materia de Impacto Ambiental, que dispone que:

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

B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN:

Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos, aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de agua nacionales, con excepción de:

a) La instalación de hilos, cables o fibra óptica para la transmisión de señales electrónicas sobre la franja que corresponde al derecho de vía, siempre que se aproveche la infraestructura existente, y

b) Las obras de mantenimiento y rehabilitación cuando se realicen en la franja del derecho de vía correspondiente.

O) CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS:

I. Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación o para el establecimiento de instalaciones comerciales, industriales o de servicios en predios con vegetación forestal, con excepción de la construcción de vivienda unifamiliar y del establecimiento de instalaciones comerciales o de servicios en predios menores a 1000 metros cuadrados, cuando su construcción no implique el derribo de arbolado en una superficie mayor a 500 metros cuadrados, o la eliminación o fragmentación del hábitat de ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; II. Cambio de uso del suelo de áreas forestales a cualquier otro uso, con pecuarios en forestales, agroforestales o silvopastoriles, mediante la utilización de especies nativas. excepción de las actividades agropecuarias de autoconsumo familiar, que se realicen en predios con pendientes inferiores al cinco por ciento, cuando no impliquen la agregación ni el desmonte de más del veinte por ciento de la superficie total y ésta no rebase 2 hectáreas en zonas templadas y 5 en zonas áridas, y III. Los demás cambios de uso del suelo, en terrenos o áreas con uso de suelo forestal, con excepción de la modificación de suelos agrícolas.

3. De la misma manera, esta Manifestación se presenta en su MODALIDAD REGIONAL, de acuerdo al Artículo 11 del reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental, en el sentido de que:

"Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas**,** carreteras y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas.

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas"

4. Dado que se trata de una Manifestación de Impacto Ambiental en Modalidad Regional, para su elaboración se da cumplimiento al Artículo 13 del Reglamento de la Ley en Materia de Impacto Ambiental, que dispone que este tipo de Manifestación debe contener:

"I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental.

II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo.

III. Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables.

IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región.
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales del sistema ambiental regional.

VII. Pronósticos ambientales y evaluación de alternativas.

VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental".

5. Por todo lo anterior, siguiendo estrictamente los 8 rubros de contenido requeridos por ese precepto, a continuación encontrará cada uno de los Capítulos desarrollados en la presente Manifestación:

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

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO 6

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO 6
I.1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO 6
I.1.2.1 SECTOR 6
I.1.2.2 SUBSECTOR 6
INFRAESTRUCTURA FERROVIARIA 6
I.1.2.3 TIPO DE PROYECTO 6
I.1.2.4 TIPO DE ESTUDIO Y MODALIDAD 7
I.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO 7
I.1.4 PRINCIPALES VÍAS DE ACCESO 9
I.1.5 COORDENADAS GEOGRÁFICAS 9
I.1.6 PUNTOS DE INFLEXIÓN 10
I.1.6 ENTIDAD FEDERATIVA 11
I.1.7 MUNICIPIOS 11
I.1.8 DIMENSIONES DEL PROYECTO 11
I.1.9 INVERSIÓN REQUERIDA 12
I.1.10 DURACIÓN DEL PROYECTO 12
I.1. 1 SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL 12

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 14

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL 14
I.2.2. REGISTRO FEDERAL DE CONTRIBUYENTES DEL PROMOVENTE (RFC) 14

I.2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL 14
I.2.4. DIRECCIÓN DEL PROMOVENTE PARA RECIBIR U OÍR NOTIFICACIONES 14

1.3 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 15

I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO 15
I.3.2 NOMBRE DEL COORDINADOR DEL PROYECTO 15
I.3.3 DIRECCIÓN, TELÉFONOS Y CORREO ELECTRÓNICO 15
I.3.4 CAPACIDAD TÉCNICA Y EXPERIENCIA EN EL ÁREA DE IMPACTO AMBIENTAL 16

I.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO

I.1.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, del proyecto "Transporte masivo en la modalidad de Tren Toluca-Valle de México, entre el Estado de México y el Distrito Federal".

I.1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO

I.1.2.1 Sector

El proyecto se lleva a cabo dentro del Sector de Vías Generales de Comunicación, mismo que es promovido por la Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

I.1.2.2 Subsector

Infraestructura ferroviaria

I.1.2.3 Tipo de proyecto

El proyecto pertenece al sector de vías generales de comunicación y consiste en la construcción de un Sistema Ferroviario, tendrá una longitud total de 58.363 Km y ocupará un ancho de derecho de vía de 16 m mismos que serán aprovechados para la implantación de la vía y actividades de mantenimiento de las instalaciones; adicionalmente se construirán 2 terminales, 4 estaciones, un taller de mantenimiento, además de un área destinada para cocheras.

Tabla I.2. Especificaciones generales del proyecto

Características	Especificaciones
Longitud	58.363 Km
Clase de Vía férrea	AREMA 115RE
Numero de vías	2
Espesor de balasto	0.5 m
Velocidad máxima	160 Km/h
Velocidad comercial	90 Km/h
Ancho de vía	4 m
Ancho de trocha	1435 mm
Ancho de corona	13.3 m
Curvatura máxima	250 m
Pendiente máxima	5%

I.1.2.4 Tipo de estudio y modalidad

Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional

I.1.3 UBICACIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de 58.363 km se localiza dentro del Estado de México con una longitud aproximada de 37.7 Km y 20.6 Km en el Distrito Federal. Para el caso del Estado de México cruza cinco municipios: Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac; en el Distrito Federal las delegaciones que cruza son dos: Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón.

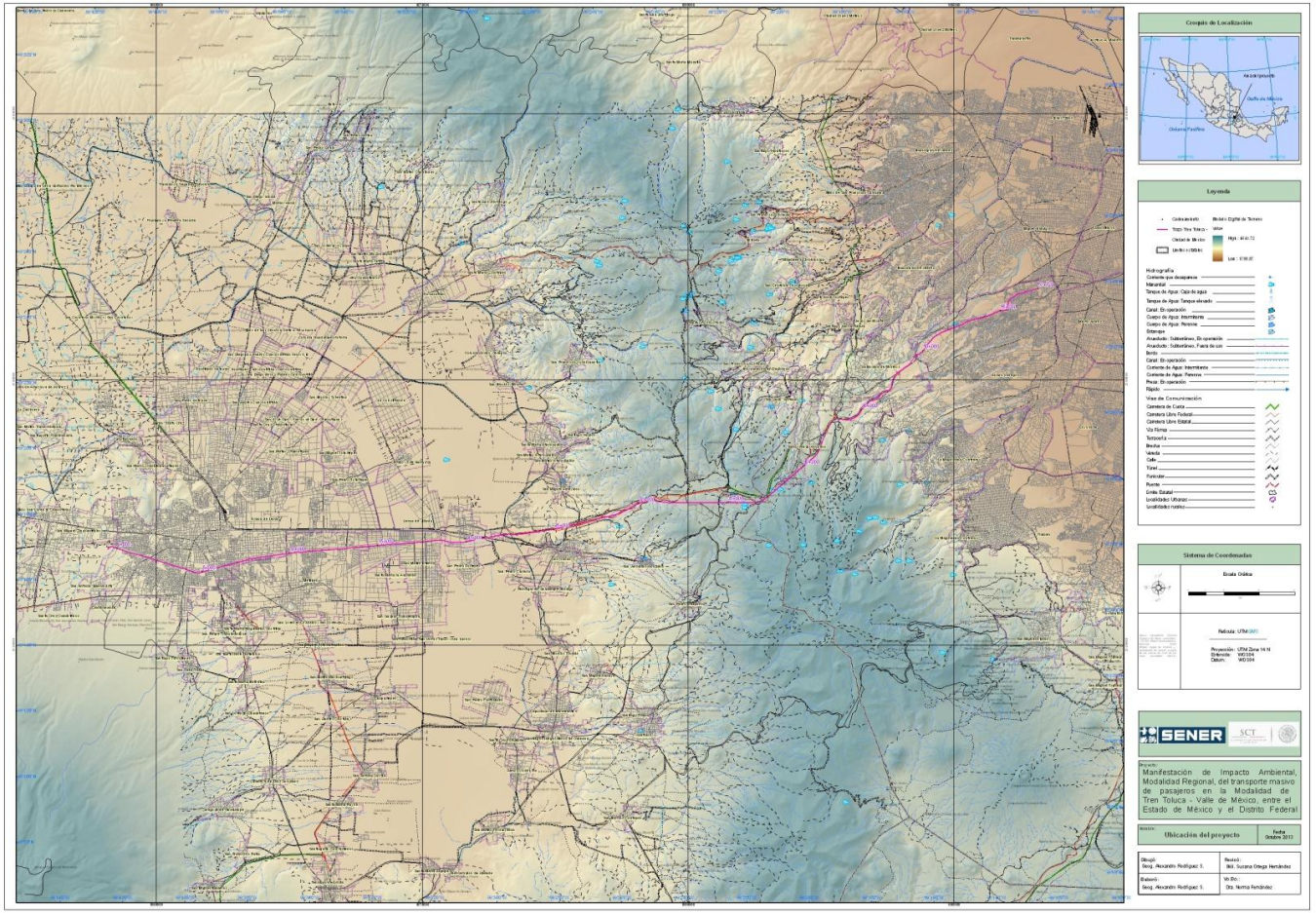


Figura I.2 Ubicación del proyecto (ver detalle en anexo cartográfico)

I.1.4 PRINCIPALES VÍAS DE ACCESO

La principal vía de acceso para llegar a la zona es la Autopista México-Toluca, existiendo además otras vialidades en toda el área.

I.1.5 COORDENADAS GEOGRÁFICAS

Para uniformizar la información y poder integrarla adecuadamente al sistema de información geográfica (SIG) que se utilizo en este estudio, los datos del proyecto carretero y toda la cartografía de referencia se proyectaron al sistema UTM Datum WGS84 (World Geodesic System), pues este cuenta con mayor precisión debido a que ha sido definido recientemente por medio de sistemas de posicionamiento global.

Los parámetros que se utilizaron son los siguientes:

UTM WGS84
Proyección: Transversa de Mercator Falso Este: 500000.00 Falso Norte: 0.00 Meridiano Central: -99.00 Factor de escala: 0.999600 Latitud de Origen: 0.00 Unidad linear: Metros (1.0) Sistema de coordenadas geográficas. • GCS_WGS_1984 • Unidad angular: Degree (0.0174532925199433299) • Primer Meridiano: Greenwich (0.0) • Datum: WGS 1984 • Esferoide : WGS 1984 • Semi-eje mayor: 659792 • Sem- eje menor: : 620691 • Achatamiento (Inverse Flattening): 298.2572235630000300

I.1.6 PUNTOS DE INFLEXIÓN

En este sentido, y con la intensión de que el proyecto pueda incluirse en cualquier Sistema de Información Geográfica, en la tabla I.3 se presentan los puntos de inflexión del proyecto.

Tabla I.3 Puntos de inflexión de la vía férroviaria

PI	Cadenamiento	Coordenadas		PI	Cadenamiento	Coordenadas	
		X	Y			X	Y
PST 1	-0+623.28	426,204.59	2,132,023.17	**PI 36**	36+844.89	462,924.85	2,133,376.66
PI 1	0+805.43	426,302.85	2,132,220.44	**PI 37**	41+090.97	466,278.82	2,136,030.39
PI 2	1+228.06	427,881.45	2,131,668.71	**PI 38**	41+592.78	466,460.86	2,136,512.72
PI 3	2+157.72	428,765.24	2,131,380.27	**PI 39**	42+789.97	466,973.70	2,137,594.69
PI 4	4+161.34	430,656.40	2,130,718.46	**PI 40**	43+271.97	467,288.21	2,137,961.62
PI 5	4+748.29	431,207.64	2,130,516.83	**PI 41**	44+059.01	468,095.02	2,137,819.85
PI 6	5+805.99	432,252.43	2,130,770.36	**PI 42**	44+712.23	468,680.27	2,138,146.03
PI 7	5+971.92	432,411.67	2,130,817.08	**PI 43**	45+008.70	468,800.74	2,138,427.25
PI 8	6+379.03	432,807.14	2,130,913.85	**PI 44**	45+304.56	469,060.13	2,138,586.19
PI 9	6+546.57	432,971.64	2,130,945.77	**PI 45**	45+607.64	469,223.75	2,138,845.95
PI 10	6+950.22	433,363.99	2,131,040.71	**PI 46**	46+171.07	469,772.91	2,139,015.68
PI 11	7+214.18	433,624.73	2,131,082.46	**PI 47**	46+505.41	469,954.37	2,139,308.57
PI 12	7+973.23	434,362.98	2,131,259.38	**PI 48**	47+026.43	470,488.76	2,139,394.80
PI 13	10+372.97	436,751.61	2,131,493.81	**PI 49**	47+390.68	470,645.48	2,140,238.89
PI 14	11+414.41	437,791.73	2,131,546.77	**PI 50**	48+564.19	471,314.37	2,140,680.17
PI 15	11+665.86	438,043.21	2,131,541.43	**PI 51**	48+850.44	471,559.49	2,140,828.09
PI 16	12+663.26	439,039.54	2,131,589.08	**PI 52**	49+535.48	471,971.87	2,141,377.32
PI 17	13+833.93	440,207.30	2,131,671.75	**PI 53**	49+773.71	472,212.32	2,141,434.68
PI 18	14+073.22	440,446.64	2,131,673.79	**PI 54**	50+197.26	472,508.13	2,141,744.90
PI 19	15+616.31	441,988.06	2,131,746.25	**PI 55**	50+478.35	472,661.04	2,141,981.51
PI 20	15+882.88	442,253.84	2,131,766.92	**PI 56**	50+970.15	472,995.93	2,142,342.37
PI 21	18+076.74	444,445.20	2,131,871.88	**PI 57**	51+284.63	473,281.98	2,142,482.11
PI 22	18+580.90	444,947.54	2,131,914.99	**PI 58**	51+481.00	473,450.11	2,142,583.74
PI 23	19+190.92	445,534.67	2,131,719.41	**PI 59**	51+934.50	473,878.36	2,142,734.68
PI 24	20+150.83	446,497.92	2,131,760.21	**PI 60**	52+618.15	474,528.95	2,142,944.72
PI 25	20+573.06	446,905.46	2,131,877.16	**PI 61**	53+168.23	475,017.38	2,143,199.79
PI 26	21+791.17	448,114.37	2,132,031.33	**PI 62**	53+937.70	475,780.45	2,143,334.44
PI 27	22+326.82	448,646.92	2,132,088.92	**PI 63**	54+473.94	476,289.76	2,143,502.69

PI	Cadenamiento	Coordenadas		PI	Cadenamiento	Coordenadas	
		X	Y			X	Y
PI 28	22+812.69	449,132.57	2,132,053.72	**PI 64**	55+006.84	476,779.67	2,143,712.52
PI 29	23+840.36	450,157.35	2,132,139.58	**PI 65**	55+441.45	477,212.12	2,143,634.33
PI 30	24+523.08	450,833.03	2,132,237.97	**PI 66**	55+904.43	477,243.09	2,144,253.60
PI 31	25+211.55	451,518.53	2,132,303.03	**PI 67**	56+513.56	477,781.49	2,144,611.70
PI 32	27+675.70	453,930.16	2,132,812.11	**PI 68**	56+745.88	478,020.90	2,144,605.24
PI 33	28+794.78	455,043.30	2,133,001.68	**PI 69**	56+922.77	478,185.45	2,144,677.11
PI 34	30+376.10	456,421.87	2,133,785.97	**PST 2**	57+740.69	478,996.76	2,144,873.02
PI 35	31+735.70	457,818.13	2,133,548.44				

I.1.6 ENTIDAD FEDERATIVA

El proyecto se ubica en los estados de México y Distrito Federal.

I.1.7 MUNICIPIOS

Para el caso del Estado de México cruza cinco municipios: Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac; en el Distrito Federal las delegaciones que cruza son dos: Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón.

I.1.8 DIMENSIONES DEL PROYECTO

Se considera un ancho de derecho de vía de 16 m, que será utilizado primeramente para la construcción de toda la infraestructura férrea y posteriormente se llevarán a cabo las actividades de operación, conservación y mantenimiento de las instalaciones. En este sentido el proyecto requiere una superficie de **93.38 Ha** dada por el ancho del derecho de vía; no obstante el proyecto requerirá superficies adicionales debido a la topografía de la zona, por lo que se estiman necesarias demasías por cortes y terraplenes más allá del derecho de vía de 16 m, que han sido incluidas en los planos de planta de todo el proyecto, siendo las más relevantes los portales del túnel. Así mismo se requerirán de superficies adicionales por la construcción de Terminales, Talleres y cocheras. De acuerdo con lo anterior se estima una superficie adicional de **75.81 Ha**, por lo que para la ejecución total del proyecto se requerirá una superficie de **169.19 Ha**.

En la siguiente tabla se desglosa las superficies requerirá por el proyecto.

Tabla 1.4. Superficie total requerirá para la construcción del proyecto

Superficie	Área (ha)
Superficie por derecho de vía	93.38
Superficie adicional para la construcción de terminales*	0.48
Superficie adicional para la construcción de portales en Túnel**	0.95
Superficie adicional para la construcción de Talleres	30.36
Superficie adicional para la construcción de Cocheras	28.22
Superficie adicional por demasías	15.81
Superficie total requerida	**169.19**

*Esta superficie corresponde a la que se encuentra fuera del derecho de vía puesto que las terminales serán elevadas, es decir sobre viaducto
**Esta superficie corresponde a la construcción y adecuación de los portales del túnel

I.1.9 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión programada para este proyecto es la siguiente: $ 38,608 mdp (Treinta y ocho mil seiscientos ocho millones de pesos) o su equivalente en dólares americanos, $2,946,928,120.54 USD.[1]

I.1.10 DURACIÓN DEL PROYECTO

Se pretende realizar en 4 años, periodo que solicitamos sea autorizado el proyecto en materia de impacto ambiental.

I.1. 1 SOLICITUD DE AUTORIZACIÓN EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL

Se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional, con el objeto de solicitar la autorización correspondiente y cambio de uso de suelo en materia ambiental, para el proyecto del Transporte masivo de pasajeros en la modalidad de Tren Toluca-Valle de México.

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), estipula 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

[1] Tipo de cambio al 01 de enero de 2014 determinado por el Banco de México. 13.1011 Pesos por dólar.

condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Fracciones que aplica I y VII del Articulo 28 de la ley.

Por su parte, el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, ratifica en su artículo 5, **incisos B)** VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: La Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares; puertos, vías férreas….., que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de aguas nacionales; Así mismo, el **inciso O)**, CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS fracción I Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación…… en predios con vegetación forestal.

En este sentido, el proyecto bajo estudio requiere obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental para el proyecto del Transporte masivo de pasajeros en la modalidad de Tren Toluca-Valle de México y sus obras asociadas, por ser una vía general de comunicación y por estar instalada en predios con vegetación forestal.

1.2 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE

I.2.1. NOMBRE O RAZÓN SOCIAL

Dirección General de Transporte Ferroviario y Multimodal

Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

I.2.3. NOMBRE DEL REPRESENTANTE LEGAL

C.P. Pablo Suarez Coello

Director General de Transporte Ferroviario y Multimodal

1.3 DATOS GENERALES DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO

Grupo SELOME, S.A. de C.V.

I.3.1 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO

María Norma Olinda Fernandez Buces

I.3.2 NOMBRE DEL COORDINADOR DEL PROYECTO

Mercedes Susana Ortega Hernández

I.3.4 CAPACIDAD TÉCNICA Y EXPERIENCIA EN EL ÁREA DE IMPACTO AMBIENTAL

El responsable técnico de la coordinación de este estudio cuenta con grado de Maestría en SIG, ha participado en la elaboración de más de 10 estudios de impacto ambiental en carreteras. Ha elaborado y colaborado en la identificación y evaluación de impactos ambientales, proyección de escenarios y análisis cartográfico.

En la realización de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la empresa GRUPO SELOME S.A. de C.V. conformó un equipo multidisciplinario, en el que sus integrantes cuentan con el grado de licenciatura, maestría y/o doctorado y han participado en diversos estudios de impacto ambiental de vías generales de comunicación. En este proyecto el equipo multidisciplinario se integró por especialistas en edafología, vegetación, fauna y aspectos socioeconómicos; mismos que participaron en los trabajos de campo y gabinete (diagnóstico, caracterización de escenarios, identificación y evaluación de impactos ambientales y establecimiento de medidas de mitigación) que requirió la elaboración del presente documento.

CAPÍTULO II
DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

FUNDAMENTO JURÍDICO 5

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 5

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO 8
II.1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS 8
II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA 9

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO 9

II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES 11
II.2.1.1 SECCIÓN TIPO DEL PROYECTO 13
II.2.1.2 PUNTOS DE INFLEXIÓN 14
II.2.1.2 VÉRTICES DEL TRAZO 16
II.2.2 ACTIVIDADES QUE SE LLEVARAN A CABO 19
II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS 19
II.2.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO 20
II.2.5 VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DONDE SE DESARROLLARAN LAS OBRAS O ACTIVIDADES 22
II.2.6 CUENCAS Y SUB-CUENCAS DONDE SE LOCALIZARÁ EL PROYECTO 24
II.2.7 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA PARA EL PROYECTO 26
II.2.7.1 SUPERFICIE DE AFECTACIÓN PERMANENTE Y TEMPORAL DENTRO DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO 26
II.2.7.2 SUPERFICIE QUE SE PLANEA DESMONTAR CON RESPECTO AL ÁREA ARBOLADA DENTRO DEL EMPLAZAMIENTO DEL PROYECTO 30

II.3 DESCRIPCIÓN DE ETAPAS 33

II.3.1 PRELIMINARES 33
II.3.2 PREPARACIÓN DEL SITIO 33
II.3.3 CONSTRUCCIÓN 34
II.3.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 34
II.3.5 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO 35
II.3.6 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO 37
II.3.7 SITUACIÓN LEGAL DEL SITIO DEL PROYECTO Y TIPO DE PROPIEDAD 39
II.3.7.1 USO DE SUELO EN EL SITIO DEL PROYECTO Y SUS COLINDANCIAS 42
II.3.7.2 URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE LOS SERVICIOS REQUERIDOS 45
II.3.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 46
II.3.8.1 OTRAS ÁREAS DE ATENCIÓN PRIORITARIA 49

II.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES 50

II.4.1 ETAPA DE PRELIMINARES 50
II.4.1.1 ESTUDIOS PREVIOS 50
II.4.2 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO 51
II.4.2.1 TRAZO Y NIVELACIÓN 51
II.4.2.2 OBRAS INDUCIDAS 51
II.4.2.3 RESCATE DE FLORA SILVESTRE 54
II.4.2.4 AHUYENTAMIENTO Y RESCATE DE FAUNA SILVESTRE 55
II.4.2.5 RESCATE Y CONSERVACIÓN DEL SUELO 56
II.4.2.6 DESMONTE Y DESPALME 57
II.4.2.7 INSTALACIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 58
II.4.2.8 SEÑALAMIENTO Y DISPOSITIVOS PARA PROTECCIÓN DE OBRAS 64
II.4.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN 64
II.4.3.1 CORTES Y TERRAPLENES 66
II.4.3.2 CONSTRUCCIÓN DE OBRAS MAYORES (VIADUCTOS Y FALSO TÚNEL) 67
II.4.3.3 CONSTRUCCIÓN ESTACIONES, TALLERES Y COCHERAS 72
II.4.3.4 CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL 75
II.4.3.5 ESTRUCTURA FÉRREA 77
II.4.3.6 LIMPIEZA Y DESMANTELAMIENTO DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 82
II.4.4 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 83
II.4.4.1 PROGRAMA DE CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y CORRECTIVA 84

II.5 REQUERIMIENTOS DE PERSONAS E INSUMOS 88

II.5.1 PERSONAL 88
II.5.2 INSUMOS 89
II.5.2.1. AGUA 89
EN II.5.2.2. MATERIALES Y SUSTANCIAS 90
II.5.2.3. ENERGÍA Y COMBUSTIBLES 91
II.5.2.4. MAQUINARIA Y EQUIPO 92

II.6. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS 93

II.6.1 RESIDUOS SÓLIDOS 93
II.6.2 RESIDUOS LÍQUIDOS 95

II.7. IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES AFECTACIONES AL AMBIENTE QUE SON CARACTERÍSTICAS DE (LOS) TIPOS(S) DE EMISIONES 96

FUNDAMENTO JURÍDICO

La presente descripción de las obras y actividades se hace en función del Artículo 13 del Reglamento de Evaluación del Impacto Ambiental Fracción II "Descripción de las obras o actividades y, en su caso de los programas o planes parciales de desarrollo". En este sentido, la SEMARNAT impone la obligación de la descripción de las obras y actividades del proyecto. En cumplimiento de lo se presenta la información contenida en este Capítulo.

II.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El proyecto pertenece al sector de vías generales de comunicación y consiste en la construcción de un Sistema Ferroviario denominado "TREN TOLUCA-VALLE DE MÉXICO" del tipo de Servicio Público de transporte ferroviario de pasajeros. El trazo se localiza dentro del Estado de México con una longitud aproximada de 37.7 Km y en el Distrito Federal con 20.6 Km. Para el caso del Estado de México cruza cinco municipios: Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac; en el Distrito Federal las delegaciones que cruza son dos: Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón. El proyecto tendrá una longitud total de 58.363 Km y ocupará un ancho de derecho de vía de 16 m; mismos que serán aprovechados para la implantación de la vía y actividades de mantenimiento de las instalaciones; adicionalmente se construirán 2 terminales, 4 estaciones, un taller de mantenimiento, además de un área destinada para cocheras. El trazo transcurre por zonas de planicie, valle intermontano, zona de montaña y laderas; lo cual obliga a la construcción de obras mayores, obteniéndose un perfil de la rasante del eje de trazo con una configuración a nivel, viaductos elevados, un túnel, un túnel falso y así como los tramos de transición de zonas a nivel, a elevadas y viceversa; en planta el proyecto es paralelo a infraestructura existente, es decir vialidades primarias, secundarias y líneas de transmisión de electricidad.

El eje de trazo inicia en el cadenamiento PK -0+623.28 dentro del municipio de Zinacantepec Estado de México, cabe resaltar el valor negativo del kilometraje esto es debido a que corresponde al área de cocheras y maniobras. El cadenamiento final es PK 57+740.69 en la Delegación Álvaro Obregón del Distrito Federal, donde se tiene previsto unir con el Centro de Transferencia Modal (CETRAM) Observatorio. La siguiente tabla muestra los cadenamientos correspondientes a cada Entidad, así como sus respectivos municipios y delegaciones.

Tabla II.1.1. Cadenamientos correspondientes al Estado de México y Distrito Federal

Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final	Longitud (m)	Municipio o Delegación	Entidad
-0+623.28	0+162.43	785.71	Zinacantepec	Estado de México
0+162.43	9+814.54	9652.11	Toluca	
9+814.54	14+316.07	4501.53	Metepec	
14+316.07	18+742.18	4426.11	San Mateo Atenco	
18+742.18	21+445.56	2703.38	Lerma	
21+445.56	22+020.96	575.40	Ocoyoacac	
22+020.96	23+798.25	1777.29	Lerma	
23+798.25	37+108.15	13309.90	Ocoyoacac	
37+108.15	49+502.74	12394.59	Cuajimalpa de Morelos	Distrito Federal
49+502.74	57+740.69	8237.95	Álvaro Obregón	
	TOTAL	**58,363.97**		

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto en ambas Entidades con sus municipios y delegaciones correspondientes.



Figura II.1.1 Ubicación general del proyecto

II.1.1 NATURALEZA DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un sistema ferroviario destinado al traslado de personas. Inicia en el municipio de Zinacantepec Estado de México, y termina en la Delegación Álvaro Obregón del Distrito Federal, con una longitud de 58.363 Km. Tratándose de un servicio público de pasajeros se contará con instalaciones de ascenso y descenso de pasajeros, además de instalaciones para el resguardo y mantenimiento del material rodante.

La Zona Metropolitana del Valle de México ha crecido en los últimos años, por lo que la movilidad que existe actualmente entre estas Entidades en cuanto a servicio público y conectividad en horas pico genera tiempos de recorrido elevados. Derivado de los estudios de demanda se obtuvo la ubicación de las estaciones de ascenso y descenso, y correspondencia con el sistema de transporte colectivo metro del CETRAM Observatorio, de esta manera se optimiza el traslado de personas ofreciendo un nuevo esquema de transporte público masivo.

Los primeros kilómetros del trazo se encuentran dentro del Estado de México, donde es paralelo a una vialidad primaria en zona urbana, y a su vez se encuentra dentro del derecho de vía de una línea de transmisión de electricidad (aérea) perteneciente a la Comisión Federal de Electricidad. Para el caso del Distrito Federal se tiene tramos paralelos a carretera México-Toluca hasta llegar a zona urbana sobre vialidades primarias y secundarias, terminando en el CETRAM Observatorio (metro observatorio).

II.1.2 JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS

El proyecto "TREN TOLUCA-VALLE DE MÉXICO" tiene como objetivo principal ofrecer un servicio seguro y eficiente. Asimismo, el presente estudio se realiza con la intensión de poder realizar la identificación temprana de todos aquellos impactos benéficos o adversos que eventualmente puedan alterar las condiciones ambientales de la región en que se desarrolla, a fin de que puedan ser evitados, prevenidos o mitigados oportuna y adecuadamente.

En éste contexto, entre los principales objetivos de la construcción del proyecto destacan:

- Identificar los impactos ambientales que podrían presentarse a lo largo y durante las actividades y obras necesarias para la construcción del proyecto.
- Mejorar el tiempo de traslado de los usuarios desarrollando un transporte público seguro y eficiente, y la reducción de externalidades asociadas como los accidentes viales.
- Disminuir la concentración de elementos contaminantes en la atmósfera de las zonas urbanas que comunica ya que contará con un sistema eléctrico para su operación motriz.

- Ayudar a mejorar las condiciones económicas y de comunicación entre las poblaciones cercanas al proyecto, ofreciendo un sistema de mayor seguridad, eficiencia y comodidad.

Es importante mencionar que el primer benefactor del proyecto será el medio ambiente debido a que a partir de sus recursos se podrá implementar programas de restauración ecológica en zonas de gran importancia ambiental y que actualmente se encuentran deterioradas. Asimismo, el funcionamiento de este sistema de transporte reducirá la necesidad de incidencia de gran cantidad de autobuses y automóviles entre la ciudad de México y Toluca, lo que se verá reflejado en una reducción de las emisiones atmosféricas, disminución en la contaminación por ruido derivada de la circulación de los mismos y mayor seguridad vial.

II.1.3 INVERSIÓN REQUERIDA

La inversión programada para este proyecto es de: $ 38,608 mdp (Treinta y ocho mil seiscientos ocho millones de pesos) o su equivalente en dólares americanos, $2,946,928,120.54 USD.[1]

Cabe agregar que mediante un "Estudio Técnico Económico" que se realice de este proyecto, se estimarán los montos para la aplicación de las medidas de mitigación correspondientes. La elaboración y entrega del Estudio Técnico Económico obedecerá a lo dispuesto por los artículos 51, 53 y 54 del Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental. En donde se declara que la Secretaría podrá exigir a la Promovente el otorgamiento de un instrumento económico (seguro o garantía) que garantice el cumplimiento ambiental establecido en la autorización ambiental y las medidas de mitigación, compensación, restauración, prevención y control propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental del Proyecto. Donde además sean considerados los posibles daños ambientales por el incumplimiento o mala aplicación de las medidas establecidas.

II.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO

El proyecto consiste en la construcción de un Sistema Ferroviario moderno denominado "TREN TOLUCA-VALLE DE MÉXICO" con una longitud de 58.363 Km en su eje de trazo, dentro del Estado de México y Distrito Federal. Contará con un derecho de vía de 16m en promedio, las características geométricas más relevantes que se tienen son el grado de curvatura máxima con 4.5° y una pendiente máxima del 5%. La siguiente tabla muestra las características generales del proyecto.

[1] Tipo de cambio al 01 de enero de 2014 determinado por el Banco de México. 13.1011 Pesos por dólar.

Tabla II.2.1. Características generales

Características	Especificaciones
Longitud	58.363 Km
Clase de Vía férrea	AREMA 115RE
Numero de vías	2
Espesor de balasto	0.5 m
Velocidad máxima	160 Km/h
Velocidad comercial	90 Km/h
Ancho de vía	4m
Ancho de trocha	1435 mm
Ancho de corona	13.3m
Curvatura máxima	250m
Pendiente máxima	5%

En general en cuanto a los parámetros y requerimientos que conforman el sistema ferroviario sobresale su sistema de tracción a base de energía eléctrica. La capacidad instalada en este caso es la que se presenta en la siguiente tabla.

Tabla II.2.2. Capacidad Instalada

Características	Especificaciones
Tipo de Tren	Eléctrico autopropulsado
No de Trenes	20 ud
No de Vagones	160 ud
Tipo de motor	asíncronos
Longitud de tren	140 m
Potencia	Régimen continuo 2.88MW Máx-4MW
Alimentación de tracción	25 Kv
Tiempo de recorrido	33 min

Los datos técnicos anteriores refieren al sistema planteado hasta el momento, ya que no se cuenta con un proveedor o marca establecida para el proyecto, puesto que su selección se llevará a cabo mediante licitación pública para el suministro del material rodante.

Por ser un servicio público de pasajeros se tiene proyectadas estaciones y terminales para el ascenso y descenso de los usuarios dentro de la zona urbana del Estado de México y el Distrito Federal, conectándose con la estructura vial y el sistema de transporte colectivo existentes en el sitio. En este sentido como punto obligado se tiene la correspondencia con el Metro, en la CETRAM Observatorio. La siguiente tabla muestra la ubicación de las estaciones proyectadas, cabe destacar que dichas estaciones serán en andén elevado con plataforma, con lo que reducirá la afectación de los sitios donde se ubiquen estas estructuras.

Tabla II.2.3. Estaciones del proyecto

Cadenamiento		Estación	Longitud (m)	Municipio o Delegación
Inicial	Final			
0+200.00	0+400.00	Estación Zinancatepec	200.00	Toluca
6+073.96	6+273.96	Estación Cristóbal Colón	200.00	Toluca
13+156.78	13+356.78	Estación Metepec	200.00	Metepec
19+443.00	19+643.00	Estación de Lerma	200.00	Lerma
49+089.40	49+289.40	Estación Santa Fe	200.00	Cuajimalpa de Morelos
57+535.14	57+735.14	Estación Observatorio	200.00	Álvaro Obregón

II.2.1 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS Y ACTIVIDADES

El proyecto "TREN TOLUCA-VALLE DE MÉXICO" contempla la construcción de infraestructura ferroviaria, por lo que contiene diversos elementos tales como viaductos, puentes, estaciones, talleres de mantenimiento, cocheras, entre otros.

El tipo de estructura en lo general estará constituido por una sección para albergar doble vía confinada. La configuración del trazo en perfil será a nivel, viaducto elevado, incluyendo los tramos de transición de las zonas a nivel a la sección elevada, un túnel y un falso túnel. La siguiente figura muestra en forma esquemática el perfil de proyecto. Cabe destacar que el plano de perfil se anexa al presente documento para mayor detalle (Ver Anexo 1).

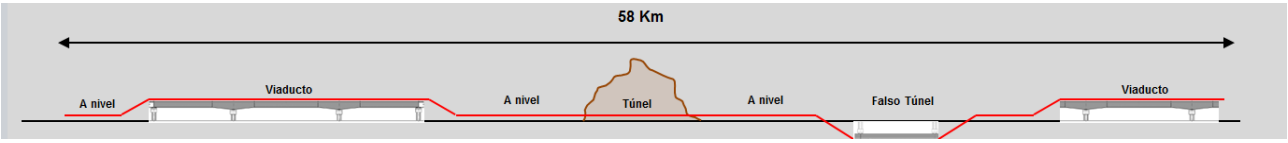


Figura II.2.1 Perfil general del proyecto (Ver detalle en anexo 1)

La siguiente tabla muestra los cadenamientos de la configuración de las estructuras que albergaran la infraestructura del sistema ferroviario. Los viaductos con altura menor a 30 m

consistirán en estructuras prefabricadas, es decir, que los elementos serán fabricados en una planta, transportados al sitio y colocados mediante grúas.

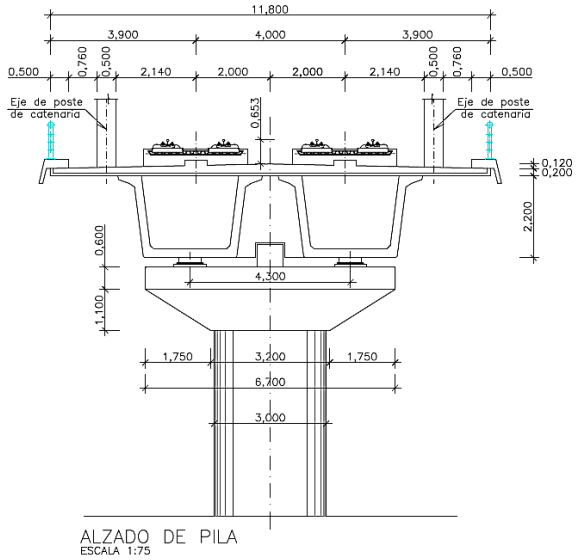
Asimismo, se construirán in situ los viaductos de rango de altura entre 30 m y 60 m. Para esta sección se utilizaran varios métodos constructivos en función de la complejidad de cada sitio. El túnel proyectado tiene una longitud aproximada de 4.59 Km. Esta estructura tendrá una sección denominada bi-tubo. Se realizarán dos secciones denominadas "falso túnel" la primera tendrá una longitud aproximada de 0.06 Km y la segunda de 3.27 Km. Habrá zonas que tendrá una sección a nivel, es decir en superficie conformada por terraplén o ya sea en cortes o superficial en función de la topografía existente.

Tabla II.2.4. Estructuras proyectadas a lo largo del proyecto

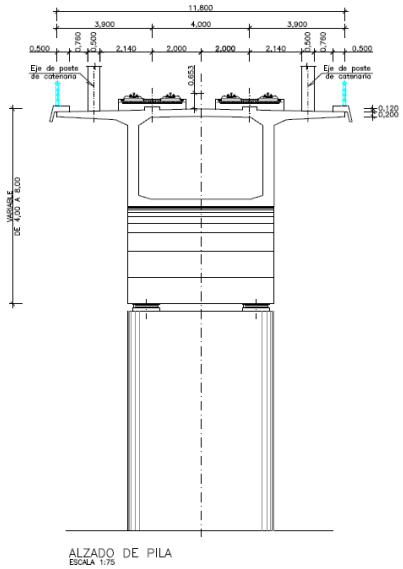
Cadenamiento		Longitud (m)	Estructura
Inicial	Final		
-0+623.28	0+000.00	623.28	Nivel
0+000.00	22+750.69	22,750.69	Viaducto
22+750.69	23+336.24	585.55	Nivel
23+336.24	24+958.77	1,622.53	Viaducto
24+958.77	26+986.93	2,028.17	Nivel
26+986.93	30+875.94	3,889.01	Viaducto
30+875.94	32+084.18	1,208.24	Nivel
32+084.18	32+449.24	365.06	Viaducto
32+449.24	34+210.60	1,761.36	Nivel
34+210.60	35+666.11	1,455.51	Viaducto
35+666.11	36+018.88	352.77	Nivel
36+018.88	36+095.84	76.96	Viaducto
36+095.84	36+188.52	92.68	Nivel
36+188.52	40+784.20	4,595.68	Túnel
40+784.20	41+000.00	215.80	Nivel
41+000.00	47+368.50	6,368.50	Viaducto
47+368.50	47+432.00	63.50	Túnel Falso
47+432.00	47+519.55	87.55	Nivel
47+519.55	51+555.33	4,035.79	Viaducto
51+555.33	51+880.00	324.67	Nivel
51+880.00	55+150.00	3,270.00	Túnel Falso
55+150.00	55+747.82	597.82	Nivel
55+747.82	57+740.69	1,999.97	Viaducto
	Total	**58,363.97**	

II.2.1.1 Sección tipo del proyecto

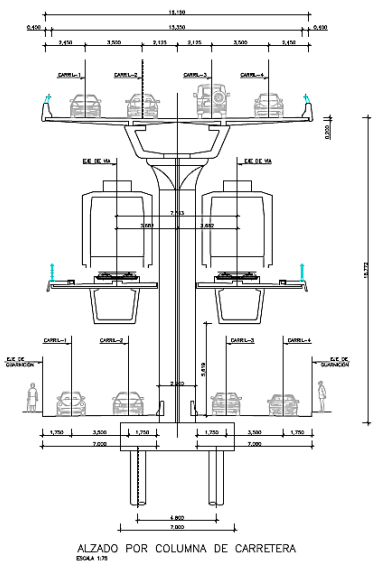
Como se mencionó anteriormente se tendrán varios tipos de sección trasversal y esto será en función de la topografía y zona urbana que cruza. A continuación se presenta las diferentes secciones del proyecto, además se presentan como anexo al documento para mayor detalle (Ver Anexo 2).



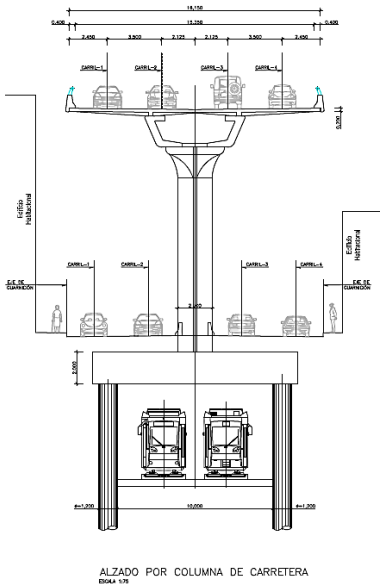
Sección en Viaducto prefabricado de altura menor a 30 m



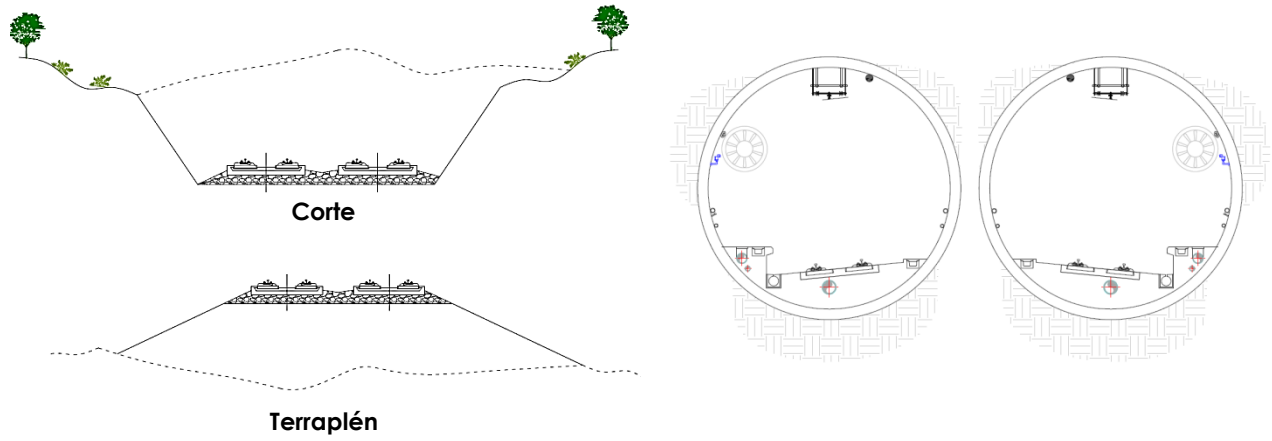
Sección en Viaducto construido *in situ* de altura mayor a 30 m



Sección en Viaducto prefabricado de dos pisos en zona urbana



Sección en Falso Túnel en zona urbana



Secciones a nivel **Sección del Túnel (Bi-tubo)**

Figura II.2.2 Secciones del proyecto

II.2.1.2 Puntos de inflexión

El proyecto se precisa mediante puntos característicos, tales como los puntos de inflexión (P.I.) y los puntos sobre tangente (PST). En la siguiente tabla se presentan P.I. y PST correspondientes al eje de trazo con proyección UTM-WGS84, para el proyecto en estudio.

Tabla II.2.5. Puntos de inflexión del eje de proyecto

PI	Cadenamiento	Coordenadas		PI	Cadenamiento	Coordenadas	
		X	Y			X	Y
PST 1	-0+623.28	426,204.59	2,132,023.17	**PI 36**	36+844.89	462,924.85	2,133,376.66
PI 1	0+805.43	426,302.85	2,132,220.44	**PI 37**	41+090.97	466,278.82	2,136,030.39
PI 2	1+228.06	427,881.45	2,131,668.71	**PI 38**	41+592.78	466,460.86	2,136,512.72
PI 3	2+157.72	428,765.24	2,131,380.27	**PI 39**	42+789.97	466,973.70	2,137,594.69
PI 4	4+161.34	430,656.40	2,130,718.46	**PI 40**	43+271.97	467,288.21	2,137,961.62
PI 5	4+748.29	431,207.64	2,130,516.83	**PI 41**	44+059.01	468,095.02	2,137,819.85
PI 6	5+805.99	432,252.43	2,130,770.36	**PI 42**	44+712.23	468,680.27	2,138,146.03
PI 7	5+971.92	432,411.67	2,130,817.08	**PI 43**	45+008.70	468,800.74	2,138,427.25
PI 8	6+379.03	432,807.14	2,130,913.85	**PI 44**	45+304.56	469,060.13	2,138,586.19
PI 9	6+546.57	432,971.64	2,130,945.77	**PI 45**	45+607.64	469,223.75	2,138,845.95

PI	Cadenamiento	Coordenadas		PI	Cadenamiento	Coordenadas	
		X	Y			X	Y
PI 10	6+950.22	433,363.99	2,131,040.71	**PI 46**	46+171.07	469,772.91	2,139,015.68
PI 11	7+214.18	433,624.73	2,131,082.46	**PI 47**	46+505.41	469,954.37	2,139,308.57
PI 12	7+973.23	434,362.98	2,131,259.38	**PI 48**	47+026.43	470,488.76	2,139,394.80
PI 13	10+372.97	436,751.61	2,131,493.81	**PI 49**	47+390.68	470,645.48	2,140,238.89
PI 14	11+414.41	437,791.73	2,131,546.77	**PI 50**	48+564.19	471,314.37	2,140,680.17
PI 15	11+665.86	438,043.21	2,131,541.43	**PI 51**	48+850.44	471,559.49	2,140,828.09
PI 16	12+663.26	439,039.54	2,131,589.08	**PI 52**	49+535.48	471,971.87	2,141,377.32
PI 17	13+833.93	440,207.30	2,131,671.75	**PI 53**	49+773.71	472,212.32	2,141,434.68
PI 18	14+073.22	440,446.64	2,131,673.79	**PI 54**	50+197.26	472,508.13	2,141,744.90
PI 19	15+616.31	441,988.06	2,131,746.25	**PI 55**	50+478.35	472,661.04	2,141,981.51
PI 20	15+882.88	442,253.84	2,131,766.92	**PI 56**	50+970.15	472,995.93	2,142,342.37
PI 21	18+076.74	444,445.20	2,131,871.88	**PI 57**	51+284.63	473,281.98	2,142,482.11
PI 22	18+580.90	444,947.54	2,131,914.99	**PI 58**	51+481.00	473,450.11	2,142,583.74
PI 23	19+190.92	445,534.67	2,131,719.41	**PI 59**	51+934.50	473,878.36	2,142,734.68
PI 24	20+150.83	446,497.92	2,131,760.21	**PI 60**	52+618.15	474,528.95	2,142,944.72
PI 25	20+573.06	446,905.46	2,131,877.16	**PI 61**	53+168.23	475,017.38	2,143,199.79
PI 26	21+791.17	448,114.37	2,132,031.33	**PI 62**	53+937.70	475,780.45	2,143,334.44
PI 27	22+326.82	448,646.92	2,132,088.92	**PI 63**	54+473.94	476,289.76	2,143,502.69
PI 28	22+812.69	449,132.57	2,132,053.72	**PI 64**	55+006.84	476,779.67	2,143,712.52
PI 29	23+840.36	450,157.35	2,132,139.58	**PI 65**	55+441.45	477,212.12	2,143,634.33
PI 30	24+523.08	450,833.03	2,132,237.97	**PI 66**	55+904.43	477,243.09	2,144,253.60
PI 31	25+211.55	451,518.53	2,132,303.03	**PI 67**	56+513.56	477,781.49	2,144,611.70
PI 32	27+675.70	453,930.16	2,132,812.11	**PI 68**	56+745.88	478,020.90	2,144,605.24
PI 33	28+794.78	455,043.30	2,133,001.68	**PI 69**	56+922.77	478,185.45	2,144,677.11
PI 34	30+376.10	456,421.87	2,133,785.97	**PST 2**	57+740.69	478,996.76	2,144,873.02
PI 35	31+735.70	457,818.13	2,133,548.44				

II.2.1.2 Vértices del trazo

Otros puntos característicos dentro del eje del proyecto son los vértices que resultan del cálculo del alineamiento horizontal para el proyecto geométrico. En la siguiente tabla se incluyen las coordenadas en proyección UTM-WGS84 de los vértices del eje de trazo del proyecto.

Tabla II.2.6. Vértices del eje de proyecto

Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y		X	Y
V1	426,204.59	2,132,023.17	**V49**	446,814.12	2,131,850.03	**V97**	470,588.74	2,139,905.31
V2	426,503.70	2,132,150.08	**V50**	447,000.08	2,131,888.34	**V98**	470,930.71	2,140,420.95
V3	426,517.96	2,132,145.26	**V51**	447,099.16	2,131,901.86	**V99**	471,073.86	2,140,521.50
V4	428,630.88	2,131,424.12	**V52**	447,994.06	2,132,015.98	**V100**	471,224.22	2,140,620.69
V5	428,678.40	2,131,408.57	**V53**	448,043.66	2,132,022.27	**V101**	471,236.74	2,140,628.94
V6	428,851.43	2,131,350.06	**V54**	448,185.24	2,132,038.95	**V102**	471,394.01	2,140,728.21
V7	428,898.64	2,131,333.58	**V55**	448,234.95	2,132,044.37	**V103**	471,406.84	2,140,735.97
V8	430,582.78	2,130,744.23	**V56**	448,392.78	2,132,061.44	**V104**	471,891.79	2,141,270.67
V9	430,629.96	2,130,727.66	**V57**	448,542.09	2,132,075.70	**V105**	471,922.90	2,141,309.79
V10	430,682.68	2,130,708.79	**V58**	448,752.15	2,132,079.41	**V106**	472,053.33	2,141,395.33
V11	430,729.66	2,130,691.67	**V59**	448,901.87	2,132,070.44	**V107**	472,101.61	2,141,408.27
V12	432,333.20	2,130,794.06	**V60**	450,509.56	2,132,190.87	**V108**	472,586.44	2,141,866.08
V13	432,381.23	2,130,807.97	**V61**	450,658.05	2,132,212.11	**V109**	472,642.10	2,141,949.14
V14	432,442.57	2,130,824.47	**V62**	451,009.16	2,132,254.31	**V110**	472,687.74	2,142,007.83
V15	432,491.09	2,130,836.51	**V63**	451,158.45	2,132,268.86	**V111**	472,754.52	2,142,082.25
V16	432,724.22	2,130,893.56	**V64**	453,605.11	2,132,743.49	**V112**	472,857.38	2,142,193.08
V17	432,772.82	2,130,905.28	**V65**	453,673.61	2,132,757.90	**V113**	472,907.05	2,142,245.19
V18	432,841.90	2,130,920.42	**V66**	454,188.68	2,132,856.08	**V114**	473,114.67	2,142,399.31
V19	432,890.95	2,130,930.11	**V67**	454,257.67	2,132,867.89	**V115**	473,178.94	2,142,431.78
V20	433,234.32	2,131,009.34	**V68**	455,735.99	2,133,395.76	**V116**	473,362.73	2,142,530.92
V21	433,302.43	2,131,025.48	**V69**	455,867.27	2,133,468.29	**V117**	473,405.80	2,142,556.31
V22	433,426.65	2,131,050.42	**V70**	457,051.64	2,133,676.93	**V118**	473,499.43	2,142,600.54
V23	433,495.72	2,131,061.80	**V71**	457,199.81	2,133,653.63	**V119**	473,546.40	2,142,617.68
V24	434,213.98	2,131,223.67	**V72**	466,392.67	2,136,332.03	**V120**	473,778.86	2,142,699.61
V25	434,311.47	2,131,245.90	**V73**	466,428.42	2,136,425.42	**V121**	473,802.41	2,142,707.89
V26	434,416.07	2,131,263.48	**V74**	466,501.18	2,136,596.66	**V122**	473,955.03	2,142,759.42
V27	434,515.47	2,131,274.35	**V75**	466,543.58	2,136,687.23	**V123**	473,978.78	2,142,767.10
V28	436,608.37	2,131,479.75	**V76**	466,913.57	2,137,467.83	**V124**	474,701.72	2,143,034.94
V29	436,707.93	2,131,489.10	**V77**	466,949.11	2,137,539.49	**V125**	474,773.60	2,143,071.85
V30	436,795.50	2,131,495.63	**V78**	467,014.10	2,137,639.63	**V126**	475,057.53	2,143,185.65

Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas		Vértice	Coordenadas	
	X	Y		X	Y		X	Y
V31	436,895.35	2,131,501.13	**V79**	467,065.06	2,137,701.28	**V127**	475,538.36	2,143,291.72
V32	437,664.20	2,131,540.28	**V80**	467,150.59	2,137,801.05	**V128**	476,682.05	2,143,670.71
V33	437,739.12	2,131,543.72	**V81**	467,205.25	2,137,859.38	**V129**	476,728.58	2,143,688.96
V34	437,844.41	2,131,545.28	**V82**	467,417.23	2,137,935.34	**V130**	476,834.76	2,143,701.00
V35	437,919.40	2,131,544.06	**V83**	467,496.50	2,137,925.02	**V131**	476,884.19	2,143,693.63
V36	440,089.36	2,131,663.40	**V84**	468,740.53	2,138,286.71	**V132**	477,229.43	2,143,980.44
V37	440,139.24	2,131,666.79	**V85**	468,761.17	2,138,332.24	**V133**	477,232.10	2,144,022.24
V38	440,275.53	2,131,672.19	**V86**	468,879.51	2,138,472.98	**V134**	477,422.68	2,144,370.80
V39	440,325.53	2,131,672.75	**V87**	468,939.72	2,138,512.41	**V135**	477,484.05	2,144,413.87
V40	442,122.72	2,131,756.72	**V88**	469,135.40	2,138,705.69	**V136**	477,668.22	2,144,536.37
V41	442,147.64	2,131,758.65	**V89**	469,175.82	2,138,765.24	**V137**	477,710.49	2,144,563.05
V42	442,360.23	2,131,772.00	**V90**	469,314.12	2,138,871.30	**V138**	477,867.48	2,144,608.19
V43	442,385.20	2,131,773.21	**V91**	469,382.11	2,138,894.90	**V139**	477,917.47	2,144,608.03
V44	444,564.16	2,131,882.09	**V92**	469,851.15	2,139,141.97	**V140**	478,120.36	2,144,648.68
V45	444,713.79	2,131,892.42	**V93**	469,891.13	2,139,201.81	**V141**	478,153.38	2,144,662.71
V46	445,169.54	2,131,838.40	**V94**	470,077.23	2,139,325.89	**V142**	478,211.99	2,144,682.81
V47	445,312.61	2,131,793.38	**V95**	470,147.84	2,139,339.79	**V143**	478,260.42	2,144,695.21
V48	446,717.76	2,131,823.29	**V96**	470,551.80	2,139,734.32	**V144**	478,996.76	2,144,873.02

La siguiente figura muestra los puntos de inflexión y vértices del eje de proyecto bajo estudio.

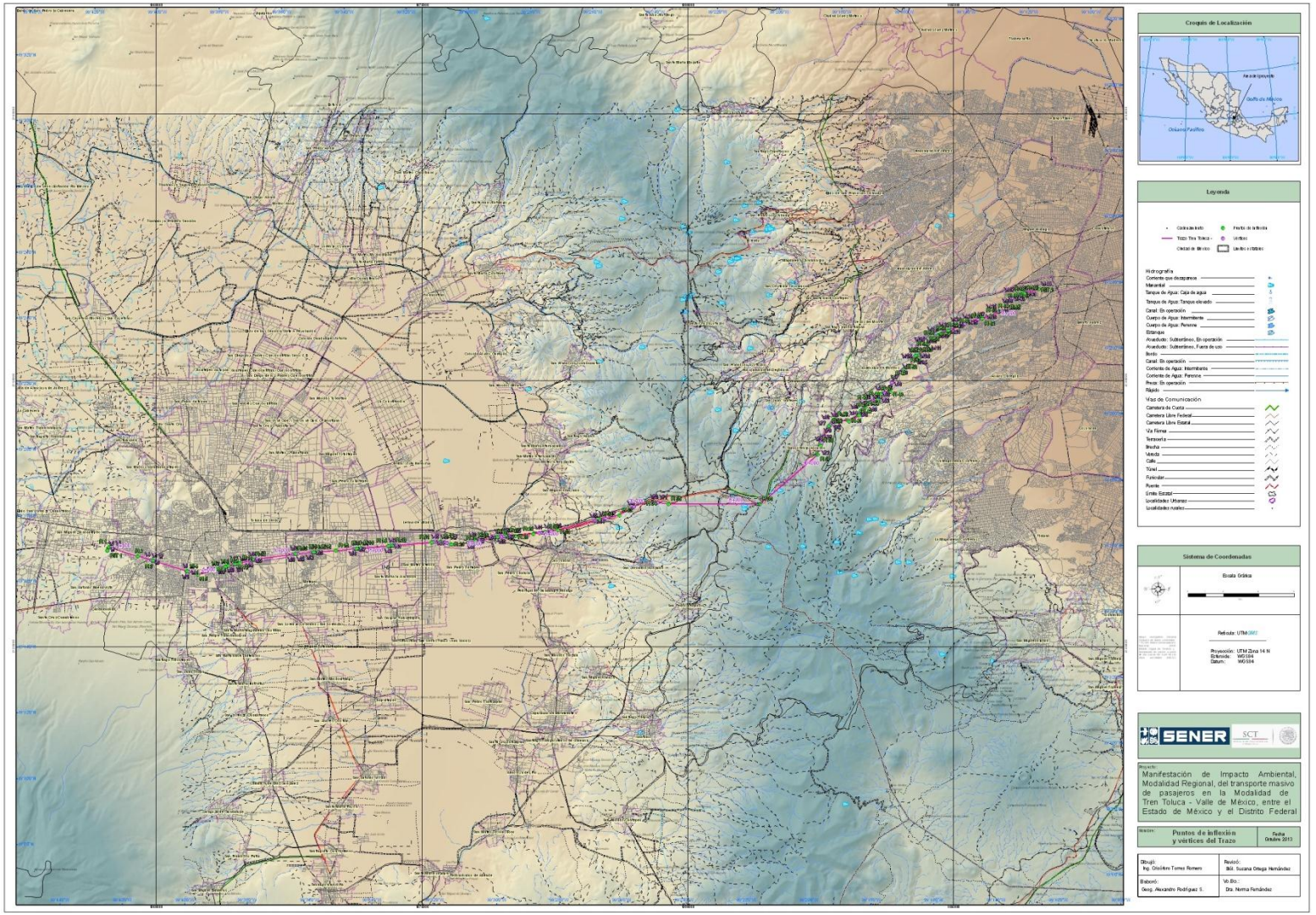


Figura II.2.3 Puntos de inflexión y vértices del proyecto (ver detalle en anexo cartográfico)

II.2.2 ACTIVIDADES QUE SE LLEVARAN A CABO

El proyecto incluye una serie de actividades que se contemplan para cada una de las etapas de implementación: 1. Preliminares y Preparación del Sitio, 2. Construcción y 3. Operación y Mantenimiento. Algunas de estas actividades por cada etapa son consecutivas de otras, sin embargo existen algunas partidas dentro de las actividades que pueden ser realizadas simultáneamente. En la siguiente figura, se puede observar un diagrama mostrando las etapas con sus respectivas actividades y partidas consideradas para la ejecución del presente Proyecto.

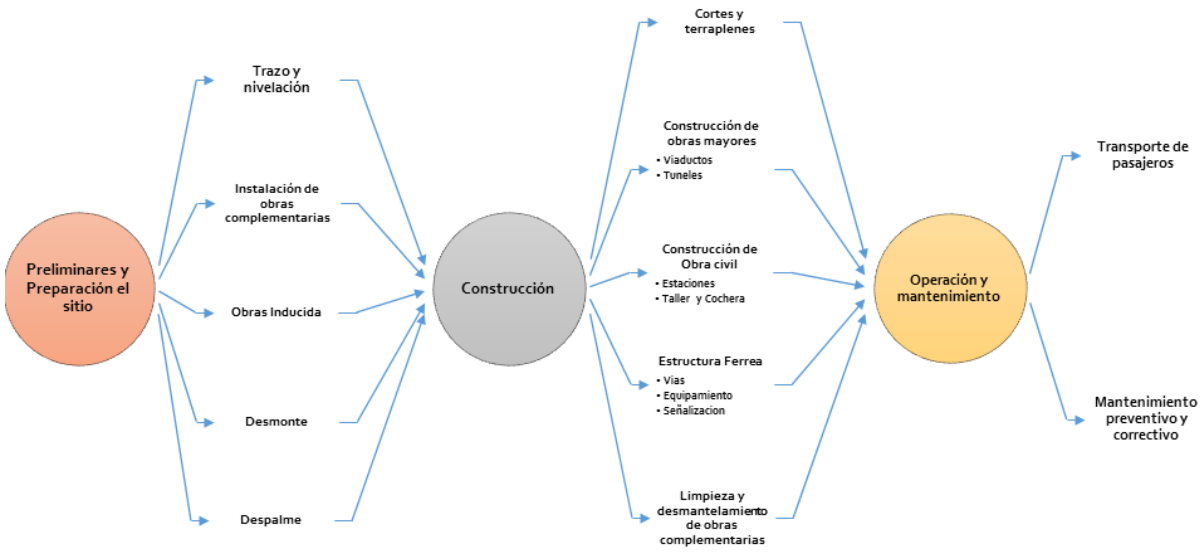


Figura II.2.4 Diagrama para la implementación del proyecto

Asimismo es importante señalar que todas las actividades y partidas de implementación que se describen en el proceso constructivo, se presentarán de forma detallada en incisos más adelante en este mismo documento.

II.2.3 DESCRIPCIÓN DE OBRAS ASOCIADAS

Como complemento del proyecto se deberá tomar en cuenta la construcción provisional de algunas obras necesarias para el correcto funcionamiento del plan de construcción. Esto es de gran importancia ya que algunas de las obras inciden directamente en el medio ambiente de la zona, por lo cual, deben ser evaluadas de manera particular; con el fin de identificar aquellos posibles impactos benéficos o adversos que pudieran ser mitigables o en su caso analizar los distintos escenarios posibles para poder realizar alguna acción preventiva al proyecto o a algún proceso constructivo en particular.

Las obras asociadas y/o servicios complementarios serán: oficinas, almacenes, bodegas, talleres y patios de maquinaria e instalaciones sanitarias provisionales. Algunas de estas obras se

ubicaran dentro del derecho vía, y cercanas a una localidad o zona urbana; aprovechando la infraestructura urbana y servicios existentes en la manera de lo posible.

Las obras asociadas que se requerirán para el desarrollo del proyecto y que pueden no estar dentro del derecho de vía son: el sitio para la elaboración estructuras para los viaductos, dovelas, etc., la explotación de los bancos de materiales, caminos de acceso para la construcción de viaductos y el túnel. Dichas obras se detallan en apartados posteriores.

Como se mencionó anteriormente el trazo se ubica dentro del derecho de vía de la autopista y del DV de una línea de transmisión de energía eléctrica; ambas cercanas a zonas urbanas, por lo que se buscará que las instalaciones y obras complementarias se ubiquen dentro de éstas zonas minimizando su impacto ambiental.

II.2.4 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) es la segunda conurbación en importancia del Estado de México y la quinta a nivel nacional, integrada por 22 municipios, donde viven 2 millones 166 mil 024 habitantes. Presenta un aumento en la demanda de servicios públicos, como lo es el transporte público, que requiere ser atendida. El área de estudio se localiza dentro de la ZMVT, y cruza cinco de los 22 municipios que abarca dicha zona y son los siguientes: Zinacantepec, Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac.

La Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) incluye 16 delegaciones del Distrito Federal y 59 municipios conurbados del Estado de México, con una población de 29 millones de habitantes, reportado por el INEGI. El trazo cruza dos delegaciones de las 16 que abarca la ZMVM y son: Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón.

El eje de trazo inicia en el cadenamiento PK -0+623.28 dentro del municipio de Zinacantepec. Al inicio del trazo se ubicaran las cocheras para el resguardo de los trenes. Seguido de ello, ya en el municipio de Toluca, el trazo va paralelo a la Av. de las Torres y de igual forma cruza por los municipios de Metepec y San Mateo Atenco, yendo paralelo a la misma vialidad, hasta el municipio de Lerma, donde se conecta con la carretera federal No. 15 Toluca-México siguiendo una trayectoria igualmente paralela a la carretera. Durante el trayecto sobre esta carretera en el municipio de Ocoyoacac, se contempla la construcción de un túnel que termina en la Delegación Cuajimalpa de Morelos, para continuar de forma paralela a la carretera federal No. 15, en su tramo: Tepic-Guadalajara. Posteriormente en los límites con la Delegación Álvaro Obregón, el trazo se une con la Av. Vasco de Quiroga, en donde, debido a las condiciones urbanas, se tiene proyectado construir el tren dentro de una estructura denominada falso túnel. El trazo finalmente termina en el cadenamiento PK 57+740.69 donde se tiene previsto incorporar el proyecto de ferrocarril con el Centro de Transferencia Modal (CETRAM) Observatorio.

Las coordenadas UTM en el inicio son con el cadenamiento PK -0+623.28: X=426,204.59 m, Y=2,132,023.17m; y al final con el cadenamiento PK 57+740.69: X=478,996.76 m, Y= 2,144,873.02m. La siguiente figura muestra los cadenamientos del proyecto.

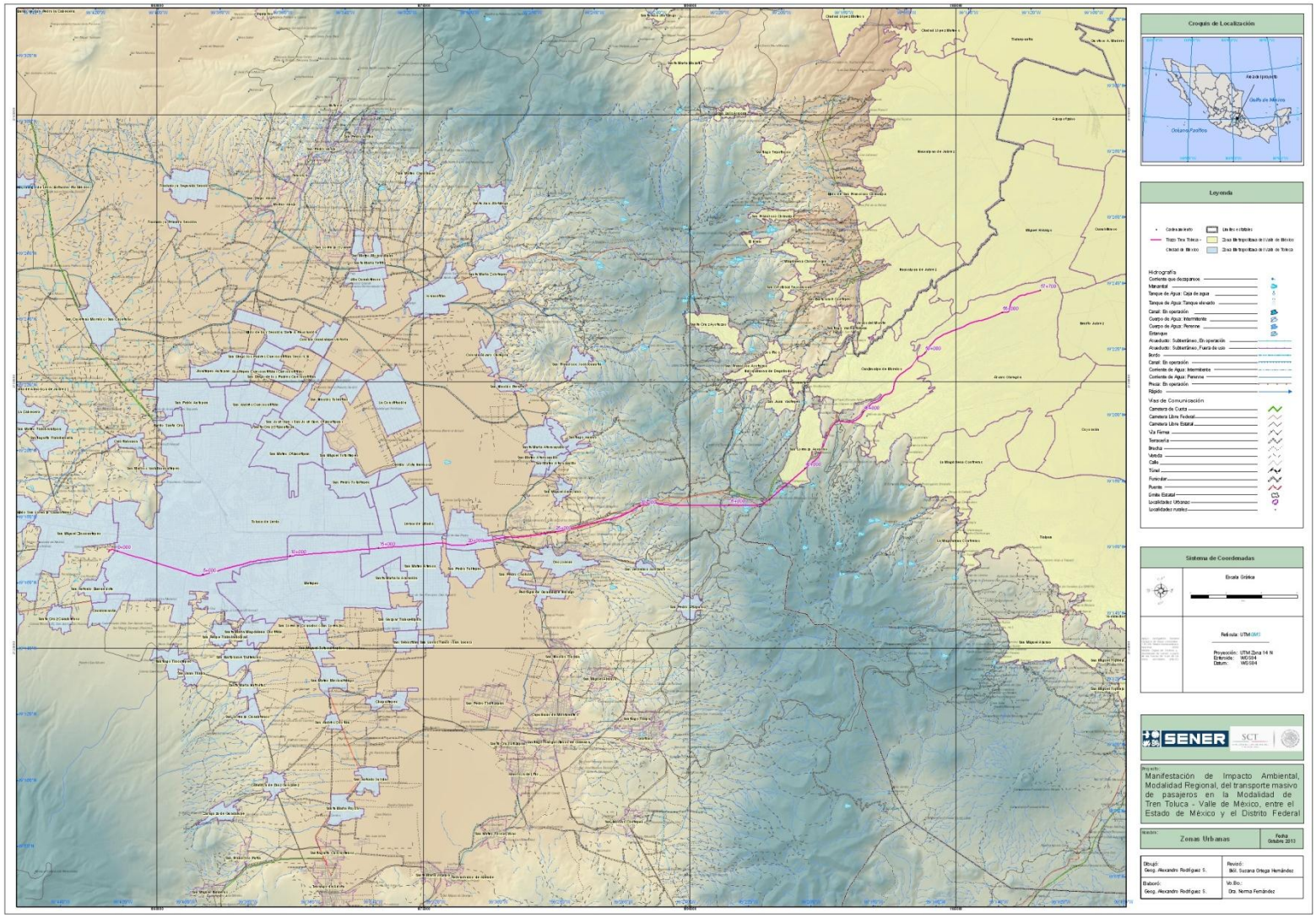


Figura II.2.5 Ubicación del proyecto

II.2.5 VÍAS DE ACCESO AL ÁREA DONDE SE DESARROLLARAN LAS OBRAS O ACTIVIDADES

La zona donde se realizaran las diferentes obras y actividades del proyecto se encuentran bien comunicadas debido a la colindancia de éste con infraestructura existente y su cruce por las zonas urbanas de las entidades que conectará.

El eje de trazo en su mayoría va paralelo a vías primarias y secundarias, mismas que servirán para el traslado de los diferentes insumos como: mano de obra, materiales y maquinaria, además del transporte de estructuras prefabricadas hacia los diferentes frentes de obra; no obstante es importante mencionar que solo se deberán habilitar caminos de acceso temporales para llegar a los frentes de trabajo para la construcción del túnel, por lo que en este sentido, la constructora a que se le asigne la obra, deberá realizar el trámite correspondiente para su autorización en materia ambiental con oportunidad. En la siguiente tabla se muestran los tipos de vialidades y caminos paralelos al eje del proyecto en sus diferentes secciones.

Tabla II.2.7. Vías de comunicación paralelas al proyecto

Cadenamiento		Longitud (m)	Municipio o Delegación	Carretera o camino colindante
Inicial	Final			
-0+623.28	0+162.43	785.71	Zinacantepec	Av. de las Torres
0+162.43	9+814.54	9652.11	Toluca	Av. de las Torres
9+814.54	14+316.07	4501.53	Metepec	Av. de las Torres
14+316.07	18+742.18	4426.11	San Mateo Atenco	Av. de las Torres
18+742.18	21+445.56	2703.38	Lerma	Av. de las Torres Carretera federal No. 15 (Toluca-México)
21+445.56	22+020.96	575.40	Ocoyoacac	Carretera federal No. 15 (Toluca-México)
22+020.96	23+798.25	1777.29	Lerma	Carretera federal No. 15 (Toluca-México)
23+798.25	37+108.15	13309.90	Ocoyoacac	Carretera federal No. 15 (Toluca-México)*
37+108.15	49+502.74	12394.59	Cuajimalpa de Morelos	Carretera federal No. 15 (Toluca-México)** Carretera federal No. 15 (Tepic-Guadalajara)
49+502.74	57+740.69	8237.95	Álvaro Obregón	Av. Vasco de Quiroga***
	TOTAL	**58,363.97**		

* En el Km 36+188 inicia el Túnel proyectado, por lo que se deberán habitar un camino de acceso para su construcción
** En el Km 40+784 termina el Túnel así mismo se deberán habilitar un camino de acceso para su construcción
*** Del Km 51+880 al 55+150 se construirá el Falso Túnel en una vía secundaria

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto respecto a las vías principales como lo es la Carretera Federal No. 15 y vías secundarias como la Av. de las Torres y Av. Vasco de Quiroga.

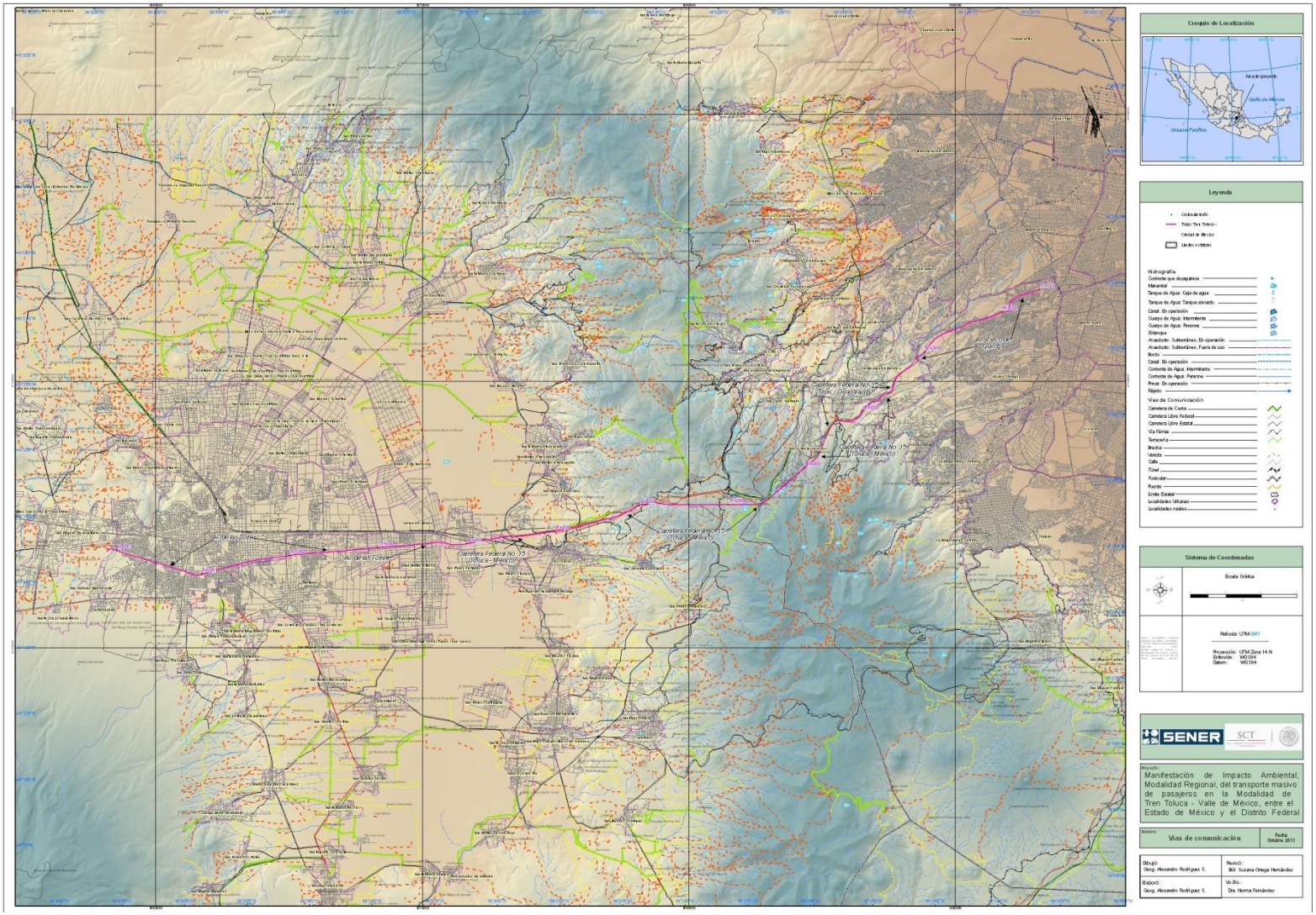


Figura II.2.6 Vías de comunicación cercana al área donde se desarrollará el proyecto

II.2.6 CUENCAS Y SUB-CUENCAS DONDE SE LOCALIZARÁ EL PROYECTO

La zona de proyecto cruza por dos Regiones Hidrológicas, del cadenamiento PK -0+623.28 al PK 36+727.33 corresponde a la Región Hidrológica *Lerma-Santiago Pacifico VIII* dentro de la Cuenca *Lerma-Toluca*, dentro de la subcuenca *Toluca*, con una longitud aproximada de 37.35 Km. A partir del cadenamiento PK 36+727.33 y hasta el final del trazo se encuentra dentro de la Región Hidrológica *Aguas del Valle de México XIII* y dentro de la cuenca del *Rio Moctezuma* y subcuenca *Pachuca-Cd. de México*. En la siguiente tabla se presenta la distribución de la superficie del proyecto en las subcuencas mencionadas.

Tabla II.2.8. Distribución de la superficie del proyecto en las Subcuencas

Cadenamiento		Longitud (m)	Superficie* (Ha)	Subcuenca	Porcentaje**
Inicial	Final				
-0+623.28	36+727.33	37,350.61	59.76	Toluca	64.0%
36+727.33	57+740.69	21,013.36	33.62	Pachuca - Cd. de México	36.0%
	TOTAL	**58,363.97**	**93.38**		**100.0%**

*El dato corresponde al derecho de vía del Proyecto
**El porcentaje se refiere al total de la superficie del proyecto por derecho de vía

La información anterior será debidamente detallada en el capítulo IV del presente estudio. En la figura siguiente se muestra la hidrología de la zona donde se desarrollará el proyecto.

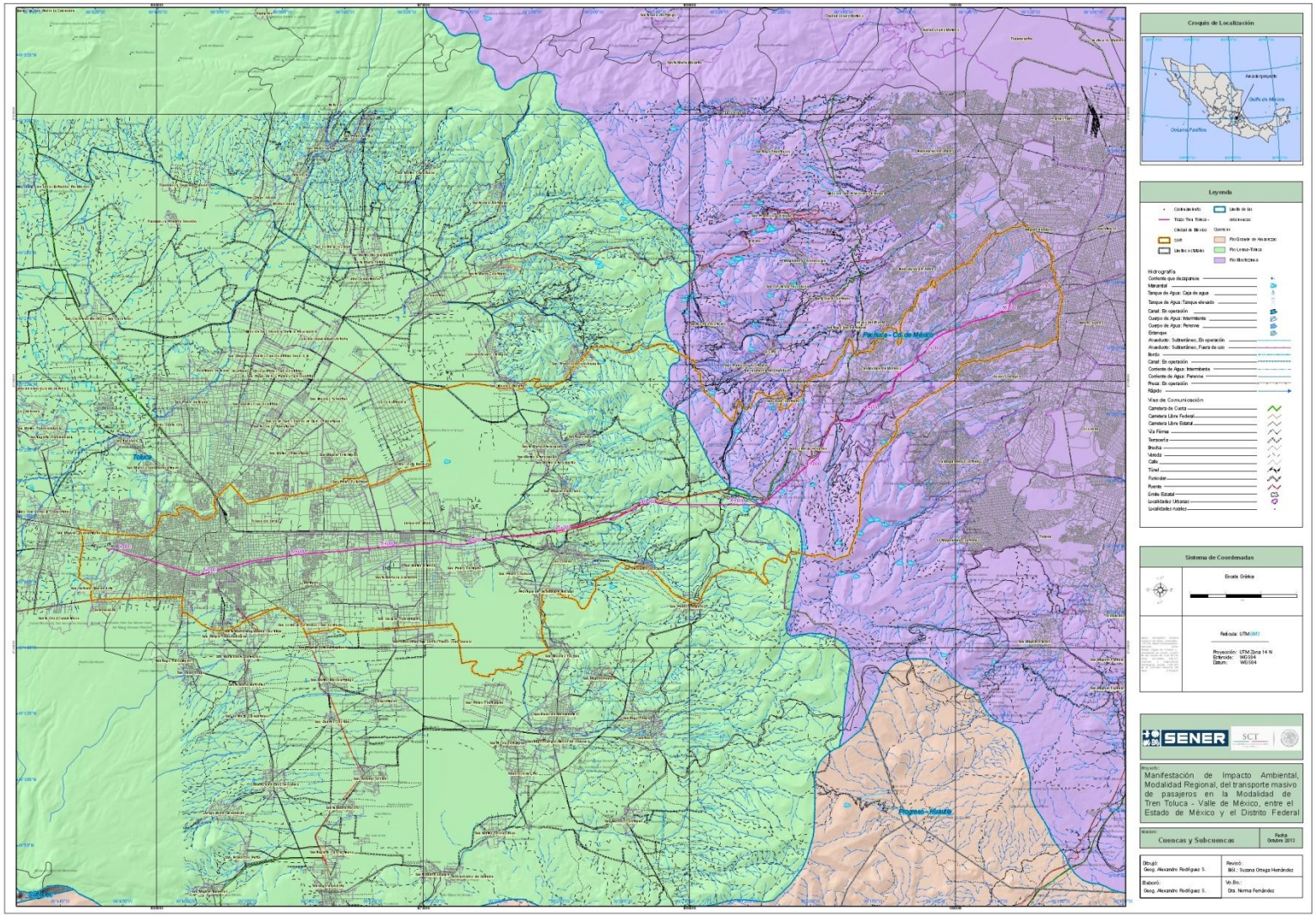


Figura II.2.7 Subcuencas en el área del proyecto

II.2.7 SUPERFICIE TOTAL REQUERIDA PARA EL PROYECTO

Se considera un ancho de derecho de vía de 16 m, que será utilizado primeramente para la construcción de toda la infraestructura férrea y posteriormente se llevarán a cabo las actividades de operación, conservación y mantenimiento de las instalaciones. En este sentido el proyecto requiere una superficie de **93.38 Ha** para el derecho de vía. No obstante el proyecto requerirá superficies adicionales, por una parte, debido a la complejidad topográfica de la zona, por lo que serán necesarias demasías por cortes y terraplenes adicionales a la superficie del derecho de vía; siendo las más relevantes las requeridas para los portales del túnel. Asimismo se requerirá de superficies adicionales para la construcción de Terminales, Talleres y cocheras. De acuerdo con lo anterior se estima una superficie adicional de **75.81 Ha**, por lo que se requerirá una superficie total de **169.19 Ha**. En la siguiente tabla se desglosa las superficies requerirá por el proyecto.

Tabla II.2.9. Superficie total requerirá para la construcción del proyecto

Superficie	Área (ha)
Superficie por derecho de vía	93.38
Superficie adicional para la construcción de terminales*	0.48
Superficie adicional para la construcción de portales en Túnel**	0.95
Superficie adicional para la construcción de Talleres	30.36
Superficie adicional para la construcción de Cocheras	28.22
Superficie adicional por demasías	15.81
Superficie total requerida	**169.19**

*Esta superficie corresponde a la que se encuentra fuera del derecho de vía puesto que las terminales serán elevadas, es decir sobre viaducto
**Esta superficie corresponde a la construcción y adecuación de los portales del túnel

La superficie total es la suma de la superficie ocupacional (longitud del tramo por el ancho del derecho de vía) más todas las superficies adicionales al derecho de vía requeridas por el proyecto.

II.2.7.1 Superficie de afectación permanente y temporal dentro del emplazamiento del proyecto

La superficie de afectación permanente corresponde a la que se ocupará por el emplazamiento permanente de la infraestructura construida, es decir la estructura férrea, instalaciones, terminales, talleres y demás infraestructura necesaria para el funcionamiento del tren, e instalaciones que servirán para dar un servicio eficiente al público.

En lo que respecta a las superficies de afectación temporal, estas corresponden a todas aquellas superficies que durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán requeridas para la realización de algunas obras o actividades temporales, y que una vez que el Proyecto entre en etapa de operación, todas estas superficies deberán ser desocupadas y rehabilitadas, mediante las medidas de mitigación y/o compensación establecidas en el Capítulo VI de este Estudio.

La estructura férrea incluye a los materiales instalados de forma permanente como los son el riel de conducción, los durmientes, el balasto, juntas, anclas. Cabe destacar que estos elementos estarán colocados sobre el viaducto, corona de terracería o concreto, según sea el caso. En este sentido los viaductos solo tendrán como área de afectación permanente la que ocupan las columnas que soportaran a las trabes del viaducto. La siguiente figura muestra la ubicación de las pilas en los primeros cadenamientos del proyecto, asimismo para mayor detalle se presenta como anexo el plano con la ubicación de las pilas. (Ver Anexo 3).

Figura II.2.8 Sitios de emplazamiento de columnas para viaducto
(Superficies de afectación permanente marcada por cuadros rojos)



Para el caso de las secciones a nivel, las superficies de afectación permanente corresponden a aquéllas dentro de la corona; en el Túnel serán las áreas de emboquille en la entrada y salida del túnel; es decir las superficies de construcción de los portales. En el tramo que va en Falso Túnel, la afectación es subterránea debido a que estará bajo una vialidad en operación.

Figura II.2.9 Afectación permanente debido a construcción del túnel falso



Bajo este esquema la siguiente tabla muestra el área de afectación permanente y temporal para el proyecto en estudio dentro del derecho de vía.

Tabla II.2.10. Superficie de afectación permanente y temporal dentro del derecho de vía del proyecto

Cadenamiento		Longitud	Estructura	Superficie de afectación permanente Ha	Porcentaje %	Superficie de afectación Temporal Ha	Porcentaje %	Superficie de afectación Total Ha	Porcentaje %
Inicial	Final								
-0+623.28	0+000.00	623.28	A NIVEL	1.00	1.07%		0.00%	1.00	1.07%
0+000.00	22+750.69	22,750.69	VIADUCTO	0.62	0.67%	35.78	38.31%	36.40	38.98%
22+750.69	23+336.24	585.55	NIVEL	0.94	1.00%		0.00%	0.94	1.00%
23+336.24	24+958.77	1,622.53	VIADUCTO	0.04	0.05%	2.55	2.73%	2.60	2.78%
24+958.77	26+986.93	2,028.17	NIVEL	3.25	3.48%		0.00%	3.25	3.48%
26+986.93	30+875.94	3,889.01	VIADUCTO	0.11	0.11%	6.12	6.55%	6.22	6.66%
30+875.94	32+084.18	1,208.24	NIVEL	1.93	2.07%		0.00%	1.93	2.07%
32+084.18	32+449.24	365.06	VIADUCTO	0.01	0.01%	0.57	0.61%	0.58	0.63%
32+449.24	34+210.60	1,761.36	NIVEL	2.82	3.02%		0.00%	2.82	3.02%
34+210.60	35+666.11	1,455.51	VIADUCTO	0.04	0.04%	2.29	2.45%	2.33	2.49%
35+666.11	36+018.88	352.77	NIVEL	0.56	0.60%		0.00%	0.56	0.60%
36+018.88	36+095.84	76.96	VIADUCTO	0.002	0.00%	0.12	0.13%	0.12	0.13%
36+095.84	36+188.52	92.68	NIVEL	0.15	0.16%		0.00%	0.15	0.16%
36+188.52	40+784.20	4,595.68	TÚNEL	7.35	7.87%		0.00%	7.35	7.87%
40+784.20	41+000.00	215.80	NIVEL	0.35	0.37%		0.00%	0.35	0.37%
41+000.00	47+368.50	6,368.50	VIADUCTO	0.17	0.19%	10.02	10.73%	10.19	10.91%
47+368.50	47+432.00	63.50	TÚNEL FALSO	0.08	0.08%	0.02	0.02%	0.10	0.11%
47+432.00	47+519.55	87.55	NIVEL	0.14	0.15%		0.00%	0.14	0.15%
47+519.55	51+555.33	4,035.79	VIADUCTO	0.11	0.12%	6.35	6.80%	6.46	6.91%
51+555.33	51+880.00	324.67	NIVEL	0.52	0.56%		0.00%	0.52	0.56%
51+880.00	55+150.00	3,270.00	TÚNEL FALSO	4.05	4.34%	1.18	1.26%	5.23	5.60%
55+150.00	55+747.82	597.82	NIVEL	0.96	1.02%		0.00%	0.96	1.02%
55+747.82	57+740.69	1,992.87	VIADUCTO	0.05	0.06%	3.13	3.36%	3.19	3.41%
		58,363.97		**25.25**	**27.04%**	**68.13**	**72.96%**	**93.38**	**100%**

La siguiente tabla muestra un resumen de las superficies requeridas para la construcción del proyecto.

Tabla II.2.11. Resumen de superficies requeridas para la construcción proyecto

Tipo de estructura del proyecto	Superficie de afectación permanente Ha	%	Superficie de afectación Temporal Ha	%	Superficie de afectación Total Ha	%
VIADUCTO	1.16	0.69%	66.93	39.56%	68.09	40%
A NIVEL	12.60	7.45%			12.60	7%
TUNEL	8.30	4.91%			8.30	5%
FALSO TUNEL	4.13	2.44%	1.20	0.71%	5.33	3%
TALLERES	30.36	17.94%			30.36	18%
COCHERAS	28.22	16.68%			28.22	17%
ESTACIONES	0.48	0.28%			0.48	0%
DEMASÍAS	15.81	9.34%			15.81	9%
Total	**101.07**	**59.73%**	**68.13**	**40.27%**	**169.19**	**100.00%**

II.2.7.2 Superficie que se requiere desmontar con respecto al área arbolada dentro del trazo del proyecto

Debido a las características del proyecto se considera que se requerirá una superficie a desmontar de aproximadamente **15.44** ha. Cabe señalar que con respecto a la superficie que corresponde al Túnel, no se afectará la vegetación presente en el mismo, la que se observa entre los cadenamientos PK 36+188.52 y el PK 40+784.20.

En las siguientes tablas, se presenta por especie de acuerdo al tipo de vegetación a la que corresponde, el número de individuos vegetales que se estima será necesario afectar durante el desarrollo de las obras y actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México:

Tabla II.2.12. Número de individuos vegetales (por especie) presentes en la Vegetación Secundaria de Abies en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario que se estima serán afectados por las obras

VEGETACION SECUNDARIA DE BOSQUE DE ABIES			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 0.77 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies,Abeto u Oyamel	183
2	*Arbustus xalapensis*	Madroño	39
3	*Buddleja cordata*	Tepozán	19
4	*Cupressus lindleyi*	Ciprés	10
5	*Didymaea alsinoides*	Trébol de monte	67
6	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	29
7	*Fuchsia microphylla*	Chilco	29
8	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	19
9	*Pinus sp*	Pino	19
10	*Ribes ciliatum*	-	29
11	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	19
12	*Senecio barba-johannis*	-	67
13	*Senecio callosus*	-	29
		TOTAL	**558**

Tabla II.2.13. Número de individuos vegetales (por especie) presentes en el Ecotono de Abies y Bosque de Pino-Encino dentro del Derecho de Vía del Proyecto ferroviario que se estima serán afectados por las obras

ECOTONO DE ABIES Y BOSQUE DE PINO-ENCINO			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 3.77 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies, Abeto y Oyamel	189
2	*Pinus hartwegii*	Pino	78
3	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	23
4	*Pinus halepensis*	Pino	87
5	*Quercus laurina*	Encino	141
6	*Quercus rugosa*	Encino	189
7	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	94
8	*Senecio barba-johannis*	-	141
9	*Senecio callosus*	-	47
		TOTAL	**989**

Tabla II.2.14. Número de individuos vegetales (por especie) presentes en el Pastizal Inducido con Algunos Elementos Arbóreos dentro del Derecho de Vía del Proyecto ferroviario que se estima serán afectados por las obras

PASTIZAL INDUCIDO CON ALGUNOS ELEMENTOS ARBOREOS			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 10.91 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies, Abeto u Oyamel	65
2	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	44
3	*Pinus hartwegii*	Pino	22
4	*Rubus sp.*	Zarzamora silvestre	55
5	*Ribes ciliatum*	Zarzamorilla	87
6	*Arbutus xalapensis*	Madroño	22
		TOTAL	**295**

La siguiente tabla muestra en resumen la incidencia sobre cuatro tipos de vegetación 1) Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino - Encino, 2) Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, 3) Vegetación secundaria de Bosque de Abies.

Tabla II.2.15. Tipo de Vegetación y total de individuos a afectar por el proyecto

Vegetación	**Área (ha)**	**Total de Individuos**
Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-encino	3.77	989
Pastizal inducido con elementos arbóreos	10.91	295
Vegetación Secundaria de Abies	0.77	558
TOTAL	**15.45**	**1,842**

II.3 DESCRIPCIÓN DE ETAPAS

A continuación se describen de manera general las etapas previstas en la construcción del proyecto. En apartados posteriores se da mayor detalle en la ejecución de cada una de las actividades que acompañan dichas etapas.

II.3.1 PRELIMINARES

El inicio del proyecto comienza con la revisión y aprobación del proyecto ejecutivo. En cuanto a estudios relacionados con el proyecto se contará con los de: mecánica de suelos, alineamiento horizontal y vertical, levantamiento topográfico. Por el tipo de infraestructura se prevén proyectos ejecutivos para las estructuras de: viaductos, túnel y falso túnel. Además se realizaran los trámites relativos a los permisos correspondientes y previos al inicio de cualquier actividad de construcción.

II.3.2 PREPARACIÓN DEL SITIO

El proceso constructivo comienza con la etapa de preparación del sitio una vez que se cuente con todas las autorizaciones ambientales, municipales y estatales, y que se haya liberado el derecho de vía mediante indemnizaciones y/o pagos correspondientes a los propietarios de los terrenos afectados. Posteriormente se traza y se nivela el eje de proyecto, al mismo tiempo se realiza el rescate de la fauna local y de la vegetación. Con base a los frentes de trabajo se realiza la construcción de obras complementarias como son los almacenes, oficinas administrativas, patios y talleres de maquinaria, sitios para la construcción de los elementos prefabricados así como un lugar para su almacenamiento; bancos de préstamo de material, bancos de tiro, adecuación de accesos.

Debido a que el proyecto cruza y es contigua a vías primarias y secundarias se colocará la señalización preventiva durante la construcción, las cuales de ser necesario se instalarán fuera del derecho de vía del proyecto, de tal forma de informar que el sitio se encuentra en construcción. En los tramos con cruces se instalará la señalización preventiva e informativa indicando los posibles desvíos y la velocidad recomendada.

Antes de iniciar los trabajos y actividades constructivas es necesario que la contratista implemente la identificación y demarcación de las obras inducidas comunes y especiales, con el fin de que se determine si serán efectuadas por la constructora o por los propietarios de las instalaciones.

Es conveniente puntualizar que en esta etapa se tiene el inicio de los trabajos de desmonte y despalme dentro del derecho de vía. El despalme es la actividad en la que se retirará la materia orgánica o la capa de suelo que queda después del desmonte de la cubierta vegetal que es cuando se retiran los árboles y arbustos sobre el derecho de vía. Como se mencionó anteriormente previo a los cortes se retirará la capa suelo orgánico en un espesor promedio de 20 cm a lo ancho del derecho de vía para su conservación y posterior aprovechamiento, siempre que la pendiente y calidad de suelo sean favorables. Estas acciones se detallan en el capítulo VI.

II.3.3 CONSTRUCCIÓN

Para la construcción del proyecto se tendrán las siguientes actividades: la cimentación de pilas como estructura de soporte para sección de viaducto (en su mayoría), el montaje de elementos prefabricados mediante grúas (para alturas menores a 30 m); en el caso de viaductos con altura mayor a 30 m se utilizará autocimbra.

En lo que respecta al túnel, el método constructivo considera la utilización de un "Escudo", es decir una maquinaria especializada para la perforación de túneles. Esta tecnología permite un avance eficiente ya que conforme excava coloca las dovelas prefabricadas que conforman la estructura de soporte del túnel.

En cuanto a la sección a nivel se tendrá excavación y nivelación del terreno mediante cortes y terraplenes. Para la sección del falso túnel se considera una excavación gradual desarrollando una estructura cubierta mediante la construcción de pantallas laterales y losa superior; lo que permite una excavación y construcción gradual del falso túnel sin interferencia del tráfico de la vialidad.

Asimismo, el proyecto considera diversas obras de infraestructura ferroviaria, en las que se incluyen terminales, talleres y cocheras. Estas instalaciones contaran con todos los servicios básicos, acordes a su uso y diseño. Cabe destacar la terminal intermodal que se conectará con el CETRAM Observatorio para maximizar la eficiencia del servicio.

En cuanto al equipamiento de la vía e instalaciones eléctricas, estas actividades se realizarán una vez terminadas las obras de confinamiento del tren, es decir los viaductos, túnel y falso túnel. Como se mencionó anteriormente se trata de un transporte ferroviario mediante tracción eléctrica por lo que se realizará el suministro de energía a partir de subestaciones que permitan la conexión en alta tensión. El suministro de energía contará con protecciones eléctricas para dar seguridad en labores de mantenimiento y flexibilidad de operación.
Con el propósito de proteger y operar con seguridad los trenes y elevar la eficiencia del tráfico del sistema, se instalará la señalización necesaria para el control. Además se tiene previsto la construcción de barreras de seguridad (parapetos), habilitación del drenaje superficial y otras obras de drenaje menor para dar continuidad a los cauces.

Al finalizar las actividades de la etapa de construcción antes mencionada, se realizará el desmantelamiento de instalaciones provisionales como son los sitios de resguardo de estructuras prefabricadas, las oficinas, etc. así como el retiro de maquinaria y equipo y de los residuos propios de la construcción que se llegaran a tener. Finalmente se deberá llevar a cabo las medidas correspondientes para minimizar el impacto ocasionado en zona de bancos de préstamo y tiro.

II.3.4 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Por la naturaleza del proyecto en estudio, la etapa de operación estará prevista una vez que se hagan las pruebas necesarias de funcionamiento del material rodante. Esto con el fin de ofrecer

un servicio de calidad. Los trenes serán nuevos de acondicionamiento eléctrico, con una velocidad comercial de 90 Km/hr y un tiempo de recorrido de 33 min.

De acuerdo con las proyecciones de crecimiento de la demanda, el proyecto ha previsto que se cuente con el equipo ferroviario de calidad para brindar un servicio eficiente. Asimismo, es con base en dichas proyecciones y estudios que se han definido los tiempos de detención en estaciones y los intervalos de operación.

En cuanto al mantenimiento, se contará con un área especial para brindar el servicio de mantenimiento mayor, menor y auxiliar. En este sentido se considera un taller donde se ejecutaran los trabajos de reparación de las unidades. Se preverá al menos vías con foso y catenaria, polipastos a la entrada para la extracción de equipos sobre techo, así como plataformas para tener acceso al techo del tren.

La etapa de mantenimiento comprende la revisión y limpieza de las estructuras así como el control del estado de las vías en cuanto a nivel, estado general y mejoras, además de la revisión y en su caso, sustitución de la señalización y de ser necesario re nivelación y corrección de vías. Dentro de las actividades de mantenimiento podemos mencionar:

- Reposición de señales.- se llevará a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

- Mantenimiento de taludes del cuerpo de la línea.- Se verificarán periódicamente los taludes que conforman los cuerpos de la vía o terraplenes, reportándose algún deslizamiento con el fin de prevenir los posibles daños a la estructura de sostenimiento y lograr la reparación temprana de las mismas.

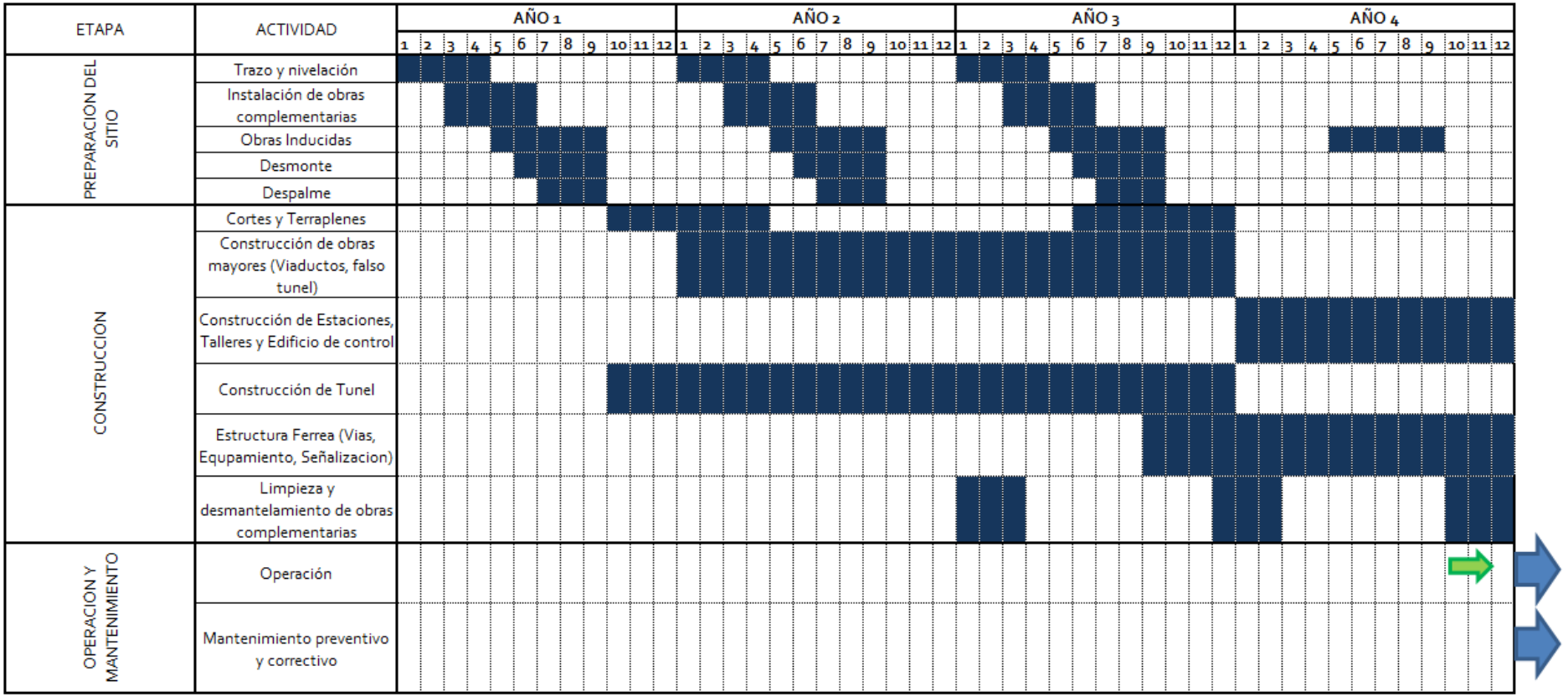
- Mantenimiento general de la infraestructura.- Se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de reposición de material pétreo, fantasmas, pintura, etc. Este mantenimiento se efectuará según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera, deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como re nivelación, luminarias, líneas de conducción y mantenimiento general. La periodicidad deberá incluirse y modificarse según los reportes del estado general de las vías y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la línea.

II.3.5 PROGRAMA GENERAL DE TRABAJO

Elaborar un programa de trabajo en el que se indiquen de manera precisa el mes de inicio de las obras de construcción, así como su conclusión resulta complicado, ya que el inicio de la ejecución de una obra depende de los tiempos de duración de los tramites ambientales, de la licitación de la obra y en algunos casos de la disponibilidad de los montos de inversión.

En la siguiente tabla se muestra la calendarización de las etapas del proyecto con sus respectivas actividades, consideradas a fin de poder llevar a cabo la construcción del proyecto en 4 años como se tiene considerado.

Tabla II.3.2. Programa de obra del proyecto



Dentro de la etapa de operación y mantenimiento, específicamente en la actividad de operación se realizaran las pruebas del material rodante, tres meses antes de la operación, así como de las demás instalaciones con el fin de garantizar un funcionamiento óptimo para el transporte de pasajero. Como se mencionó anteriormente las actividades de cada una de las etapas se describirán en apartados posteriores.

II.3.6 CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL SITIO PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

El desarrollo y proyección de la infraestructura del presente proyecto, se realiza mediante una planeación en diferentes conceptos, incluyendo la prevención de las repercusiones que en el medio ambiente pudiera implicar el proyecto para la conservación de las especies vivientes en la zona de desarrollo del mismo. Lo anterior permitirá en el mediano y largo plazo cumplir con los objetivos de integración funcional de éste tipo de obras dentro de un marco ambiental adecuado a las necesidades actuales y futuras de conservación de la naturaleza.

Considerando las características geométricas del eje del sistema ferroviario del proyecto en estudio se analizaron factores como el alineamiento horizontal y vertical cuyos criterios definieron la ubicación del proyecto. En la búsqueda de la mejor opción funcional y ambiental, se realizó el análisis de diferentes alternativas de trazos ferroviarios, resultando tres alternativas las mejores opciones para el eje del proyecto. La siguiente tabla muestra algunas características de las alternativas para el eje proyecto, denominadas p26, p28 y p32 respectivamente.

Tabla II.3.3. Características de Alternativas propuestas

Alternativa	Cadenamiento		Longitud m
	Inicial	Final	
p28	-0+599.10	58+168.24	58,767.34
p26	-0+599.10	58+200.00	58,799.10
p32	-0+623.28	57+740.69	58,363.97

Dicho análisis tuvo relevancia en la zona del Distrito Federal, ya que se analizaron diferentes alternativas de cruce en la zona de la barranca Tacubaya, catalogada como Área de valor ambiental por el Gobierno del Distrito Federal. De igual forma se analizaron opciones para la conexión con el CETRAM Observatorio; la mejor solución en cuanto a la afectación sobre vialidades en operación fue la ruta por la Av. Vasco de Quiroga, con una sección de falso túnel.

Por lo anterior las diferencias más notables entre las alternativas de trazo analizadas se presentaron principalmente en el tramo que corresponde al Distrito Federal. La siguiente figura muestra la ubicación de las alternativas. El eje de trazo de la alternativa p28 es representado en color verde, el p26 en color blanco y el p32 en rojo. Los limites delegacionales son los marcados por color amarillo.

Es importante señalar que dichas alternativas se sometieron a un análisis de factibilidad técnica y ambiental (ver estudio de factibilidad ambiental en Anexo 4), de tal forma que se identificaron los impactos de cada uno de los ejes propuestos. Posteriormente se seleccionó la ruta definitiva siendo esta la alternativa p32, marcada en color rojo en la figura anterior.

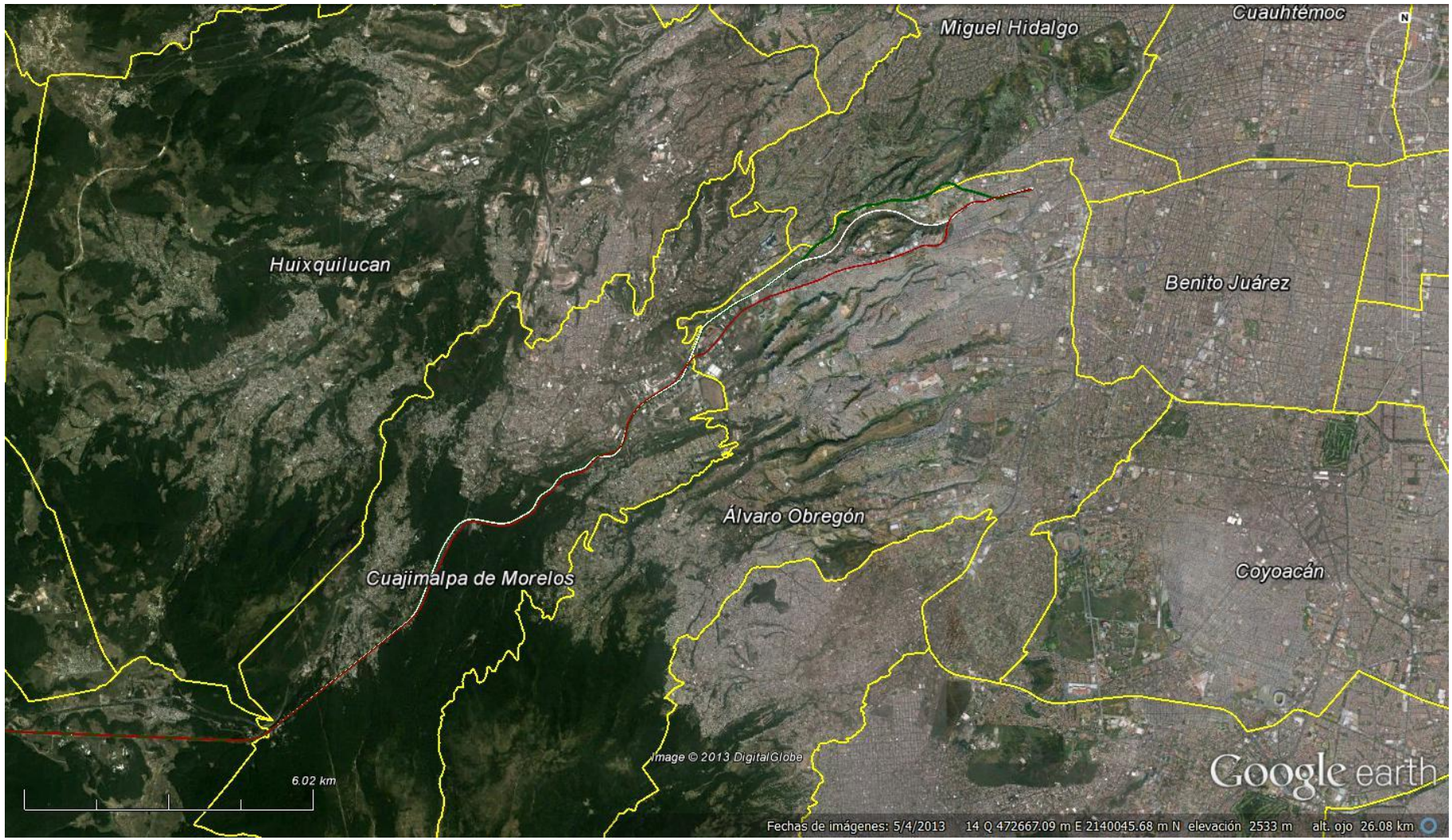


Figura II.3.1 Alternativas propuestas y evaluadas para el eje de proyecto

II.3.7 SITUACIÓN LEGAL DEL SITIO DEL PROYECTO Y TIPO DE PROPIEDAD

Los terrenos donde se pretende construir el proyecto y en los que se deberá liberar el derecho de vía tienen diferentes tipos de propiedad, sobresaliendo derechos de vía de infraestructura existente; es decir a cargo de CFE, SCT. En la siguiente tabla se presenta el tipo de propiedad por cada tramo del eje de proyecto.

Tabla II.3.4. Tipo de propiedad por cada tramo del eje de proyecto

Cadenamiento		Longitud	Tipo de propiedad	Área
Inicial	Final			Ha
-0+623.28	-0+400.00	223.28	Propiedad Particular	0.36
-0+400.00	20+450.00	20850.00	Derecho de vía a cargo de la Comisión Federal de Electricidad	33.36
20+450.00	22+725.00	2275.00	Derecho de vía de la Carretera Federal Toluca-México	3.64
22+725.00	28+055.00	5330.00	Derecho de vía a cargo de la Comisión Federal de Electricidad	8.53
28+055.00	28+150.00	95.00	Ejido San Juan Coapanoaya	0.15
28+150.00	28+800.00	650.00	Propiedad Particular	1.04
28+800.00	28+900.00	100.00	Derecho de vía de la Carretera Federal Toluca-México	0.16
28+900.00	29+250.00	350.00	Propiedad Particular	0.56
29+250.00	36+570.00	7320.00	Derecho de vía a cargo de la Comisión Federal de Electricidad	11.71
36+570.00	36+760.00	190.00	Ejido San Jerónimo Acaculco	0.30
36+760.00	40+785.00	4025.00	Túnel	6.44
40+785.00	41+300.00	515.00	Propiedad Particular	0.82
41+300.00	44+250.00	2950.00	Derecho de vía de la Carretera Federal Toluca-México	4.72
44+250.00	45+055.00	805.00	Ejido San Matero Tlaltenango	1.29
45+055.00	48+900.00	3845.00	Derecho de vía de la Carretera Federal Toluca-México	6.15
48+900.00	49+500.00	600.00	Propiedad Particular	0.96
49+500.00	49+580.00	80.00	Derecho de vía de la Carretera Federal Toluca-México	0.13
49+580.00	49+760.00	180.00	Propiedad Particular	0.29
49+760.00	55+120.00	5360.00	Av. Vasco de Quiroja	8.58
55+120.00	57+740.69	2620.69	Propiedad Particular	4.19
	TOTAL	**58,363.97**		**93.38**

En forma aproximada, el 57.4% de los terrenos a ocupar corresponden a derecho de vía a cargo de la Comisión Federal de Electricidad; el 15.85% a cargo de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y el 9.46% a propietarios particulares. Actualmente la promovente está en proceso de inicio de la gestión necesaria y requerida para la liberación de los terrenos en el derecho de vía del Proyecto. En la siguiente tabla se presenta la distribución de la superficie del proyecto por tipo de uso de suelo general.

Tabla II.3.5. Porcentaje por tipo de propiedad en cada tramo del eje de proyecto

Tipo de propiedad	Área Ha	%
Propiedad Particular	8.22	9.46
Derecho de vía a cargo de la Comisión Federal de Electricidad	53.60	57.40%
Derecho de vía de la Carretera Federal Toluca-México	14.80	15.85%
Propiedad ejidal	1.74	1.87%
Túnel*	6.44	6.90%
Total	**93.38**	**100.00%**

* El túnel incidirá a una profundidad promedio de 69m, por lo que no se requiere la liberación del derecho de vía a lo largo de éste.

La tabla anterior muestra que el proyecto cruza por varios ejidos, aunque solamente implican el 1.87% del total de la ruta. La siguiente figura muestra la ubicación de los diferentes ejidos a lo largo del trazo, asimismo en el Anexo 5 se presenta a detalle la ubicación de los diferentes tipos de propiedad por donde cruzara el proyecto.

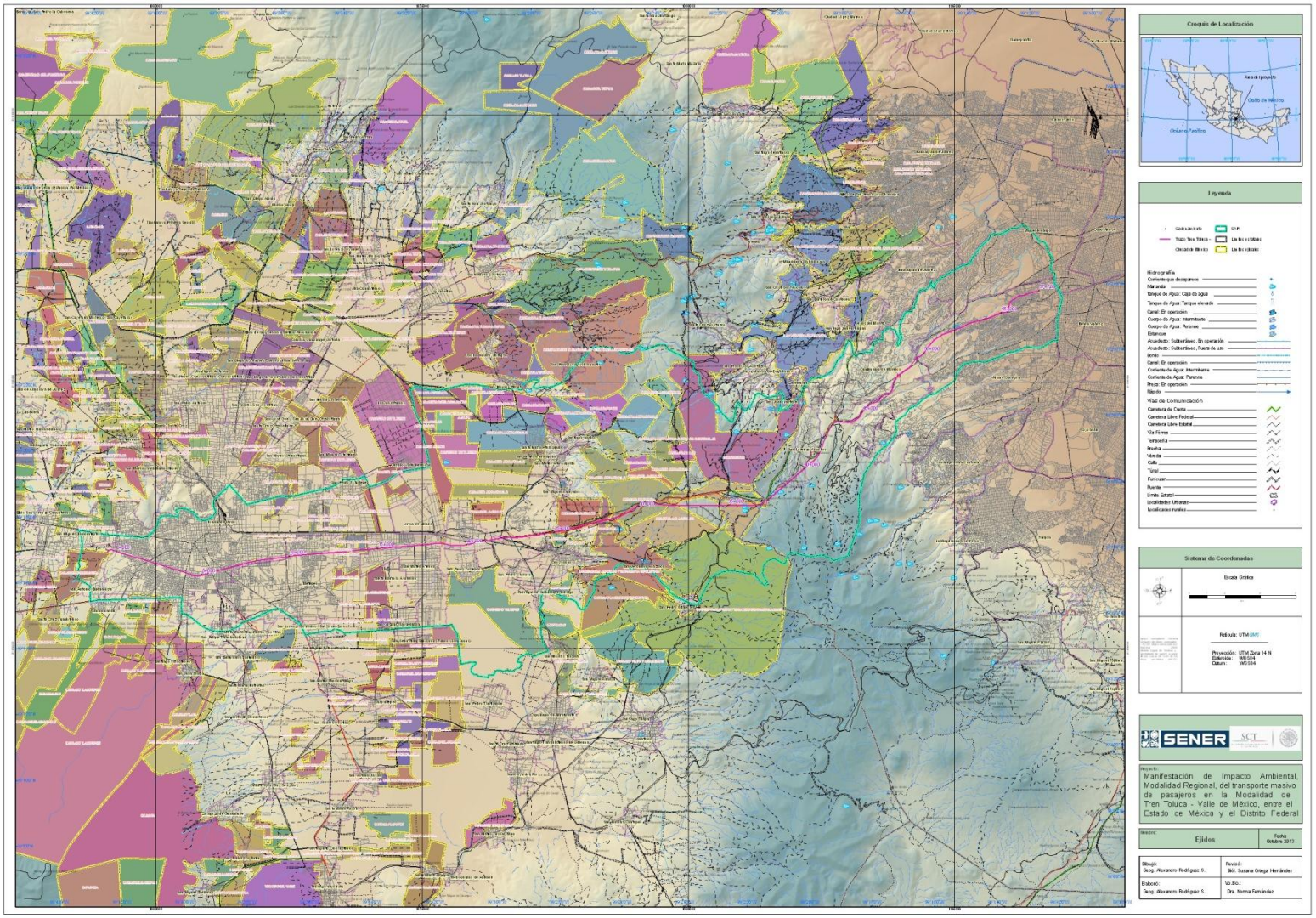


Figura II.3.2 Ubicación de Ejidos a lo largo del trazo del proyecto

II.3.7.1 Uso de suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias

La siguiente tabla presenta la distribución de la cubierta vegetal y los diferentes usos del suelo observados directamente en campo, cuya información se detalla en el capítulo IV.

Tabla II.3.6. Uso de suelo a lo largo del proyecto

Cadenamiento		Longitud (m)	Uso de suelo	Área (Ha)
Inicial	Final			
-0+623.28	28+081.73	28,705.01	Zona Urbana	45.93
28+081.73	28+561.99	480.26	Vegetación Secundaria de Abies	0.77
28+561.99	29+328.22	766.23	Zona Urbana	1.23
29+328.22	36+150.00	6,821.78	Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos	10.91
36+150.00	40+745.78	4,595.78	Túnel	7.35
40+745.78	41+117.28	371.50	Zona Urbana	0.59
41+117.28	41+274.91	157.63	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	0.25
41+274.91	41+783.43	508.52	Zona Urbana	0.81
41+783.43	41+981.81	198.38	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	0.32
41+981.81	42+900.09	918.28	Zona Urbana	1.47
42+900.09	43+025.34	125.25	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	0.20
43+025.34	43+428.13	402.79	Zona Urbana	0.64
43+428.13	45+295.15	1,867.02	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	2.99
45+295.15	55+401.40	10,106.25	Zona Urbana	16.17
55+401.40	55+805.81	404.41	Barranca	0.65
55+805.81	57+740.69	1,934.88	Zona Urbana	3.10
Total		**58,342.16**		**93.38**

Cabe destacar que de acuerdo con el Sistema de Clasificación de la Vegetación de INEGI, la distribución de la cubierta vegetal y los diferentes usos del suelo, a lo largo del proyecto en su gran mayoría tiene como uso de suelo el Asentamiento humano con el 41.09%, le sigue la Agricultura de temporal con 36.02%. La Tabla II.3.7 y la Figura II.3.3 muestran dicha clasificación,

Tabla II.3.7. Distribución del uso de suelo a lo largo del proyecto

Uso de suelo	Área (Ha)	%
Agricultura de riego y humedad	2.97	3.18%
Asentamiento humano	38.37	41.09%
Agricultura de temporal	33.64	36.02%
Bosque de Oyamel	6.79	7.27%
Bosque de Pino	5.75	6.16%
Pastizales inducidos y cultivad	5.87	6.29%
Total	**93.38**	**100.00%**

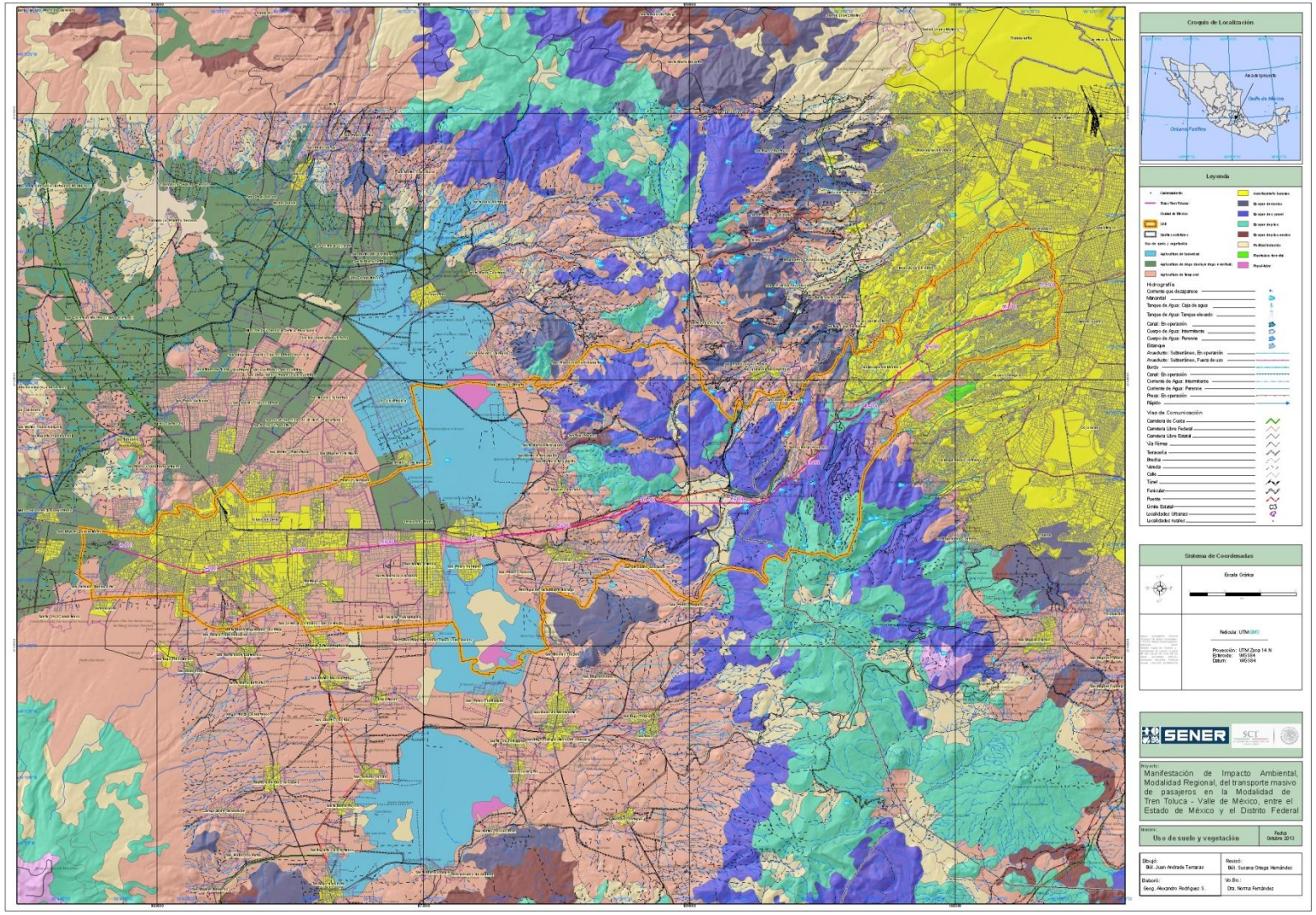


Figura II.3.3 Distribución del uso de suelo y vegetación a lo largo del proyecto

Solicitud de autorización en materia de impacto ambiental

Dado que el Proyecto es una vía general de comunicación, para su construcción es necesario realizar y presentar la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental y para el cambio de uso de suelo.

El artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), estipula que la evaluación del impacto ambiental, es el procedimiento a través del cual La Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Fracciones que aplica I y VII del Artículo 28 de la ley.

Por su parte, el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, ratifica en su artículo 5, incisos B) VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN: La Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares, que afecten áreas naturales protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de aguas nacionales; Así mismo, el inciso O), CAMBIOS DE USO DEL SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS fracción I Cambio de uso del suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de vías generales de comunicación en predios con vegetación forestal.

En este sentido, el proyecto bajo estudio y sus obras adicionales e inducidas requiere obtener previamente la autorización en materia de impacto ambiental por ser una vía general de comunicación y por cruzar por zonas con vegetación forestal.

II.3.7.2 Urbanización del área y descripción de los servicios requeridos

El proyecto se encuentra dentro de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) es la segunda conurbación en importancia del Estado de México y la quinta a nivel nacional. Como se mencionó anteriormente se conectara dentro de la Zona Metropolitana del Valle de México con el Centro de Transferencia Modal (CETRAM) Observatorio. Por lo anterior se puede establecer que el área de proyecto se encuentra bien comunicada. Para la construcción del proyecto la empresa contratista requerirá de establecer oficinas de campo y demandará servicios para su operación y manejo. También deberá contar con medios de transporte, servicio médico de rutina y urgencias, además de considerar medios para el rápido traslado de personal que pudiera sufrir un accidente de trabajo a los servicios de salud de la cabecera municipal, o de alguna ciudad cercana al área del proyecto que cuente con los servicios adecuados.

El sitio de interés no cuenta con sistema de agua potable, ni suministro de energía eléctrica, por lo tanto, estos servicios básicos deberán ser asumidos por la constructora de la siguiente manera como mínimo:

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, alumbrado para las actividades de construcción y las zonas de uso común, se abastecerá

mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

Para cumplir con las condiciones de salubridad e higiene, se deberá contar con sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (2 sanitarios por cada 20 trabajadores), y a los cuales la empresa contratada para el servicio deberá dar el mantenimiento adecuado y periódico con el objeto de mantenerlos en condiciones correctas de sanidad.

Se solicitará en su caso el servicio de recolección de residuos sólidos urbanos a las autoridades municipales cercanas al trazo del proyecto pidiendo ampliar las rutas hacia la zona de obra o incluso establecer un sistema de recolección mediante contenedores, o en su caso las constructoras deberán gestionar la contratación de la recolección de RSU por empresas privadas; en el caso de los residuos de manejo especial (RME) como material excedente de excavación, roca, suelo, ramas, troncos, etc. que no se reutilice, se deberá disponer en bancos de tiro que también deberá contemplar la constructora en turno (tramitando lo conducente en materia ambiental previo inicio de operaciones de cada banco), el material forestal deberá ser donado a la comunidad para su provecho. En el caso de los residuos peligrosos (RP) que se generen, la constructora deberá darse de alta como pequeña generadora ante la SEMARNAT, realizando el manejo y almacenamiento temporal en obra de estos residuos, de acuerdo a lo que establece la legislación y normatividad vigente en la materia, asimismo los deberá entregar mediante previa contratación a una empresa especializada para su tratamiento y disposición o confinamiento final, a su vez la constructora deberá mantener un registro de los residuos generados realizando y entregando los reportes conducentes a la autoridad.

El agua cruda y potable se hará llegar a los frentes de trabajo en pipas de agua y garrafones de plástico para el consumo de los trabajadores. Se estima que durante la construcción del proyecto se requerirán del orden de 5 m^3/día. Se considera que otros servicios que requiera el proyecto podrán ser abastecidos por las localidades cercanas al proyecto.

Todo el mantenimiento y lavado de ollas para preparación de concreto deberá realizarse en patios de maquinaria y talleres que no perturben o puedan afectar el ambiente por algún tipo de derrame o escurrimiento.

II.3.8 ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

De acuerdo con la Ley Ambiental del Distrito Federal en su artículo 5°, las Áreas de Valor Ambiental son las áreas verdes en donde los ambientes originales han sido modificados por las actividades antropogénicas y que requieren ser restauradas o preservadas, en función de que aún mantienen ciertas características biofísicas y escénicas. Cabe destacar que el trazo cruza por la Barranca Tacubaya, bajo esta jurisdicción local. La siguiente tabla muestra los cadenamientos y área que cruza.

Tabla II.3.8. Distribución de la superficie respecto a la Barranca de Tacubaya (Área de valor ambiental)

Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final	Longitud	Área Ha	Área de valor ambiental	Área Ha	%
55+265.29	55+5670.14	304.85	0.49	Barranca Tacubaya	158.26	0.31%
55+640.02	56+530.74	890.72	1.43		158.26	0.90%

El proyecto en estudio cruza por algunas zonas catalogadas como Área Natural Protegida (ANP) de jurisdicción Federal y Estatal. Las siguientes tablas muestran los cruces y áreas correspondientes a cada una de ellas.

Tabla II.3.9. Distribución de la superficie respecto a ANP Estatales

Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final	Longitud	Área Ha	ANP Estatal	Área Ha	%
28+747.18	36+984.54	8,237.36	13.18	Otomí - Mexica	106,838.48	0.01%
21+732.89	23+917.35	2,184.46	3.50	Santuario del Agua, tributaria San Lorenzo	12,657.92	0.03%
25+031.60	28+269.51	3,237.91	5.18		12,657.92	0.04%

Tabla II.3.10. Distribución de la superficie respecto a Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla

Cadenamiento Inicial	Cadenamiento Final	Longitud	Área Ha	Parque Nacional	Área Ha	%
32+719.72	37+098.53	4,378.81	7.01	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	1,920.48	0.36%

La siguiente figura muestra el cruce del proyecto respecto al Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla.

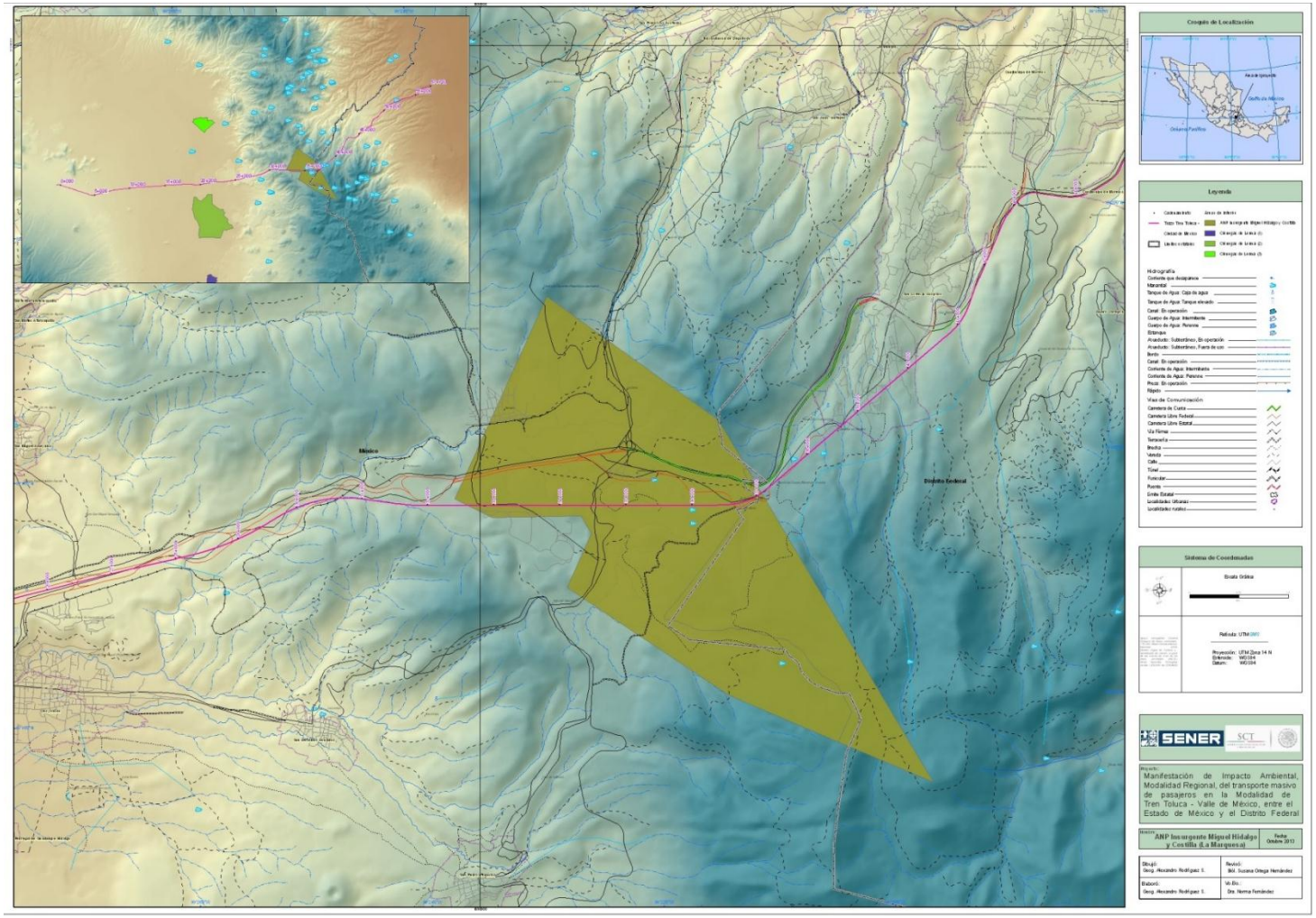


Figura II.3.3 Ubicación del proyecto respecto al ANP Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (ver detalle en capítulo III)

II.3.8.1 Otras áreas de atención prioritaria

En la siguiente tabla se presentan las distancias que guarda el proyecto con respecto a las diferentes áreas de interés ambiental. Es importante mencionar esta información se detalla en el Capítulo III del presente estudio donde se establece la vinculación y/o relación del proyecto en dichas áreas de interés ambiental; por lo que de manera general se denota la incidencia respecto al proyecto.

Tabla II.3.11. Distancias del Proyecto a las diversas áreas de interés ambiental

Área de interés	Nombre	Distancia al Trazo (km)	Cadenamientos	Orientación
ANP Federal	Desierto de los Leones	0.165		C - E
ANP Federal	Ciénegas de Lerma, polígono 1	7.000		N
ANP Federal	Ciénegas de Lerma, polígono 2	1.500		S
Ramsar	Ciénegas de Lerma, polígono 1	7.000		N
Ramsar	Ciénegas de Lerma, polígono 2	1.500		S
RHP	Cabecera del Río Lerma		PK-0+623.28 al PK 36+828	W - C
RTP	Ajusco - Chichinautzin		PK 31+791 al PK 41+400	C - E

Así mismo en el Capítulo VI de este estudio se describen las medidas de protección diseñadas para la protección y conservación de las especies de flora y fauna, además de medidas específicas para la protección del suelo y del agua.

II.4 DESCRIPCIÓN DE OBRAS Y ACTIVIDADES

Se describirán a continuación las diferentes obras y actividades implicadas en la ejecución del proyecto seleccionadas de acuerdo a la etapa en que se presentan.

II.4.1 ETAPA DE PRELIMINARES

Las actividades previas a la preparación del sitio comienzan con la licitación para la ejecución de la obra por parte del organismo federal correspondiente, adicionalmente se llevará a cabo la obtención de las autorizaciones necesarias para la realización el proyecto entre las que destaca la realización de la Manifestación de Impacto Ambiental. Posteriormente y de acuerdo con el Proyecto Ejecutivo se realizará el trazo y la nivelación en campo del eje definitivo. Habitualmente en esta etapa se libera el derecho de vía por medio de la compra, indemnización y demás negociaciones con los propietarios de los terrenos afectados. También en esta etapa se realizan los estudios previos, relacionados con: mecánica de suelos, levantamiento topográfico, entre otros.

OBRAS Y/O ACTIVIDADES

II.4.1.1 Estudios previos

Levantamiento topográfico

Los levantamientos topográficos son una serie de mediciones y recopilaciones de datos terrestres que se desean representar en este caso el eje y secciones del proyecto, en el que los resultados se plasman en planos que muestran su distribución espacial (planimetría y altimetría) del terreno.

Mecánica de Suelos

Este estudio tiene como finalidad conocer todas las características de los materiales sobre los que se van a excavar cortes, o bien se van a desplantar terraplenes; características que darán a los proyectistas los parámetros de cálculo para elaborar los diagramas de masas y movimiento de tierras. Al mismo tiempo determina el perfil de suelos del eje del trazo, proporcionando toda la información necesaria para diseñar cortes y terraplenes.

Geotécnico

Mediante este estudio se elige la cimentación mediante las características y la estratigrafía del suelo en el sitio donde se construirán las estructuras, el tipo de cimentación más conveniente, sus niveles de desplante y las capacidades de carga, así como las recomendaciones para el diseño y construcción de la cimentación en este caso de las estructuras mayores como los viaductos.

Geológico

Es la determinación de las características litológicas y estructurales de los materiales existentes en el sitio en estudio, mediante un conjunto de técnicas y procedimientos que se utilizan para reconstruir su historia geológica. El estudio geológico en este caso se realizara para determinar las características de los sitios donde se construirá el túnel.

II.4.2 ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

Durante esta etapa las principales actividades serán: el desmonte, el despalme, el acamellonamiento del suelo vegetal y la compensación de terracerías. Por lo que es necesario el rescate y conservación del suelo, rescate de flora silvestre, el ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre, además de la capacitación de personal para las actividades anteriores y el sistema de señalización preventiva con el fin de garantizar la seguridad en la obra.

Así mismo se tendrán obras asociadas necesarias que serán: la habilitación de las oficinas e instalaciones temporales, como sitios para el almacenamiento de los elementos prefabricados, la explotación de bancos de materiales y/o préstamo y la ubicación de bancos de tiro/desperdicio. Para todas las obras asociadas y complementarias que se realicen fuera del derecho de vía, tales como caminos de acceso y que no cuenten con autorización en materia ambiental, se les deberá realizar la solicitud conducente por parte de la constructora correspondiente.

OBRAS Y/O ACTIVIDADES

II.4.2.1 Trazo y nivelación

Con el proyecto aprobado y cumpliendo con las características técnicas del mismo se realiza el trazo del eje definitivo, que consiste en pasar al campo los dibujos plasmados en los planos marcando puntos de control y ubicando mojoneras. Posteriormente se mide y colocan estacas a cada 20 m anotando su cadenamiento y elevación.

El trabajo topográfico de nivelación se hace de manera tradicional. Lo hace un topógrafo con dos ayudantes y puede ser con un nivel convencional o con un nivel electrónico, y se hace siempre el cierre correspondiente que significa salir nivelando de un punto, llegar a una longitud prestablecida y regresar al punto de partida a donde deberá llegarse con la precisión requerida. Es muy importante dejar bancos de nivel a distancias no mayores de 500 m, es decir, por lo menos dos por kilómetro.

II.4.2.2 Obras inducidas

Antes de iniciar los trabajos descritos en el presente capítulo, en los cuales entrará en acción la maquinaria pesada, es necesario que la empresa contratista implemente una brigada de campo para la identificación y marcación de las obras inducidas comunes y especiales, según sea el caso, a efecto de que se determine cuáles obras deberán tratarse de forma manual, cuáles serán efectuadas por la constructora y cuáles por los propietarios de las instalaciones, y se advierta a los operadores de maquinaria pesada las precauciones a seguir.

En este sentido actualmente se tiene identificados los cadenamientos donde se efectuarán algunas de estas obras inducidas. Estos se presentan como anexos al documento.

Obras inducidas comunes

Las obras inducidas comunes podrán ser ejecutadas por la empresa constructora. A continuación se mencionan cuáles son las obras inducidas comunes:

1. Conexión provisional de líneas y descargas de drenaje existentes al momento de realizar las excavaciones y obras.
2. Conexión provisional de líneas y tomas de agua potable existente al momento de realizar las excavaciones y obras.
3. Demolición de construcciones alojadas a lo largo del eje de trazo.
4. Demolición y nueva construcción de muros o cercas delimitantes de propiedad de predios cercanos al eje de trazo.
5. Adecuación de niveles en los registros de agua potable, registros de instalaciones de telefonía o fibra óptica subterráneas, brocales de pozos de vista de drenaje, etc.

Cabe aclarar que actualmente solo se tienen identificadas las afectaciones por cadenamiento de los cruces más característicos.

Obras inducidas especiales

Las obras inducidas especiales se refieren a las instalaciones de servicios públicos y privados, cuya naturaleza no permite la intromisión de mano de obra ajena a la empresa y/o Dependencia propietaria o administradora del servicio, para realizar modificaciones y reubicaciones.

Los trabajos de movimientos y reubicación de instalaciones especiales marginales de servicios, tales como energía eléctrica, telefonía, fibra óptica, gas, conductos de Pemex, etc., serán efectuados únicamente por las empresas y/o Dependencias que tengan bajo su cargo y/o jurisdicción las instalaciones de que se trate, y que interfieran con la obra.

Cabe destacar que actualmente se tienen identificadas diferentes estructuras e infraestructuras que serán afectadas a lo largo del trazo. Esta información será presentada como anexo a este documento (Ver Anexo 6).

La siguiente figura muestra la ubicación del proyecto respecto a líneas de conducción, comunicación y transmisión; así como instalaciones del mismo género.

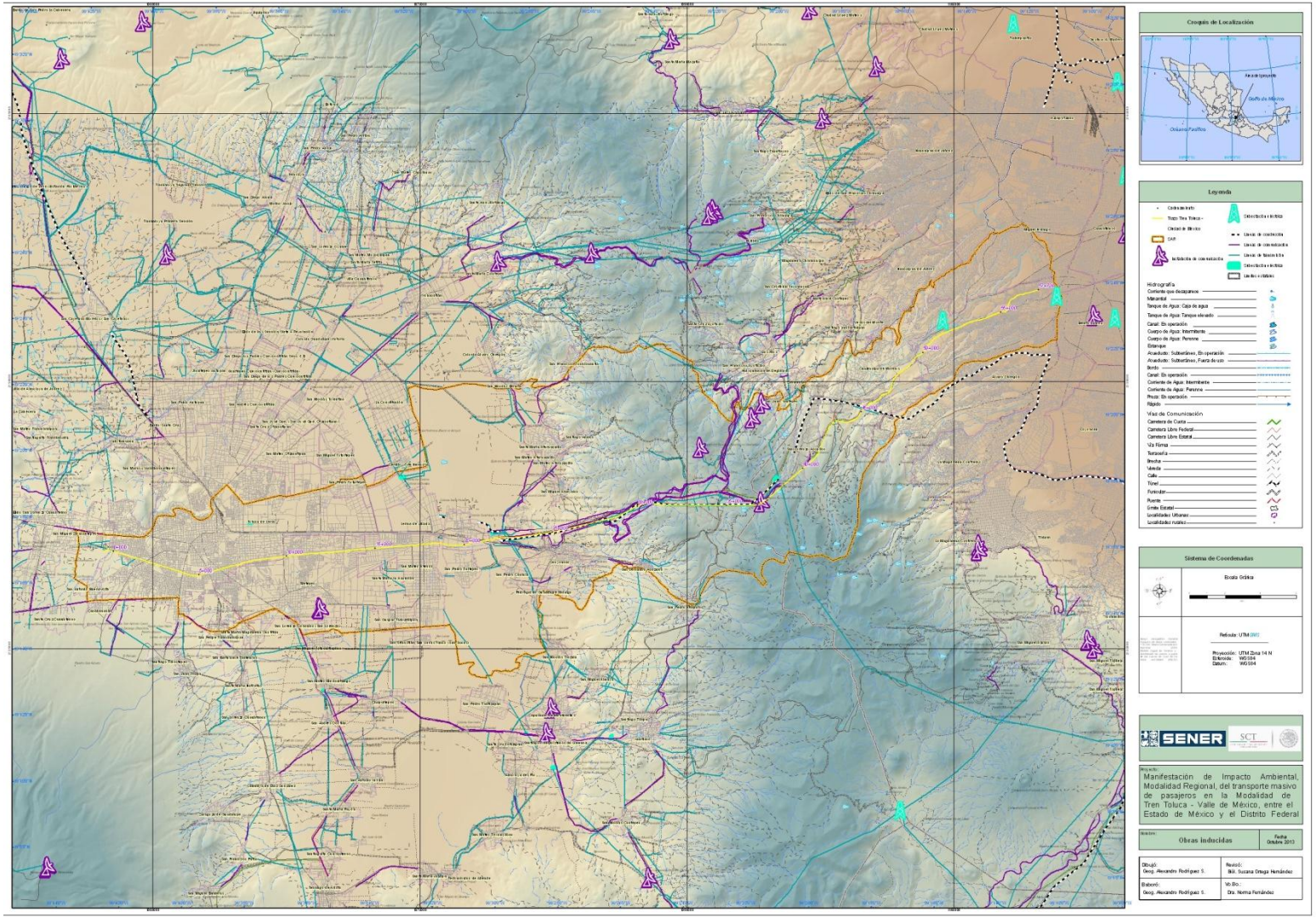


Figura II.4.1 Ubicación del proyecto respecto a líneas de conducción, comunicación y transmisión

II.4.2.3 Rescate de flora silvestre

Se rescatarán especies importantes de flora como parte de las acciones previas al desmonte y despalme, con el objeto de propiciar y asegurar la continuidad de la evolución de los ecosistemas ambientales y la biodiversidad de las especies, lo anterior reflejará una disminución en la pérdida de flora y alteración del ecosistema, causados por la implementación del proyecto. El rescate deberá enfocarse principalmente en las especies protegidas y de aquellas de lento crecimiento y difícil propagación en un vivero de acuerdo con los criterios considerados de acuerdo a el "Programa de Rescate y Reubicación de Especies Flora" (cap VI).

Los criterios empleados para el rescate serán los siguientes:

1. Especies amenazadas dentro de alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
2. Especies que están constantemente sometidas a presiones de extracción o aprovechamiento para usos ornamentales, comestibles, medicamentos, para la obtención de materias primas o compuestos, etc. En este criterio se consideran también aquellas especies enlistadas en la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).
3. Especies de importancia biológico-económica.

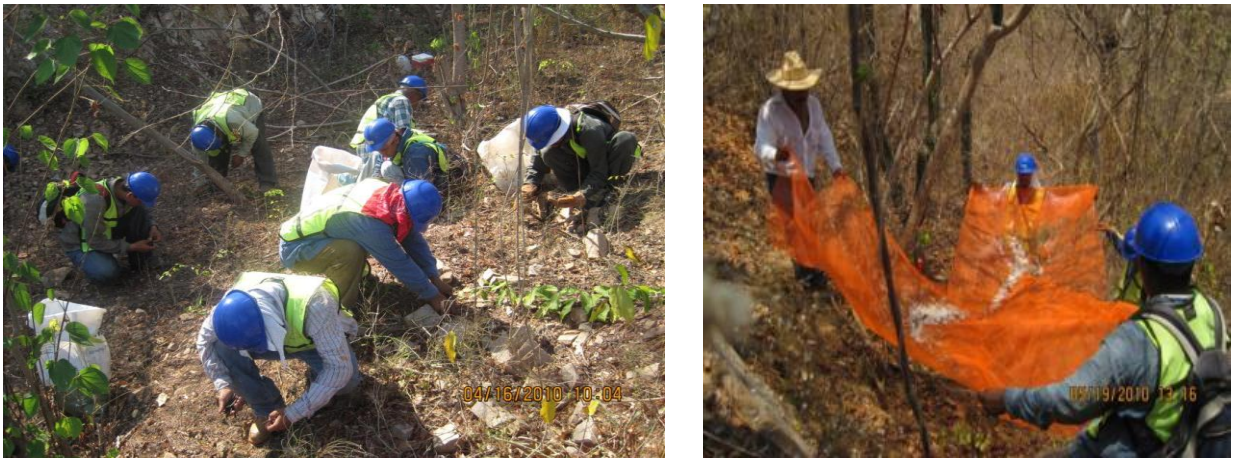


Figura II.4.2 Las imágenes muestran un ejemplo de las actividades típicas de rescate de plantas y semillas, y traslado de organismos vegetales.

II.4.2.4 Ahuyentamiento y rescate de fauna silvestre

La preparación del sitio supone la pérdida de hábitat del territorio ocupado por la propia infraestructura del proyecto, creándose un área de influencia negativa para la fauna en su entorno más próximo. Aun cuando el área ocupada resulte ser pequeña considerándola a nivel de paisaje, el área de influencia del proyecto puede modificar la densidad de algunas especies en su entorno inmediato (Sanz et al. 2001), principalmente en aquellas zonas que albergan una gran diversidad biológica o que contienen hábitat clave para la supervivencia de especies sensibles o amenazadas (Ministerio de Medio Ambiente 2006).

Previo a la aplicación de técnicas de rescate y reubicación de ejemplares faunísticos que pudieran localizarse en las áreas de construcción, es importante considerar acciones para ahuyentar la fauna cercana. La sola presencia de personal provoca un alejamiento de la fauna de las zonas de trabajo, aprovechando esta situación, se plantea la situación de provocar el mismo efecto por medios inducidos.

Ésta actividad se realizará en la zona de desplante de obras provisionales como oficinas de campo y patios de maquinaria, antes y durante la etapa de topografía, despalme, desmonte, y construcción del proyecto, utilizando técnicas particulares para cada especie o grupo de especies.

El ahuyentado y rescate de fauna se realizará antes de las actividades del desmonte y despalme de acuerdo con el "Programa de Rescate y Reubicación de Fauna". A continuación se presentan algunos aspectos importantes a considerar:

1. Previo a las actividades de desmonte se realizará el ahuyentamiento de la fauna por medio de generación de ruido y persecución. Las obras de apertura de brecha para efectos de marcar el trazo de la carretera pueden ser un momento adecuado para iniciar las labores de ahuyentamiento.
2. Prohibir al personal de la obra molestar, capturar y/o traficar especies (de acuerdo al reglamento interno de comportamiento del personal en obra, que considere medidas de protección a la fauna, que deberá tener cada empresa contratista).
3. El rescate lo deberá realizar personal especializado en el manejo de fauna silvestre, con registro de captura emitido por la SEMARNAT y el permiso correspondiente por parte de la DGVS, además de que cuente con los equipos y materiales adecuados para tales fines.
4. Es importante contar con un especialista en fauna para la protección y rescate de individuos, durante las labores de desmonte y despalme, preferentemente, sin embargo se debe de considerar la presencia de un especialista o personal capacitado durante el desarrollo de toda la obra.



Figura II.4.3 Las imágenes muestran ejemplos de las actividades típicas de rescate y liberación de fauna silvestre

II.4.2.5 Rescate y conservación del suelo

Las acciones planteadas en esta actividad tienen como finalidad rescatar y conservar el suelo orgánico producto del despalme del proyecto en construcción; en el cuál se encuentran depositados las semillas de especies vegetales nativas y microorganismos de la zona. De tal forma que minimicen los impactos durante la ejecución de la obra.

Previo al despalme se establecerán los sitios para el almacenamiento temporal del suelo orgánico, delimitando las áreas por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. Los sitios más recomendables para llevar a cabo el almacenamiento del suelo, son los costados del derecho de vía que no vayan a ser afectados por la construcción, que carezcan de vegetación y que preferentemente tengan una topografía plana o con una muy ligera pendiente.



Figura II.4.4 Las imágenes muestran ejemplos de conservación de suelo orgánico, material de despalme y costales de hojarasca

La capa superficial del suelo orgánico será removida evitando hasta donde sea posible la compactación o alteración de sus propiedades. La remoción se hará desplazándolo con cuidado, y se recomienda colocarlo formando pilas trapezoidales, estas deberán tener una orientación paralela a la dirección predominante del viento, el tamaño recomendable es de 30 metros de largo, 4 metros de ancho y 2 metros máximo de altura, dejando entre cada pila un espacio de 4 metros, no obstante, las dimensiones variarán en función de la superficie y el material despalmado disponible para esta conservación dentro del área de la obra.

De acuerdo con lo anterior se estima que solo se obtendrá suelo en la zona de cortes. La siguiente tabla muestra de manera aproximada el volumen que se removerá considerando un espesor de 20 cm.

Tabla II.4.1. Estimación de volumen de material orgánico a remover

Superficie	Área (ha)	Volumen de Material Orgánico (m3)
Superficie en cortes por derecho de vía	4.47	8,941.83
Superficie adicional para la construcción de portales en túnel**	0.95	1,902.03
Superficie adicional por demasías en cortes	6.44	12,875.73
Total	**7.02**	**14,041.52**

**Esta superficie corresponde a la construcción y adecuación de los portales del túnel

II.4.2.6 Desmonte y despalme

La actividad de desmonte consiste en roza de arbustos y maleza, tala de árboles y extracción de tocones con raíces; por lo cual ésta actividad se realizará mediante el uso de maquinaria y herramienta menor. Los derribos serán direccionados y se observarán en general las buenas prácticas recomendadas en cuanto a la técnica de derribo, retirando el producto de estas actividades de la zona del proyecto y disponiendo de éstos en forma adecuada, acamellonándolo de forma temporal dentro del derecho de vía en sitios previamente establecidos.

Previo a la actividad central del movimiento de tierras se deberá hacer el despalme, para lo cual se utiliza: tractor de orugas u otro similar y camión de volteo. La longitud total de la obra se dividirá en tramos de 1 Km con longitud de ataque de 100 m. Como fase previa a las operaciones constructivas, será necesaria una limpieza del terreno natural, básicamente la eliminación del material orgánico, incluida la vegetación natural, fase que se denomina desmonte cuando se refiere a árboles y arbustos, y despalme cuando se refiere a la eliminación de una capa superficial de terreno (suelo).

II.4.2.7 Instalación de obras complementarias

Las obras asociadas, provisionales y/o servicios complementarios que se requerirán para el desarrollo de esta obra son: oficinas administrativas, almacenes, patios de maquinaria, e instalaciones para el resguardo de estructuras prefabricadas. Las oficinas administrativas, bodegas y sitios de almacenamiento serán ubicados en localidades cercanas a los distintos frentes de trabajo. Estos dependerán de los programas y procedimientos constructivos de la obra en forma más específica. Se contemplan bancos de préstamo para el abastecimiento de los materiales requeridos para la formación de terraplenes y se minimizará la generación de material de desperdicio producto de los cortes. El área de derecho de vía servirá como sitio de depósito provisional para aquellos pequeños volúmenes de material sobrante o desperdicios en general de forma temporal; sin embargo se requerirá de bancos de tiro en forma que cuenten con su debida autorización en materia ambiental para la disposición final de residuos de manejo especial generados; particularmente de los grandes volúmenes de rocas producto de la excavación del túnel. Las contratistas requerirán además de la habilitación de caminos de acceso existentes y nuevos (con sus correspondientes autorizaciones ambientales) hacia los frentes de trabajo principalmente para la construcción del túnel.

Oficinas administrativas

En el caso de las oficinas administrativas así como de otras obras complementarias se prevé una menor afectación al entorno debido a que éstas podrán ubicarse en las diversas localidades cercanas al proyecto. Este hecho permitirá una menor afectación en terrenos naturales por la instalación de espacios necesarios para el control de la obra. En todo caso podrán utilizar oficinas móviles que puedan acercarse a la zona del Proyecto.

Almacenes para los frentes de obra

En este sitio se depositarán temporalmente los materiales a utilizar en la obra como varillas, cal, cemento, materiales para delimitar el derecho de vía, herramienta menor, combustible, aceite, lubricantes, aditivos y en general, todos aquellos que por su exposición a la intemperie sean susceptibles de sufrir deterioros. La capacidad del depósito, así como los materiales con que se construya será determinada por el flujo de materiales de acuerdo con el programa de trabajo y el área que ocupará cada almacén se estima que será de aproximadamente 0.5 ha.

Adicionalmente, en el área ocupada propiamente por los almacenes provisionales se construirá una capa de concreto la cual se encontrará provista de un sistema adecuado compuesto de canaletas que descargarán a un depósito apropiado para la recolección de derrames accidentales de sustancias que pudieran contaminar el subsuelo (potencialmente peligrosas de acuerdo con la NOM-052-SEMARNAT-2005). Los residuos peligrosos (RP) derivados del mantenimiento de maquinaria, equipos y vehículos deberán ser almacenados de forma temporal en tambos rotulados por tipo de residuo (estopas impregnadas, aceite quemado, filtros, etc.) en un almacén adecuado para residuos peligrosos que podrá estar emplazado en alguna de las superficies dentro del derecho de vía o en algún patio de maquinaria (en donde se lleve a cabo el mantenimiento preventivo) siempre señalando el tipo de sustancia o residuo que almacena. Los residuos deberán ser entregados a una empresa especializada y autorizada por la SEMARNAT que se encargue de su tratamiento y disposición final o confinamiento,

entregando los comprobantes correspondientes a la constructora, la cual a su vez deberá darse de alta como pequeña generadora de residuos peligrosos y entregar semestralmente los informes (registro en bitácora) correspondientes a la SEMARNAT.



Figura II.4.5 Las imágenes muestran ejemplos de tipos de almacén provisional en obras de infraestructura como la presente

Talleres para los frentes de obra

El taller es el área donde se realiza el mantenimiento de la maquinaria utilizada en la obra la cual resulta conveniente que se ubique en un lugar plano. Es recomendable construir un firme de concreto armado en las zonas francas donde se realicen operaciones de mantenimiento de los equipos para proteger al suelo de posibles derrames accidentales con una pendiente del 1% - 2% para facilitar el drenaje hacia un depósito o cárcamo ciego donde sea sencillo recolectar los escurrimientos de aceites y otros hidrocarburos.

La superficie en la que se puede ubicar un taller puede variar pero para el proyecto que nos ocupa se considera una superficie por taller de 0.5 ha en promedio y para el proyecto en comento serán ubicadas en los mismos sitios donde se localicen los almacenes, ello con la intención de disminuir la presión sobre el medio ambiente de la zona, la logística de operación de estos sitios depende del número de equipos programados de acuerdo con el programa de mantenimiento contemplado. Al finalizar los trabajos, las zonas de desplante de estos sitios deberán ser desmantelados en su totalidad, escarificando por medio de Ripper el suelo residual tanto como sea posible con el fin de facilitar la posterior reforestación del área ocupada.

Bancos de préstamo

El suelo natural de la zona de un proyecto rara vez cuenta con las características estructurales para ser usado como base de las estructuras de soporte para el tendido de las vías ni en calidad ni en cantidad, por ello, es necesario extraer material terreo y pétreo de algunos bancos de materiales cercanos a la zona de proyecto para proveer de este material en una cantidad y calidad aceptable lo cual evidentemente genera un impacto que no incide directamente sobre la zona de proyecto ya que por lo regular estos sitios se encuentran alejados de la zona donde

se realizan los trabajos. En general, los bancos de préstamo son sitios en los cuales se realizan desmontes y despalmes para la obtención del material con las características requeridas por las especificaciones del proyecto. Cuentan con áreas muy extensas donde se va almacenando el material que será enviado y en algunos casos cuentan con la infraestructura necesaria para seleccionar sus productos como cribas, bandas transportadoras, tolvas y desde luego equipos automotores para el movimiento de tierras.

El material pétreo necesario para la construcción provendrá de bancos de material autorizados cercanos al proyecto. Este material se utilizará principalmente para complementar el faltante del aprovechamiento del material producto de los cortes y excavaciones que serán aprovechados en un 90%, lo que supondrá una menor afectación por este concepto. Referente a esta obra complementaria, la constructora deberá realizar el trámite correspondiente para el aprovechamiento de cualquier banco de préstamo que no cuente con su autorización y permiso ambiental y de la misma forma si se requiere una planta de trituración o caminos de acceso al mismo.

La recopilación e integración del Inventario Nacional de Bancos de Materiales, tiene por objeto proporcionar información previa sobre la existencia y disponibilidad de materiales para la construcción y conservación de las obras en que interviene la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. A continuación se presentan los bancos cercanos al proyecto, sin embargo este catálogo resulta ser solamente una guía para analizar posibilidades a nivel de anteproyecto de las obras, requiriéndose por lo tanto de estudios adicionales de calidad y de disponibilidad, que permitan verificar si los bancos seleccionados pueden ser considerados para un proyecto específico, o se requiere la apertura de nuevos; además de que la selección de los bancos forma parte de la estrategia de cada contratista al momento de la licitación, por lo que será la contratista a quien se asigne la obra quién tramitará los permisos correspondientes para la explotación del banco.

El análisis y la gestión de las autorizaciones en materia ambiental de los Bancos de materiales será responsabilidad de la/s empresas constructora/s y por lo tanto quedan fuera del alcance de la presente solicitud en Materia de Impacto Ambiental.

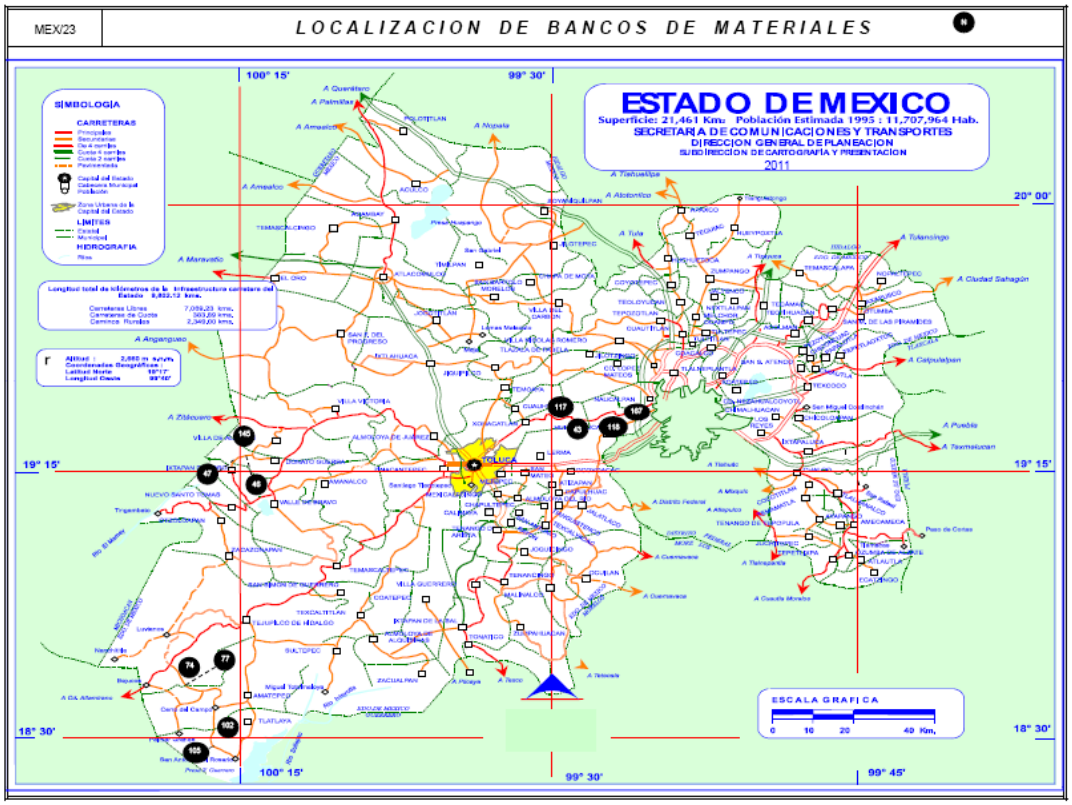


Figura II.4.6 Inventario de bancos de materiales cercanos al proyecto

Bancos de tiro

Por la naturaleza del proyecto y como se mencionó anteriormente se requerirán de obras complementarias, tal es el caso para el depósito de material producto de cortes y excavación. En este sentido y dadas las características geológicas de la zona donde se construirá el túnel se han contemplado posibles sitios para la disposición del material producto de la excavación del túnel. La siguiente tabla muestra algunos sitios autorizados para la disposición de este material.

Tabla II.4.2. Ubicación de los sitios autorizados para la disposición de materiales de excavación y construcción

MUNICIPIO	UBICACIÓN	RESOLUCION
HUIXQUILUCAN	PARAJE DOS CERRITOS, EN EL EJIDO DE LA MAGDALENA CHICHICASPA	RESOL/II3/06 5/ABRIL/06 DGOIA/487/I0 9/03/I0
HUIXQUILUCAN	PARAJE DENOMINADO EL ESCOBAL, EN EL EJIDO DE LA MAGDALENA CHICHICASPA	RESOL/II4/06 5/ABRIL/06
HUIXQUILUCAN	CARRETERA RIO HONDO-HUIXQUILUCAN, EN EL PARAJE LA RATONERA	RESOL/3I0/06 23/AGOSTO/06 DGOIA/I422/07 2/06/07 DGOIA/I42/08 18/0I/08

Caminos de acceso

Para la adecuada y optima realización de las diferentes obras y actividades relacionadas con la construcción del proyecto, es necesario el acondicionamiento de caminos existentes, y en su caso, la apertura de caminos de acceso fuera del derecho de vía. Estos caminos serán temporales y servirán principalmente para el traslado de maquinaria, equipo, materiales y la mano de obra requerida para los frentes de trabajo. La construcción de esto caminos de acceso serán con las condiciones de seguridad, estabilidad y pendientes necesarias para la circulación de la maquinaria y el transporte de personal a dichos frentes.

Durante la apertura de dichos caminos se aplicaran de igual forma medidas de mitigación durante su construcción, operación y hasta su abandono. Cabe señalar que no se prevé afectación a individuos de estrato arbóreo y/o de importancia ecológica por las obras de construcción y uso del camino de acceso hacia los diferentes frentes de trabajo.

Los principales caminos se harán durante la construcción del Túnel, en este sentido y verificando los caminos existentes, y con la intensión de minimizar las afectaciones ambientales se proponen que estos se tracen dentro del derecho de vía de a cargo de la CFE o SCT, según el caso. La siguiente figura muestra la ubicación de la entrada del túnel respecto a los caminos existentes. Así mismo se presentan como anexo a este documento la ubicación de dichos caminos. (Ver Anexo 7).

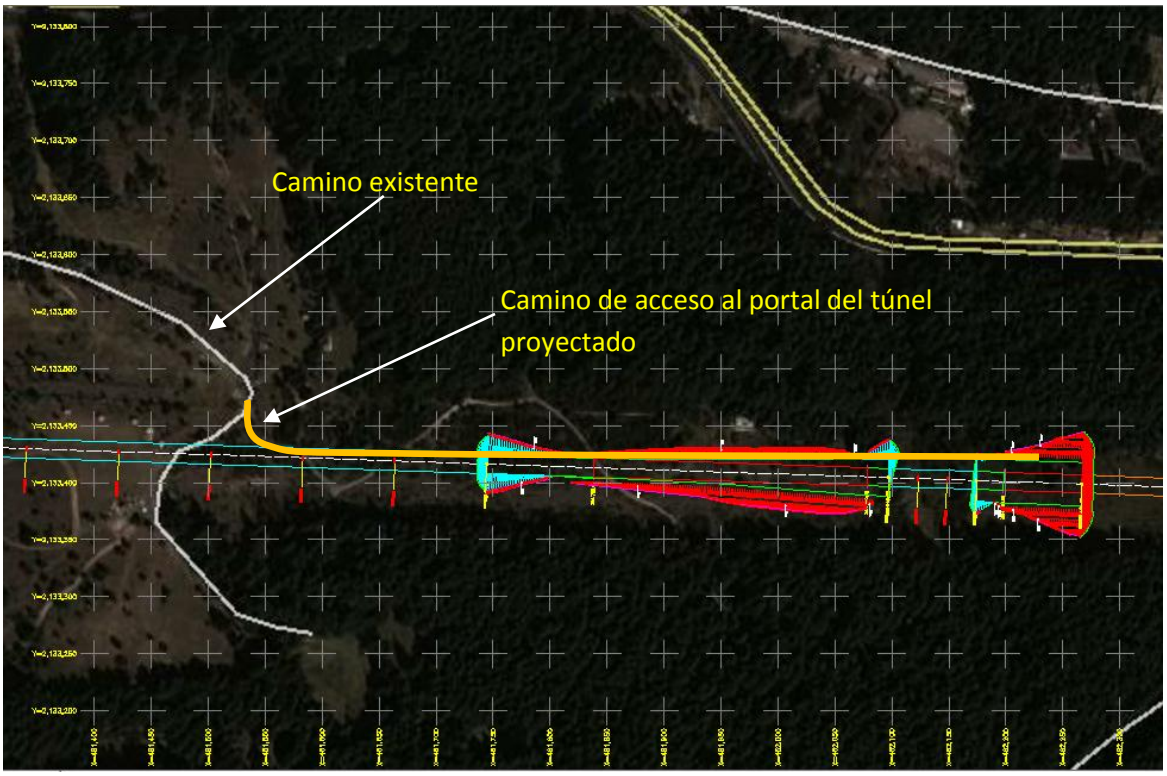


Figura II.4.7 Ubicación de caminos existentes cercanos a la entrada del túnel

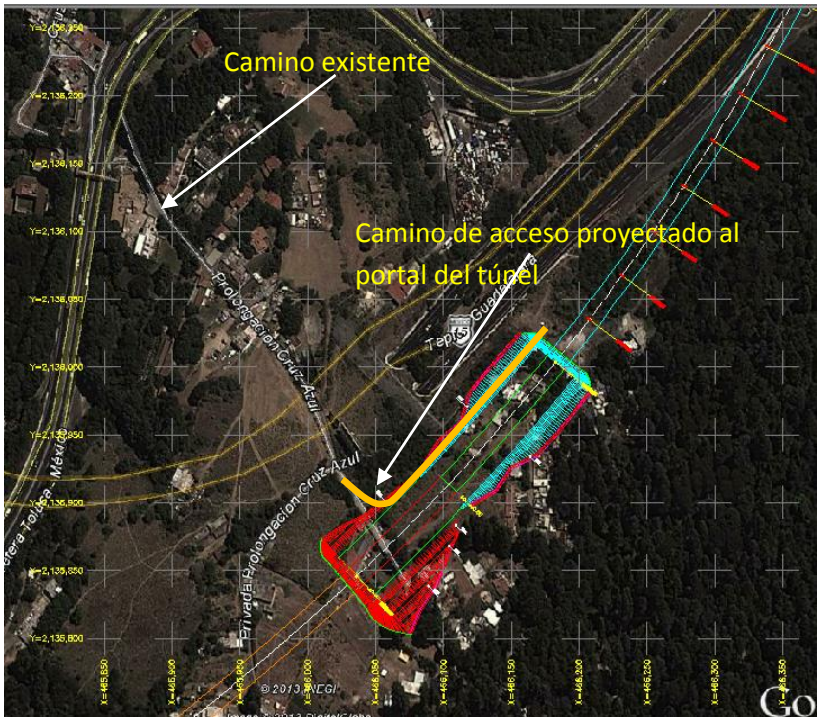


Figura II.4.8 Ubicación de caminos existentes cercanos a la salida del túnel

II.4.2.8 Señalamiento y dispositivos para protección de obras

El señalamiento y dispositivos para protección en obras son aquellas señales y elementos que se colocan de manera provisional, con el fin de garantizar la integridad de las personas, elementos naturales y las obras, durante la ejecución de los trabajos. De acuerdo con lo anterior es importante definir la ubicación y tipo de señalamiento. La siguiente tabla muestra la clasificación del señalamiento vertical para protección de obras.

Tabla II.4.3. Clasificación del señalamiento vertical para protección de obras

Clasificación	Tipo de señales
SPP	Preventivas
SRP	Restrictivas
SIP	Informativas
ODP	Señales diversas

Es necesario que la empresa constructora, antes de iniciar cualquier tipo de obra del proyecto, coloque dichas señales verticales, dispositivos y marcas de forma provisional en los diferentes frentes y áreas de trabajo.

II.4.3 ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

A continuación se describen las actividades para la ejecución de las obras que se realizarán en la etapa de construcción.

Como se mencionó anteriormente la configuración del trazo será a nivel, viaducto elevado (incluyendo los tramos de transición de las zonas a nivel a la sección elevada), un túnel y un falso túnel. La siguiente figura muestra el trazo del proyecto con sus respectivas estructuras.

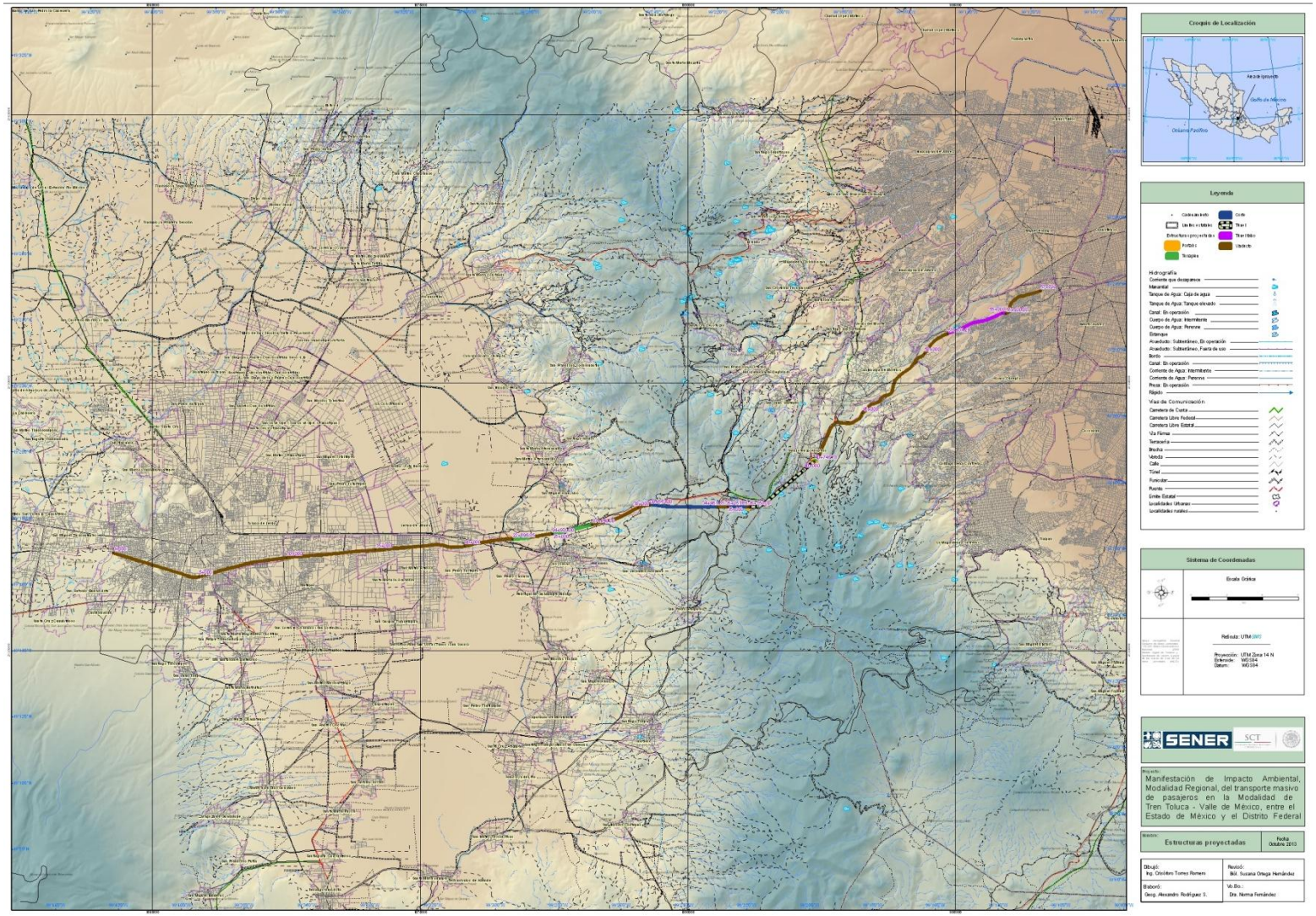


Figura II.4.9 Estructuras proyectadas a lo largo del proyecto

OBRAS Y/O ACTIVIDADES

II.4.3.1 Cortes y Terraplenes

Cortes

Una vez realizados el despalme y desmonte, se procederá a efectuar los cortes necesarios para encontrar los niveles de desplante de las terracerías, efectuándose de acuerdo con las líneas y taludes de proyecto, permitiéndose siempre el drenaje natural. El material producto de los cortes del terreno natural, previa revisión por parte del laboratorio de supervisión, podrá ser utilizado en la construcción de los terraplenes, y las capas de material de mala calidad, así como el sobrante de los cortes, se desperdiciará y se colocará en el banco de tiro previamente aprobado.

Las excavaciones en las zonas de corte serán realizadas a cielo abierto y la maquinaria que se utilizará para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje del corte. Se verificará el alineamiento, el perfil y la sección en su forma, anchura y acabado, de acuerdo con lo determinado en el proyecto.

Acarreos

Acarreo es el efecto de trasladar o transportar esos mismos materiales, dentro de la obra, hacia un depósito provisional mientras no se le asigne un uso final o fuera de la obra, a una zona de tiro de depósito permanente o temporal, según sea el caso.

El acarreo libre es el traslado que se efectúa hasta una estación cuya distancia es definida en el proyecto, convencionalmente se hacen hasta 1 km por medios mecánicos (acarreo en camión). El acarreo a una distancia total mayor se considera como sobreacarreo.

El sobreacarreo es el traslado que se efectúa a una distancia mayor a las contempladas en el acarreo libre y determinada por bloques, si es por medios mecánicos, en kilómetros subsecuentes al primero. Cabe hacer el rango de un kilómetro para acarreo en camión, no son limitativos; es aceptable fragmentar la distancia total en estaciones de cualquier otra medida, sólo hay que cuidar que el rendimiento utilizado sea compatible

Dentro de la superficie por desmontar se deben considerar las superficies a ser afectadas por los caminos de acceso en caso de requerirse, además para los bancos de préstamo nuevos; y será responsabilidad de la empresa constructora la gestión y autorización en materia ambiental.

Terraplenes

Son las estructuras que se construyen con materiales producto de cortes o procedentes de bancos, con el fin de obtener el nivel de sub-rasante que indique el proyecto, ampliar la corona, cimentar estructuras, formar bermas y bordos, y tender taludes.

Los materiales utilizados para la construcción de estas estructuras podrán provenir de los cortes o de banco; cuando provengan de los cortes podrán ser compactables o no compactables; y

cuando provengan de banco, de preferencia serán compactables, pero siempre cumplirán con la calidad indicada en las normas para Terraplén.

En los tramos indicados en el proyecto geométrico, si el nivel de la rasante así lo requiere, habiendo afinado y compactado el terreno natural, se procederá a la formación de los terraplenes en capas de veinte 20 cm de espesor, con material producto de los cortes o alguno de los bancos establecidos.

II.4.3.2 Construcción de obras mayores (Viaductos y Falso Túnel)

El proceso de construcción puede ser dividido de acuerdo con las etapas que comprenden las diferentes áreas o tramos sobre los que se contempla la construcción del proyecto. Esto engloba diferentes procesos constructivos de acuerdo al problema que se presenta producto de las características topográficas de la zona.

Viaducto prefabricado

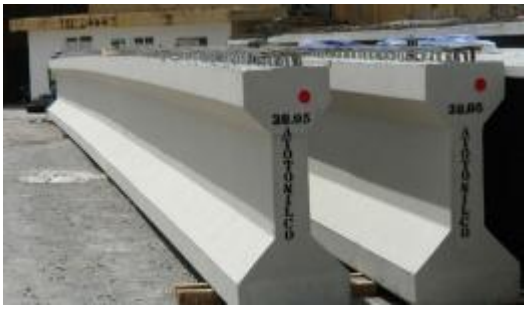
El proyecto en su mayoría contempla la construcción de estructura tipo viaducto con materiales prefabricados. Cabe destacar la fabricación de éstos elementos prefabricados en naves industriales autorizadas y son transportados al sitio para ser montados mediante grúas. El proceso constructivo para los elementos prefabricados se muestra en la siguiente figura.



Colado de trabes en nave industrial



Trabe terminada



Almacenamiento de prefabricados en patio de resguardo



Traslado a frente de obra

Figura II.4.10 Ejemplo de colado, almacenamiento y transporte de elementos prefabricados

Las pilas para el soporte de las trabes deberán ser armadas y coladas en el sitio ya que es necesaria la cimentación con el fin de asegurar la estabilidad estructural de cada uno de los soportes del viaducto. El armado comienza desde la cimentación dejando el debido sobrante para asegurar la continuidad del acero de refuerzo en entre la cimentación y la pila. La siguiente figura muestra el armado de la cimentación, de la pila y la colocación de las trabes.



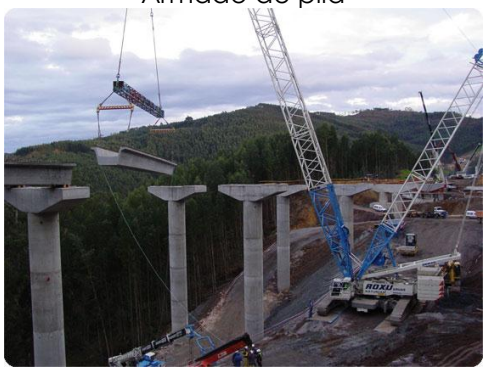
Armado de cimentación



Armado de pila



Colocación de trabe



Colocación de trabe

Figura II.4.11 Ejemplo de proceso constructivo de elementos prefabricados y la utilización de grúas para su colocación

Este proceso se encuentra presente en diversas zonas del proyecto y se toma como nombre de referencia el tramo comprendido en la zona de Toluca en el Viaducto Av. De las Torres el cual comprende la colocación de un eje a base de una pila de concreto de 3 por 2.5 metros sobre la que se colocará un único tablero de 12 metros de ancho, con un altura variable menor a 30 metros, sobre las que se montarán vigas de lanzamiento prefabricadas simplemente apoyadas de 32 y 27 metros de longitud y sobre estas una losa superior de concreto colado in situ.

Viaducto colado in situ

Así mismo se requerirá construir in situ algunos viaductos, en función de su altura, mediante la utilización de cimbra móvil con el fin de evitar traslados de grúas a zonas con de difícil acceso.

El proceso de cimbra móvil permite realizar un avance más eficiente toda vez que se elimina el proceso de armar una cimbra para cada trabe. Este proceso se ha ido perfeccionando hasta el punto en que ya se cuenta con máquinas móviles que desplazan la cimbra conforme la estructura vaya quedando lista y tomando como apoyo el tramo previo construido por sí misma. La siguiente figura muestra el método de cimbra móvil en estructuras similares.



Conjunto de pilas



Cimbra fija para trabe



Cimbra móvil para trabe



Colocación de estructura complementaria

Figura II.4.12 Ejemplo de proceso constructivo mediante cimbra móvil

Viaducto de dos pisos

Este proceso, como su nombre lo indica, comprende la construcción de dos niveles, el primero para el tren y el segundo para la circulación de automóviles. Las alturas en este tramo son menores a los 30 metros y el montaje se realizará a través de grúas desde el suelo, lo que permite contar con múltiples frentes de avance.

Viaducto mayor a 30 m

Este proceso comprende una estructura de más de 30 metros de altura y solo servirá a las vías del tren. Para este proceso se tendrá especial énfasis en los problemas que conllevan su gran altura, es decir que debe resistir los efectos por sismo y frenado del tren así como efectos causado por viento por lo que se deberán disponer de arcos ojivales que mejoren la estabilidad del tramo. También se deben considerar estructuras continuas para la superficie de soporte de las vías.

El sistema constructivo puede estar compuesto por dovelas prefabricadas o auto cimbra en caso de no contar con las condiciones adecuadas para la colocación de estructuras desde el suelo. Dicho proceso permite la construcción desde el mismo tramo tomando como base fases previas del mismo proyecto.

Viaducto Conjunto

Este proceso comprende la construcción de un único tablero el cual debe soportar las dos vías del tren y un autopista de dos calzadas con dos carriles cada una. En el proyecto se tiene contemplada la disposición al centro del viaducto del tren y las calzadas para vehículos a los lados. Este sistema será aplicado principalmente al tramo de Santa Fe.

Proceso constructivo tipo para viaductos

Fase 1: Con el apoyo de la brigada topográfica se procederá a ubicar en campo las referencias y el eje de trazo, también serán localizados los cadenamientos correspondientes a los ejes de apoyos, se checarán los niveles de campo con los proporcionados en el proyecto ejecutivo.

Fase 2: Se ejecutarán los trabajos de perforación en los ejes de los pilotes y excavación para llegar al nivel de desplante de cimentación.

Fase 3: Una vez alcanzado el nivel de desplante se colocará una plantilla de concreto simple de f´c= 100 kg/cm^2 con un espesor igual a 5 cm, hecho lo anterior se procederá al habilitado y armado del acero de refuerzo para las zapatas.

Fase 4: Habilitado y colocación de acero de refuerzo y el colado de concreto en las pilas.

Fase 5: Ya que ha fraguado el concreto en las pilas al habilitado y armado del acero de refuerzo de los cabezales; terminado lo anterior se continuará con la colocación de la cimbra correspondiente. Es importante dejar las varillas de espera necesarias para el correcto anclaje del acero de refuerzo de muros de respaldo, bancos de apoyo y topes antisísmicos. Finalmente, se procederá con el colado de los cabezales.

Fase 6: Mientras se ejecutan los trabajos de construcción de la subestructura del viaducto, se podrán realizar las actividades concernientes a la fabricación de trabes, según los planos correspondientes, los cuales podrán desarrollarse en planta o en un patio de fabricación adyacente a la zona.

Fase 7: Posteriormente viene el proceso de montaje de las trabes prefabricadas mediante grúa.

Fase 8: Ya montadas las trabes se habilitará y colocará el acero de refuerzo de los diafragmas, terminado lo anterior se procederá al cimbrado de losa y diafragmas y se colocará el acero de refuerzo de la losa. Se debe dejar el refuerzo necesario para el correcto anclaje con el refuerzo de las guarniciones, así como las reservaciones para la colocación de drenes y junta de calzada, finalmente se efectuará el colado de diafragmas y losas.

Fase 9: Una vez que el concreto de la losa haya fraguado se habilitará y colocará la infraestructura propia del tren

Falso Túnel

El proyecto consta de un túnel artificial o túnel falso de 3.5 Km el cual consiste en la colocación de pantallas y losas con salidas. El proceso constructivo está compuesto de las siguientes etapas:

- Ejecución de pantallas en uno de los lados. El proceso inicial contempla la excavación de una zanja profunda, realizar cimbra y colar en sitio con el fin de tener la primera pantalla.
- Ejecución de segunda pantalla. El proceso es exactamente el mismo que en la primera pantalla en el extremo opuesto.
- Construcción del dintel superior. En cortes a la circulación que se realizará de manera nocturna. Dicho proceso incluye la excavación, cimbra y colado de losa y reencarpetamiento en caso de ser necesario, para reanudar la circulación vehicular en el punto.
- Se continúa con la excavación del túnel bajo losa sin interferencias con el tráfico de la calle. Mediante la preparación de las dos pantallas y el dintel superior es posible continuar con los trabajos en la parte baja sin interrumpir el tráfico normal.
- Ejecución de losa de fondo en el túnel. Una vez realizado el túnel se procede a la construcción de la losa de fondo en tramos iguales a los realizados en la loza superior.
- Ejecución del viaducto carretero sobre los dinteles del falso túnel.

Este proceso permite darle prioridad a la construcción del sistema ferroviario e independencia estructural a los tramos tanto del viaducto como del tren. La siguiente figura muestra el proceso constructivo de un falso túnel.



Armado de Falso Túnel



Colado de Falso Túnel, se aprecian pantallas laterales y dintel (superior)

Figura II.4.13 Ejemplo de proceso constructivo de Falso Túnel

II.4.3.3 Construcción estaciones, talleres y cocheras

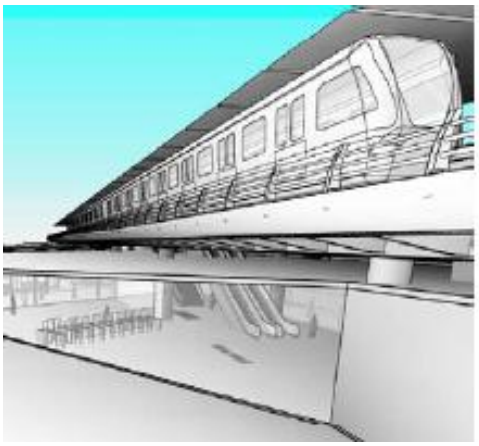
Estaciones

El proceso constructivo de las estaciones será manejado mediante la construcción tradicional de inmuebles típicos del ramo, considerados ya en el arreglo del eje de la vía para el adecuado traslado de los usuarios hacia los andenes de acceso al tren.

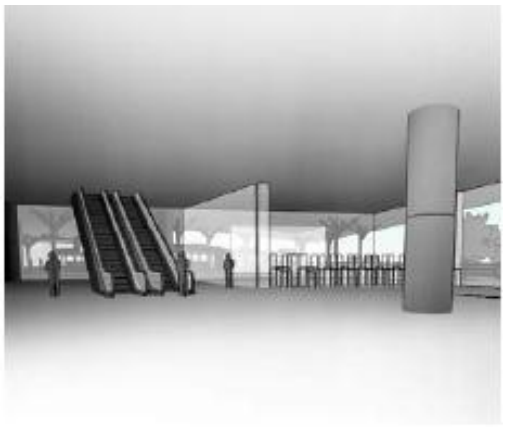
Para todas las estaciones la solución se propone elevada por lo que se tiene un confinamiento aéreo para tramos de llegada a estaciones el principal componente del diseño es el tiempo necesario para llegar a la estación por parte del mayor número de usuarios posible.



Fachada de estación elevada contemplada en anteproyecto



Diseño tipo de estación elevada



Acceso a la estación elevada

Figura II.4.14 Ejemplo de estación elevada

Talleres y cocheras

Se tiene contemplada la construcción de un taller y una cochera, ambos en la misma ubicación (cadenamiento 19+500.00) cuya entrada será por la estación Lerma. Dicha infraestructura estará compuesta de una nave tipo industrial con equipamiento para manejo de vagones en cuanto a reparaciones, mantenimiento y limpieza general de vagones.





Figura II.4.15 Ejemplo de área de talleres y cocheras

Se preverá al menos vías con fosa y catenaria, polipastos a la entrada para la extracción de equipos sobre techo, plataformas a lo largo del taller para acceso al techo del tren, una zona de oficinas en 2 plantas, puestos de trabajo de mantenimiento y locales técnicos.

Las vías deben incluir: conexiones para aire comprimido, iluminación en fosas para facilitar los trabajos de visita bajo caja, conexiones para suministro de energía a tensión comercial e industrial, rampas para acceso con ancho suficiente que permita la circulación de carretillas elevadas. Cabina de sopleteado y extracción de polvos en las áreas laterales y centrales de las fosas.

Se deberán prever los elementos para el mantenimiento al equipo ferroviario, que contendrán entre otros, los equipos e instalaciones fijas, fosas de revisión e intercomunicación y acceso a los tres niveles de los trenes que a continuación se indica:

- Inferior Bogíes
- Intermedio Caja o estructura
- Superior Techo

Estas preparaciones civiles y de espacio estarán de acuerdo con las características físicas del equipo ferroviario propuesto.

Talleres Auxiliares. En ellos se llevarán a cabo actividades de mantenimiento específico y su dimensionamiento, y estará de acuerdo a los requerimientos del equipo.

De acuerdo a su clasificación podrán estar divididos de la siguiente manera:

Para trenes.

- Talleres de mantenimiento del equipo ferroviario.
- Taller de vías
- Taller de subsistemas de energía
- Taller de catenaria
- Taller de señalización

Para las instalaciones fijas del Ferrocarril Suburbano

- Taller de carpintería
- Taller mecánico
- Taller eléctrico
- Taller de soldadura y paileria

Construcciones auxiliares

Son espacios y construcciones donde se realizarán las actividades de apoyo a los talleres y patios, de acuerdo a la siguiente descripción:

- Almacén.- Es el edificio o nave donde se guardará y controlará todo el material, herramientas e insumos y los equipos que se emplearán en el Ferrocarril Suburbano.

- Depósito de materiales pesados para las instalaciones fijas.- Consistirá en una plataforma donde se estibarán los materiales pesados para el mantenimiento de las instalaciones fijas.

- Subestación eléctrica.- Para alumbrado y fuerza, sus dimensiones dependerán de las características específicas de los equipos.

- Caseta para la acometida de energía eléctrica.- Es la edificación que alojará los equipos de medición de la suministradora de energía eléctrica con lo que se determinaron en conjunto sus dimensiones.

Cabe destacar que no se tendrán actividades, manejo o almacenamiento de sustancias consideradas altamente riesgosas, establecidas en el Primer y Segundo listado dispuestas en la LGEEPA.

Edificio de Servicios Generales

Contará con al menos los espacios para los servicios descritos a continuación:

- Administración
- Archivo técnico con sala de consulta
- Capacitación con aulas y cuarto de material didáctico
- Servicio médico con espacio para ambulancia
- Comedor y cocina
- Patio de servicio
- Cisterna y cuarto de máquinas.- Se determinará el volumen de celdas y el equipamiento en función del requerimiento del conjunto para servicio y se deberá considerar las reservas y el volumen de protección contra incendio.
- Depósito para Basura Industrial.- Depósito transitorio para los desechos inorgánicos producto de la operación de talleres, una caseta donde se almacenará de manera clasificada la basura industrial solida o líquida en contenedores especiales y los residuos considerados peligrosos.
- Vialidades internas del conjunto de talleres.- El conjunto de patios y talleres deberá contar con las vialidades internas, externas, accesos y caseta de control para comunicar entre si las áreas y con el exterior.

Se deberán prever, en las zonas de locales técnicos y operativos áreas para equipos, seguridad y mantenimiento y para el caso de sustitución de los equipos, el espacio y la ruta para la movilización de los mismos hacia montacargas o partes especiales.

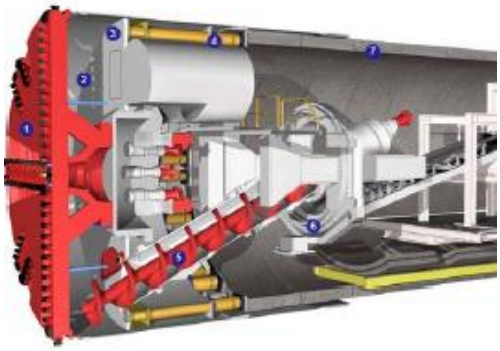
II.4.3.4 Construcción de Túnel

El método de construcción del túnel tipo bi-tubo es a través de la colocación de un anillo de siete dovelas colocadas durante el avance de una maquina tuneladora, T.B.M. (del inglés Tunnel Boring Machine) o minador a sección completa. La segunda sección gemela se realizará con la misma máquina apoyada desde el primer túnel.

La excavación iniciará por métodos tradicionales en su parte superficial y hasta llegar a por lo menos una longitud de 30 metros para después comenzar con la instalación de la maquina tuneladora en este primer tramo de túnel. La siguiente figura muestra las características principales de una tuneladora.



Armado de la maquina en patio



Corte de maquina tuneladora



Conjunto de siente dovelas para anillo



Dovelas instaladas conformando la pared del túnel

Figura II.4.16 Ejemplo de Tuneladora T.B.M. y dovelas tipo

El proceso de construcción del túnel a base de dovelas permite trabajar casi de forma inmediata una vez que ha pasado la maquina tuneladora, ya que esta misma es la que coloca las dovelas en su posición dejando armado y listo el túnel y por lo tanto se cuenta con las condiciones para colocar toda la infraestructura necesaria, sin necesidad de parar el avance de la excavación. Por lo tanto cuando el túnel cuenta con un avance considerable se puede estar seguro que se contará con toda la estructura ya terminada en la parte inicial.

- El proceso comienza con la excavación de un tramo de aproximadamente 30 metros de longitud por el método tradicional.

- Una vez que se tenga el nivel deseado a partir del diseño de mecánica de suelos para asegurar la estabilidad estructural del túnel, se procede a la colocación de la maquina tuneladora la cual se armó previamente en un área aledaña a la boca del túnel.

- Con la maquina en posición el avance continua con la operación de la misma, este proceso permite un avance más efectivo.

- La colocación de las dovelas seria realizada por la misma maquina en su parte posterior lo que permite contar con el túnel inmediatamente después del avance de la máquina.

- Al contar con la estructura final del túnel se puede proceder a colocar la infraestructura de los rieles para el tren y los conductos e instalación de ventilación, iluminación, mantenimiento y monitoreo.

II.4.3.5 Estructura férrea

Son los elementos que permitirán el paso del material rodante, el cual lo integran los siguientes elementos: Dos hileras de rieles sujetos a piezas de madera o concreto transversales denominados durmientes que a su vez descansan sobre un pedraplén, es decir un lecho de material pétreo denominado balasto, a todo lo anterior se le adicionan los accesorios de la vía tales como placas, planchuelas, tornillos, etc.

Es actividad se llevara a cabo una vez terminada la construcción de las obras como viaductos, el túnel y falso túnel.

Riel

Elemento de acero laminado que tiene por función proporcionar una superficie de rodadura de los rieles, y para reducir el desgaste entre rueda y riel tiene una sección combinada de partes planas y curvas. Este material comercialmente es suministrado por tramos de 12.00m de longitud y se fijan al durmiente mediante clavos colocados contrapeados para no dañar el durmiente.

Durmiente

También conocido con el nombre de traviesa, consiste en una pieza de concreto reforzado de sección 0.25m X 0.20m con una longitud de 2.40m a 2.70m, colocado transversal al eje de proyecto para proporcionar un soporte adecuado a los rieles y así también funciona para transmitir las cargas al balasto y por consecuente a las capas inferiores. La separación entre caras contiguas entre dos durmientes es usualmente de 60cm.

Los durmientes de concreto constan de lo siguiente:
- Capaces de resistir momentos flexionantes en el centro y bajo los rieles.
- De sección reducida en el centro.
- Mixtos, ya que son dos bloques de concreto unidos mediante una trabe, mismo que permite absorber los momentos flexionantes en el centro del durmiente.

Sub-Balasto

Conformado por material procedente de suelos, depósitos naturales o rocas naturales alteradas, sin ningún tratamiento previo a su utilización. Su función estructural corresponde a impedir el incrustamiento del balasto a las terracerías, por lo que debe de tener su humedad óptima y una perfecta compactación.

Pedraplen (balasto)

Capa conformada por material triturado, grava, escoria, cenizas, etc. Que se coloca sobre las terracerías compactadas para proporcionar apoyo y estabilidad a los durmientes. Estructuralmente tiene la función de absorber las vibraciones producidas por el flujo de los trenes

en la vía, y posteriormente transmitir las cargas a capas inferiores. Otra función además de proporcionar una superficie de apoyo al durmiente, es el permitir el flujo de las aguas pluviales.

Placa de asiento

Elemento metálico diseñado para reducir el desgaste de los durmientes ante la fricción del riel con el mismo. Su función es aumentar la superficie de contacto y por consecuente reduce los esfuerzos concentrados en un solo punto distribuyéndolo a una superficie mayor.

FIJACIONES: Conjunto de clavos, tornillos, placas, cuñas, etc. El tipo de riel definirá el tipo de accesorios a emplearse. Tienen 3 funciones principales:
1. Fijar los rieles a los durmientes
2. Asegurar el ancho constante de la vía
3. Facilitar la transferencia de cargas estáticas y dinámicas del material rodante.

Vías

A continuación se establecen los requerimientos funcionales generales de la vía:

- Trocha de estándar internacional de 1,435 m, utilizada en México.
- La velocidad de diseño de 90 km/h.
- El perfil de la línea deberá proyectarse considerando que la pendiente máxima no deberá ser superior al ± 5.0 %.
- Para el trazado de la línea en vías principales deberán considerarse radios superiores a 230 m en las curvas horizontales, en casos excepcionales de 250 m.
- El radio de curvatura para las curvas verticales será de 6,520 m, en casos excepcionales de 3,900 m.
- Las estaciones, las vías de maniobra, de terminal y de estacionamiento deberán quedar en terreno con pendiente nula o no mayor a ± 0.2 %, para evitar la deriva de un tren cuyos frenos no estén activos.
- El riel a utilizar será tipo 115 RE, bajo normas UIC 860-R o equivalente.
- La vía será aislada y elástica, con inclinación de 1/40 y largo riel soldado (LRS).
- Durmientes de concreto mono bloque pre esforzado.
- Aparatos de vía instalados sobre durmientes de concreto compatibles con el riel 115 RE, que permitan el tránsito de los trenes a la velocidad máxima de diseño.
- Las agujas provistas con cerrojos mecánicos y electrónicos, accionadas por motores con el mando a distancia.

Equipamiento

Se considerarán las siguientes instalaciones como parte del sistema para el funcionamiento y equipamiento:

- Instalación eléctrica (Para operación del material rodante)
- Sistema de control
- Ventilación
- Alumbrado
- Salidas de Emergencia
- Sistema contra incendios (Detección y extinción)

- Obras de drenaje en estaciones
- Seguridad (medidas preventivas)

Por cuestiones de seguridad de las instalaciones y de todo lo ajeno a ellas, se colocará un cercado a lo largo del trazo. En el caso de secciones a nivel se colocará una barda de cada lado a una altura de 1.5m sobre la cual se colocará malla ciclónica de 2m de altura. Como accesorios para mayor seguridad se colocarán 3 hileras de alambres de púas en la parte más alta.

Suministro de energía eléctrica

La energía de tracción adoptada para este tipo de sistemas de transporte de pasajeros, es la energía eléctrica en corriente alterna (CA), ya que presenta grandes ventajas sobre la corriente continua (CC). La CA monofásica en la frecuencia comercial de México (60 Hz) y el nivel de tensión de 25 kV, resultan lo más conveniente por la generalidad de su uso, por el dimensionamiento adecuado de la catenaria, los menores valores de corriente eléctrica, mayor rango operativo y bajas caídas de tensión (de acuerdo a las normas UIC).

Este sistema también es el que presenta más ventajas económicas sobre el sistema de CC por menor diámetro de conductores y menor número de subestaciones de tracción entre otros. El uso de esta alimentación permitirá en un futuro la integración con otras líneas férreas electrificadas en México, como es el FS-1. La siguiente tabla muestra los cadenamientos, capacidad y coordenadas UTM donde se ubicaran las subestaciones, así como un área minina recomendada por la CFE para su arreglo.

Tabla II.4.4. Ubicación de las Subestaciones eléctricas

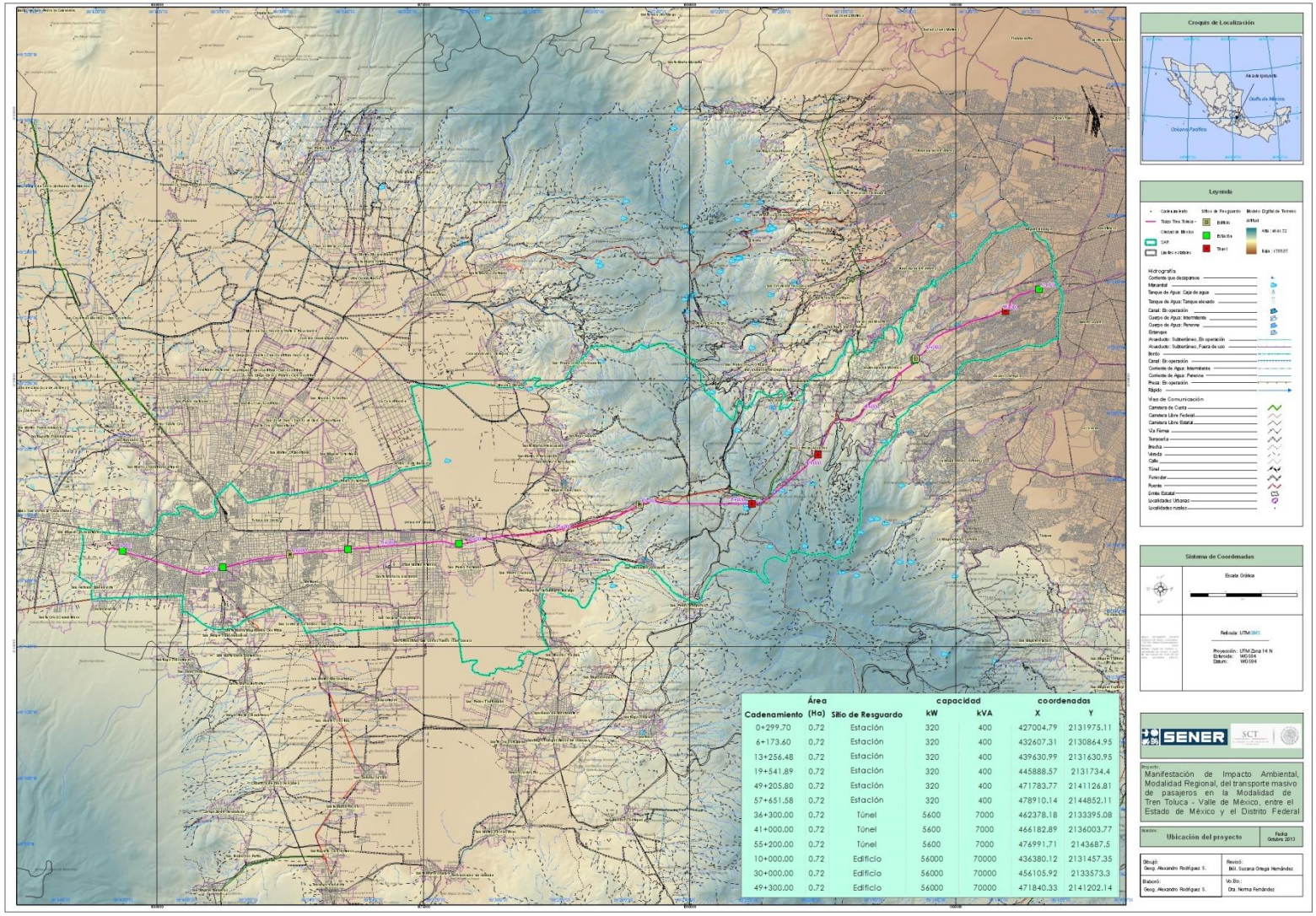
Cadenamiento	Área (Ha)	Sitio de Resguardo	capacidad		coordenadas	
			kW	kVA	X	Y
0+299.70	0.72	Estación	320	400	427004.79	2131975.11
6+173.60	0.72	Estación	320	400	432607.31	2130864.95
13+256.48	0.72	Estación	320	400	439630.99	2131630.95
19+541.89	0.72	Estación	320	400	445888.57	2131734.40
49+205.80	0.72	Estación	320	400	471783.77	2141126.81
57+651.58	0.72	Estación	320	400	478910.14	2144852.11
36+300.00	0.72	Túnel	5600	7000	462378.18	2133395.08
41+000.00	0.72	Túnel	5600	7000	466182.89	2136003.77
55+200.00	0.72	Túnel	5600	7000	476991.71	2143687.50
10+000.00	0.72	Edificio	56000	70000	436380.12	2131457.35
30+000.00	0.72	Edificio	56000	70000	456105.92	2133573.30
49+300.00	0.72	Edificio	56000	70000	471840.33	2141202.14

El suministro de energía, después de la conexión en alta tensión con el suministrador (CFE), estará compuesto por dos secciones: una para tracción, que energizará la catenaria y otra para alimentar los servicios auxiliares.

El suministro de energía de tracción contará con protecciones eléctricas, puestos de seccionamiento y maniobra por telemando, para dar seguridad y flexibilidad a la operación de los trenes en condiciones normales como en situaciones de falla y labores de mantenimiento.

La catenaria distribuirá de una manera eficiente la energía eléctrica a los trenes de acuerdo con las condiciones de operación, los intervalos entre trenes, la aceleración de los trenes y las velocidades máximas permitidas.

Por lo tanto, el subsistema de suministro de energía incluirá: La subestación de energía de tracción, la de energía auxiliar y su telemando. La siguiente figura muestra la ubicación de las subestaciones eléctricas a utilizar a lo largo del trazo.



Cadenamiento	Área (Ha)	Sitio de Resguardo	capacidad kW	kVA	coordenadas X	Y
0+299.70	0.72	Estación	320	400	427004.79	2131975.11
6+173.60	0.72	Estación	320	400	432607.31	2130864.95
13+256.48	0.72	Estación	320	400	439630.99	2131630.95
19+541.89	0.72	Estación	320	400	445888.57	2131734.4
49+205.80	0.72	Estación	320	400	471783.77	2141126.81
57+651.58	0.72	Estación	320	400	478910.14	2144852.11
36+300.00	0.72	Túnel	5600	7000	462378.18	2133395.08
41+000.00	0.72	Túnel	5600	7000	466182.89	2136003.77
55+200.00	0.72	Túnel	5600	7000	476991.71	2143687.5
10+000.00	0.72	Edificio	56000	70000	436380.12	2131457.35
30+000.00	0.72	Edificio	56000	70000	456105.92	2133573.3
49+300.00	0.72	Edificio	56000	70000	471840.33	2141202.14

Figura II.4.17 Ubicación de las Subestaciones eléctricas

Señalización

Finalmente se tienen los trabajos de pintura para delimitar tramos con pendiente, curvas y de servicio. Además de señalización a base de pintura en otros elementos que requieran de exposición. La señalización a la orilla de la vía se hace colando elementos de concreto en la base de soporte en la orilla después del hombro, de ahí se empotra un elemento de acero para que sustente al letrero de lámina que contiene las señales necesarias.

Utilizando los materiales y equipos adecuados se deberá cumplir con todas sus características en cuanto a normas de calidad y aplicación.

Señalamiento vertical en la vía

Las señales verticales se deben de instalar en los lugares señalados en el proyecto, debiendo cumplir con lo especificado respecto a su altura, distancia lateral, posición y ángulo de colocación. Además de cumplir con las especificaciones respecto a las características de los materiales para su fabricación.

También se debe de considerar las características de las señales elevadas para definir el cálculo estructural tanto de su estructura como del empotrado de las mismas.

II.4.3.6 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias

Es claro que la actividad de abandono de las instalaciones solo aplica para las instalaciones provisionales mas no para el proyecto en si ya que la vía férrea es, de hecho, una obra permanente. Como parte de las actividades que se deben incluir en el desmantelamiento y abandono de las instalaciones provisionales del proyecto se encuentran actividades como el desmantelamiento de los campamentos, almacenes y talleres para el mantenimiento de los equipos de construcción, Esta actividad como es lógico, genera una gran cantidad de escombros y residuos de los propios campamentos; residuos que deberán manejarse bajo los mismos estándares y procedimientos que en cualquier otra etapa. También se deben tomar en cuenta los movimientos de maquinaria y equipo debido a que esta actividad en sí implica una gran movilización terrestre a bajas velocidades con sus consecuentes impactos en el tránsito local.

Los procedimientos generales, están orientados a regular las actividades generales que se han de realizar una vez finalizadas las etapas de construcción de obra del proyecto.

- Establecer las tareas que se requieran para retirar del servicio las instalaciones, protegiendo el ambiente, la salud y seguridad humana durante la ejecución de dichas tareas.
- Comunicación a las autoridades competentes acerca de la ejecución del plan de retiro, presentando las modificaciones que se hubieran realizado al mismo para su aprobación.
- Delimitación de los diversos frentes de trabajo y el tipo de trabajos necesarios a llevar a cabo.
- Realizar las actividades de desmantelamiento de equipos de generación e interconexión eléctrica.

- Las herramientas, equipos y/o maquinaria que serán empleados en las actividades y proceso de abandono, deberán estar en perfecto estado de operación, para prevenir mayores niveles de ruido y posibles fugas de combustible y otros elementos.
- Para la contratación de mano de obra no calificada, estos serán contratados en la medida de lo posible de las comunidades involucradas en el área de afectación directa, considerando además a aquellos que ya trabajaron en el proceso constructivo del proyecto.
- Realizar la limpieza y restauración de las áreas intervenidas, devolviéndolas a las condiciones originales, previas a la intervención.
- Una vez terminadas las actividades de abandono, se presentará el informe respectivo a las entidades correspondientes.
- Realizar el seguimiento de la eficiencia y perdurabilidad de las medidas ambientales implementadas.

En el proceso de desmantelamiento, el contratista realizará la demolición total de los pisos de concreto, paredes o cualquier otra construcción y trasladarlos a un lugar de disposición final de materiales excedentes, establecido previamente y autorizados por la autoridad competente. El área utilizada debe quedar totalmente limpia de residuos.
Las estructuras metálicas, sistemas eléctricos y los equipos mecánicos (cables, compuertas de fondo, entre otros), serán desmantelados y retirados de su lugar de emplazamiento, en la medida que su retiro sea necesario para evitar condiciones de riesgo. Dependiendo de las condiciones de los sistemas y equipos, estos podrán ser vendidos para ser utilizado para su recepción.

Una vez terminados todos los trabajos de desmantelamiento, retiro de equipos y revegetación, se verificará que todos los materiales de desecho se encuentren dispuestos en un relleno sanitario autorizado, y que la limpieza de la zona sea absoluta evitando la acumulación de residuos de propias de la construcción.

II.4.4 ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La etapa de operación para el presente proyecto comprende sustancialmente cuando comienzan a transitar el material rodante y por lo tanto la vía cumple con su función. La siguiente tabla muestra la oferta que tendrá el Sistema Ferroviario denominado "TREN TOLUCA-VALLE DE MÉXICO".

Tabla II.4.5. Oferta del proyecto

Oferta	2012	2018	2047
Pasajeros Diarios	273,850	304,789	511,311
Pasajeros Anuales	100,023,713	111,324,182	186,756,343

La etapa de mantenimiento empieza justo cuando inicia la circulación constante de los trenes sobre las vías y creando cargas vivas sobre las estructuras de soporte lo que crea un desgaste normal y que debe preverse mediante el mantenimiento preventivo o rutinario en un inicio y correctivo o de construcción una vez transcurrido un tiempo de operación considerable.

Entre los trabajos a que se refiere la etapa de mantenimiento y como se mencionó son los de conservación de las vías, así como de la infraestructura de soporte, limpieza periódica de las instalaciones, del derecho de vía y de las obras hidráulicas. No obstante que reviste una gran importancia para la correcta programación de los trabajos en el área, el programa de operación y mantenimiento no puede calendarizarse debido a su flexibilidad ya que es recomendable realizar revisiones semestrales y/o anuales con la intención de mejorar su efectividad.

A continuación se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así como el programa de conservación rutinaria de la SCT que deben de llevarse al cabo para el mantenimiento e infraestructura de soporte, para que tengan un adecuado funcionamiento y una mayor vida útil.

II.4.4.1 Programa de conservación preventiva y correctiva

Las actividades del programa de mantenimiento se pueden dividir de manera general en: revisión y mantenimiento de sistemas eléctricos, revisión y reparaciones de estructuras (si los hubiere), revisión y mantenimiento preventivo de la superestructura y limpieza de la superficie de vías y drenaje superficial.

Programa de conservación preventiva y correctiva

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente.
2. De acuerdo con instrucciones del Jefe del Departamento de Vía deberá someter a su consideración un estado de los materiales, herramientas y equipos necesarios para la correcta conservación de la vía y estructuras en la División; así como también un programa de obras y de adiciones y mejoras que tengan que ejecutarse en forma urgente, y obras necesarias de adiciones y mejoras que sean necesarias para la operación normal del Ferrocarril, incluyendo croquis, presupuestos y todos los datos necesarios a fin de que sean estudiados. También preparará un programa de trabajo de conservación de vía y estructuras para que sea estudiado y considerado en el presupuesto del año subsecuente.
3. Recorrerán con frecuencia la División o Sub-División a su cargo para observar el estado que guarden la superestructura, estaciones, vías, talleres, sistemas eléctricos, de ventilación, mantenimiento, sanitarios y demás estructuras que conforman todo el sistema. Visitarán preferentemente los lugares en donde sus cuadrillas estén ejecutando cualquier obra, a fin de dar las instrucciones necesarias para que se proceda según los planos, especificaciones y órdenes especiales que se les hayan dado y para que dichas obras se lleven a cabo con la mayor seguridad y economía posibles. Harán un programa de las reparaciones en orden de importancia y estimando el tiempo y materiales que se necesiten para cada obra, procurando en todos los casos que no se mueva una Cuadrilla a efectuar trabajos a algún lugar, si no se cuenta con los materiales necesarios.
4. Inspeccionar las condiciones físicas de las estructuras de concreto que presenten problemas.
5. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

6. Prevención de accidentes. Todos los empleados deberán hacer cuanto esté a su alcance para evitar accidentes, aun cuando para ello tengan que hacer trabajos que correspondan a otros empleados. La falta de cumplimiento de las señales de parada, violaciones a las velocidades marcadas o falta de contestación a las señales dadas, deben hacerse del conocimiento de quien corresponda con una explicación concreta del caso.
7. Trabajos cuando haya neblina. Cuando una tempestad, la nieve o la niebla, impidan distinguir a distancia conveniente los trenes no deberán correrse vehículos ni ejecutar en las vías trabajos que impliquen peligro para el tráfico, salvo en casos de verdadera urgencia, y entonces se procederá con mucho cuidado, protegiéndose en forma adecuada con luces de bengala rojas y con petardos.
8. Accidentes y desastres.- Al dar aviso de accidentes, desastres v situaciones que puedan poner en peligro el movimiento de trenes, debe darse información completa y precisa, indicando qué materiales y cuáles otros elementos se necesitan, para que el empleada que la reciba no necesite hacer preguntas al que la da. Los materiales u objetos que puedan servir para determinar la causa de los accidentes o desastres, deberán conservarse para las aclaraciones correspondientes.
    - Debe hacerse una estimación cuidadosa del material que se necesita para reparar los daños. Las solicitudes de estos materiales de emergencia deben hacerse cuidadosamente, anticipando las necesidades hasta donde sea posible para poder, en un momento dado, tenerlos listos y evitar demoras en el trabajo.
    - En todos estos casos se recomienda acción rápida, para lo cual el empleado de más categoría en el lugar del accidente asumirá el mando y la dirección de los trabajos.
    - Los empleados que necesiten ser llamados en casos de emergencia deben infirmar de sus movimientos y lugares donde pernocten, a su superior inmediato.
    - Cuando los trenes sean detenidos por accidentes o por otra causa, el conductor del mis está autorizado para llamar en emergencia a los trabajadores y solicitar el apoyo necesario para solventar cualquier problema en el menor tiempo posible. Investigarán inmediatamente que sucedan, todos los casos de accidentes personales que ocurran a los empleados a sus órdenes, así como de las causas de los mismos. Investigarán también todas las condiciones peligrosas que puedan ocasionar accidentes; dándolas a conocer al superintendente y al Ingeniero de la División.

9. Protección contra Incendios.-Los empleados dedicaran su atención personal a proteger contra incendio las propiedades de vía, así como los bienes que estén bajo su custodia (instalaciones, materiales y equipo).
    - Se conservarán libres de toda acumulación de basura o material inflamable los edificios, embarcaderos y muelles. La gasolina y aceite se conservarán en lugares determinados y únicamente en receptáculos autorizados.
    - Las estufas en los edificios (en caso de contar con estas, deben estar autorizadas; las espoletas, petardos y fósforos se conservarán en los armarios o cajas de que se disponga para protegerlas. Los extinguidores de incendio se conservarán debidamente cargados y se colocarán en lugares de fácil acceso, listos para su uso inmediato; las mangueras para incendio y sus boquillas se conservan en los lugares dedicados para el efecto y en buenas condiciones de servicio. Los depósitos de agua y arena en los puentes deberán conservarse llenos y listos para usarse.
    - Para la observancia de todas las prácticas que se relacionan con la seguridad y el reglamento de protección contra incendio se hará responsable al empleado que tenga directamente a su cargo el cuidado del local.

10. Visibilidad en la vía principal.-No deberán colocarse tableros para anuncios ni señales no autorizadas, así como tampoco poner materiales que obstruyan la vista de los trenes que se aproximan.
11. Materiales y herramientas.-El personal o equipo que tengan obras a su cargo, deberán cuidar de que todo el material, herramientas y útiles que reciban, se inspeccionen con cuidado, de acuerdo con las inspecciones y confrontas que muestren las facturas y documentos. Si hubiere discrepancias detendrán el material y herramienta hasta recibir instrucciones de los superiores inmediatos.
    - El material deberá usarse debidamente y sin desperdiciarlo, y el equipo en cuestión será el responsable del material y herramienta que estén a su cargo. Las herramientas gastadas e inservibles se deberán entregar al almacén de acuerdo con las instrucciones. Los materiales y herramientas deberán estar separados por clase y tipo.
    - Los materiales deberán acomodarse en orden y a una distancia no menor de 5 metros de la vía principal y 4 del riel más inmediato del ladero o vía auxiliar; nunca deberá dejarse material entre vías, ni cerca de los caminos.
    - El personal que tenga que usar palas y cuerdas deberá tener especial cuidado en revisar el estado de las cuerdas y no deberán permitir que se arrastren.
    - Cuando no estén usándose, deberán enrollarse y guardarse bajo techo. Nunca deberán agregarse auto-armones o armones a los trenes.
    - Cuando no estén en servicio los motores, carretillas, etc., deberán asegurarse y conservarse con candado; en caso de que no haya cuarto para motores por falta de cupo, deberán retirarse de la vía, colocándose por lo menos a 4 metros del riel más inmediato, y no se permitirá el uso de estos vehículos a personas no autorizadas.
    - Los barriles de agua, gatos de vía y demás herramientas, que pudieran causar algún descarrilamiento en el uso de motores y carretillas, deberán llevarse a un costado o en la parte posterior del vehículo.

Reglas e instrucciones.-Deben tener en su poder, y vigilar que sus subordinados estén provistos de todas las reglas y circulares en vigor, así como las Instrucciones especiales que necesiten para desarrollar correctamente sus labores. Vigilarán que los operadores reciban todas las especificaciones completas, planos e instrucciones que necesiten para desarrollar eficientemente su trabajo.

Los trabajos se llevarán a cabo de acuerdo con los planos, especificaciones e instrucciones que se giren. Cuando sea completamente impracticable ajustarse a dichos planos, especificaciones o instrucciones, deberán solicitar una autorización para hacer los cambios necesarios.
Instruirán y organizarán al personal en cada caso, para que todos los trabajos se ejecuten con la mayor eficiencia y corrección posibles.

Para organizar al personal, deben conocer perfectamente la labor que un trabajador pueda desarrollar, tomando en cuenta las diferentes clases de trabajo y las condiciones en que se lleve a cabo, con el fin de que asignado a cada uno, un trabajo determinado, se logre que, en conjunto, todos los miembros de la cuadrilla desarrollen sus labores sin estorbarse unos a otros.
Serán responsables de que el personal a sus ordenes trabaje eficientemente y completas sus horas de servicio, debiendo vigilarlos constantemente para exigir el cumplimiento de lo anterior.
No permitirán adiciones ni modificaciones de ninguna especie a las vías, puentes, edificios, señales u otras estructuras que tengan a su cuidado, si no, es con la debida autorización de sus superiores.

Deberán informar al Ingeniero de la División de todas las construcciones, reconstrucciones, relocalizaciones, cambios, adiciones o modificaciones en las vías, puentes, edificios, señales y demás estructuras que estén siendo ejecutadas o que sea necesario ejecutar. Estos informes deberán hacerse por escrito.

En caso de descarrilamientos, deslaves, derrumbes, incendios o algún otro siniestro que impida el libre paso de los trenes, o que pongan a éstos en peligro, acudirán inmediatamente al lugar donde hayan ocurrido, haciéndose cargo de la dirección de los trabajos hasta dejar la vía expedita, para el paso de los trenes, y en caso de no estar presente el Jefe de Vía, asumirá el cargo el Supervisor del Distrito.

El Departamento de Transportes dará todas las facilidades para hacer los movimientos del equipo que se les soliciten; con el fin de dar paso a los trenes en el menor tiempo posible.
El Jefe de Vía, al llegar al lugar del accidente pedirá explicaciones al operador y a su juicio completara el informe al Jefe de Despachadores, Ingeniero de División y Superintendente así también investigara la causa del accidente, debiendo ponerse de acuerdo con el operador del tren accidentado para determinar la causa del mismo.

Dos veces al año, o sea antes y después de la temporada de lluvias, en unión del Ingeniero de División y del Sobrestante de Puentes y Edificios, recorrerán la División para inspeccionar todos los puentes y alcantarillas de la misma, rindiendo al terminar la inspección, en cada ocasión, un informe relativo a las condiciones que guarden los cimientos y estructuras de dichos puentes y alcantarillas, acompañando a la vez los presupuestos para corregir los desperfectos observados. EL mencionado informe se enviará al Jefe del Departamento de Vía y al Superintendente de División.

Seguridad estructural de rieles

Cuando el desgaste del hongo del riel origine que las cejas de las ruedas amenacen rozar las planchuelas o las tuercas de los tornillos, el riel deberá desecharse.
Los Jefes de: Vía, Supervisores y encargados del mantenimiento de vías deberán tener plantillas donde aparezca el perfil de las rodadas y cejas de las ruedas para que al hacer la inspección periódica de rieles que indica el Reglamento, sepan objetivamente cuándo debe desecharse el riel.
Cuando el desgaste alcance el 25% de la superficie del hongo, el hongo deberá desecharse.

Disposición de los rieles defectuosos.-Los rieles quitados de la vía principal o de cualquiera otra vía debido a grietas transversales y gritas compuestas, deben cortarse o romperse en pedazos no ,mayores de 8 pies de largo y considerarse como desecho (scrap). Los rieles defectuosos quitados de la vía principal, excepto los que tienen grietas transversales, grietas compuestas u otros defectos que impiden que se usen para cualquier vía, deben marcarse profundamente con una "X" con tajadera en la parte alta del riel y como a 20 centímetros de cada extremo.

Los rieles defectuosos localizados por el carro detector cuando se disponga de éste, deben ser protegidos inmediatamente después del paso del carro detector, aunque los defectos no sean visibles en la superficie del riel. Si el carro detector indicara grietas. Transversales o grietas compuestas, no se permitirá a los trenes que excedan una velocidad de 15 kilómetros por hora al pasar sobre el riel, hasta que éste sea cambiado.

Los encargados del mantenimiento de rieles deben reportar en las formas respectivas los rieles defectuosos, rotos o dañados, incluyendo los localizados por el carro detector y qué hayan sido cambiados de la vía principal.

II.5 REQUERIMIENTOS DE PERSONAS E INSUMOS

II.5.1 PERSONAL

El personal aproximadamente requerido para el proyecto durante las diversas etapas de su desarrollo es el mostrado en la siguiente tabla. El personal clasificado como mano de obra no calificada, se contratará principalmente en las localidades más cercanas con dos objetivos primordiales, el primero generar empleo en las zonas por las que pasa el eje de proyecto y con ello elevar la calidad de vida de esos trabajadores, lo que podría repercutir en un incremento en la economía en escala de los Municipios y sus localidades, y segundo que la gente contratada no tenga que transportarse en largos viajes para llegar a su trabajo.

Tabla II.5.1. Requerimiento estimado de mano de obra para el proyecto en sus distintas etapas por frente.

Etapa	Tipo de mano de obra	Tipo de empleo	
		Permanente	Temporal
Preparación del sitio	No Calificada	-	100
	Calificada	-	30
Construcción	No Calificada	-	300
	Calificada	-	100
	Especialista	-	20
Operación y mantenimiento	No Calificada	120	-
	Calificada	40	-

Cabe destacar la utilización de equipo con alta tecnología, lo que requiere no solo personal calificado sino además de personal especialista para operación de esta maquinaria, como lo es la tuneladora.

II.5.2 INSUMOS

Los insumos a requerir serán: materiales pétreos procedentes de los bancos de préstamo, energía eléctrica procedente de plantas portátiles de combustión y de la red eléctrica nacional, agua tratas procedente de pozos (pipas) de las poblaciones cercanas, combustibles procedentes de las estaciones de servicio localizadas en las poblaciones o en carreteras cercanas.

No se prevé desabasto de alguno de los insumos requeridos. La constructora deberá tramitar la autorización de impacto ambiental correspondiente de cada banco de préstamo en uso para este Proyecto, así como las demás autorizaciones a nivel estatal y municipal para el uso de estos insumos.

II.5.2.1. Agua

El proyecto requerirá para su construcción agua potable para el consumo de los trabajadores y agua cruda para las operaciones de construcción como riegos y mezclas, el agua cruda podrá obtenerse por medio del abastecimiento municipal cuyo suministro se prevé por medio de pipas ya que por ningún motivo se extraerá agua de los mantos freáticos o de cuerpos o escurrimientos de agua.

a) El agua utilizada para la obra se obtendrá de las poblaciones cercanas, será cruda como se ha mencionado y no recibirá ningún tratamiento ya que básicamente se requiere para la conformación y compactación de las terracerías
b) En el caso del agua potable para uso de los trabajadores se obtendrá de potabilizadoras cercanas y/o comprada en garrafones de 20 litros procedentes de las poblaciones cercanas.
c) En caso de ser necesario, se contratará el servicio de suministro de agua de pozos cercanos existentes y que ya cuenten con la concesión por parte de CNA, previa autorización obtenida por parte de las constructoras.
d) Los usos principales que se le dan al agua en la región son el consumo doméstico y por las actividades asociadas al turismo (agua de pozos).
e) El traslado y almacenamiento del agua cruda será en camiones tipo "pipa" de 10 000 litros. El agua necesaria para la obra prácticamente no será almacenada, porque se trasladará y utilizará inmediatamente. Sólo el agua para uso doméstico en obra se almacenará en cisternas portátiles de 5,000 litros ubicadas en los frentes de obra y en garrafones de 20 litros para el consumo de los trabajadores.

En la etapa de preparación del sitio se requiere 250 m^3/día de agua cruda, para la conformación y compactación de las terracerías. Como se mencionó anteriormente se necesitará agua para consumo humano el cual se estima en 6,500 lt/día. Para la etapa de construcción se estima 200 m^3/día de agua cruda para la preparación del concreto y de igual forma 6,500 lt/día para consumo. Posteriormente en la etapa de operación y mantenimiento se estima en 4,000 lt/día de agua potable y 3,000 lt/día de agua cruda. En la siguiente tabla se presentan las cantidades estimadas de consumo de agua para el proyecto por etapas.

Tabla II.5.2. Consumo estimado de agua en el proyecto por etapas.

Etapa	Agua	Consumo Ordinario
Preparación del sitio	Cruda	250 m^3/día
	Tratada	-
	Potable	6,500 lt/día
Construcción	Cruda	200 m^3/día
	Tratada	-
	Potable	6,500 lt/día
Operación y Mantenimiento	Cruda	3,000 lt/día
	Tratada	-
	Potable	4,000 lt/día

En II.5.2.2. Materiales y sustancias

En cantidad menor y en forma aún no específica se utilizará: cemento, cal, madera para cimbra, clavos, alambre recocido y en general material para construcción, lo más relevante es la utilización de estructuras prefabricadas. En la siguiente tabla se presentan el tipo y las cantidades estimadas de material para el proyecto.

Tabla II.5.3. Material estimado para conformar las estructura del proyecto

Material	Unidad	Cantidad
Estructuras prefabricadas	Pza	1,264
Concreto armado en obra	m^3	212,428.58
Acero	Ton	173,068.95
Material eléctrico	Km	461.93
Estructura metálica Férrea (vías)	Pza	20,210
Estructura de concreto Férrea (Durmientes)	Pza	142,654

II.5.2.3. Energía y combustibles

La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura y alumbrado para las actividades de construcción y las zonas de uso común, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna. Se requerirá de un sistema de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios.

Es importante mencionar que la tuneladora funciona mediante electricidad, por lo que la empresa constructora deberá realizar las instalaciones adecuadas para su operación.

El abastecimiento de combustible se realizará desde las estaciones de servicio ubicadas en las poblaciones localizadas cerca del trazo en los volúmenes requeridos por la propuesta Técnico-Económica planteada en la licitación de la construcción, ellos serán suministrados de acuerdo a la demanda de consumo prevista durante el avance de la obra. Cabe mencionar que el manejo y transporte de estos insumos quedará circunscrito a la observancia de los reglamentos de PEMEX y de Transporte Terrestre de la SCT inscritos en la NOM-010-SCT2-2003 y en la LGEEPA, tomando en cuenta que el volumen máximo de combustible a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina deberá ser de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX. Se recomienda que el almacenamiento sea hasta para un máximo de tres días de operación, todo ello con el fin minimizar las condiciones de riesgo. Adicionalmente se tomaran precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

Como ya se ha mencionado, los combustibles a utilizar serán básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte y almacenamiento del mismo hasta donde la maquinaria o equipo lo necesite; para ello se contemplarán sitios de almacenamiento en los patios de maniobras, almacenes o talleres donde se guarde en condiciones adecuadas de seguridad. El abastecimiento de combustible se hará en las estaciones de servicio ubicadas en los sitios cercanos a la zona del proyecto los cuales se encuentran localizados en su mayor parte sobre la carretera 200. Los volúmenes de estos combustibles requeridos en la etapa de construcción del proyecto habrán de suministrarse de acuerdo a la demanda de consumo que se tenga durante el avance de la obra y de acuerdo con los planes y programas de obra de las Empresas encargadas de la ejecución de los trabajos.

Cabe mencionar que con base en los reglamentos de PEMEX y de Transporte Terrestre de la SCT, en la NOM-010-SCT2-2003 y en la LGEEPA, se establece que el volumen máximo a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es de 20,000 litros. Adicionalmente, los lugares de expedición sólo podrán guardar gasolina en tambos de 55 galones (aprox. 206 litros) y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones; puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

II.5.2.4. Maquinaria y equipo

A continuación se enlista la maquinaria más representativa necesaria para la ejecución de la obra tomando en cuenta las experiencias en proyectos similares:

Tabla II.5.4. Principales equipos y maquinaria utilizados durante cada una de las etapas del proyecto

Máquina o Vehículo	Etapa	Número de unidades	Tiempo empleado en la obra (meses)	Horas de trabajo diario	Tipo de combustible
Tractor	Preparación y Construcción	5	24	8 hr	diesel
Cargador frontal	Preparación y Construcción	8	24	8 hr	diesel
Motoconformadora	Preparación y Construcción	3	24	8 hr	diesel
Compactador	Preparación y Construcción	4	24	8 hr	diesel
Camión de Volteo	Preparación y Construcción	14	24	8 hr	diesel
Camión pipa	Preparación y Construcción	3	20	8 hr	diesel
Grúa montada	Construcción	10	24	8 hr	diesel
Grúa telescópica	Construcción	4	12	8 hr	diesel
Maquina tuneladora	Construcción	1	24	8 hr	Electricidad

De entre la maquinaria a utilizar durante los trabajos de construcción, la maquinaria con mayores problemas de logística en cuanto a su adquisición, traslado y operación es la tuneladora la cual requerirá de equipo especial así como mano de obra especializada. La siguiente tabla muestra las características técnicas de una tuneladora.

Tabla II.5.5. Características Técnicas de Maquina T.M.B.

Características	Cantidad	Unidad
Peso	2000	Ton
Longitud	190	m
Diámetro exterior	9,9	m
Capacidad de empuje	180,000	KN
Rendimiento máximo	34	m/día
Longitud túnel excavado	4.6	Km
Potencia instalada	7900	Kw

II.6. GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN DE RESIDUOS

Como resultado de las actividades propias de la construcción en toda obra civil se debe considerar siempre la generación de residuos contaminantes inherentes al uso de maquinaria y mano de obra. A continuación mencionaremos los principales residuos que se estima se generarán en las etapas de preparación del sitio, construcción del proyecto y operación del mismo, los cuales se pueden considerar similares para estas etapas. La disposición final de estos residuos se realizará donde lo indiquen las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

II.6.1 RESIDUOS SÓLIDOS

Inicialmente se generarán residuos de origen vegetal constituidos principalmente por tocones y restos del desmonte. Es común encontrar en zonas poco perturbadas con vegetación muy densa alrededor de 500 tocones por kilómetro con diversos diámetros, los que deben ser removidos. Hoy raramente se desmonta el árbol completo con la maquinaria para movimiento de tierras, ya que se prefiere cosechar y aprovechar los árboles de la faja en forma previa. El destronque con excavadora hidráulica llega a ocupar el 11 % de los tiempos productivos del movimiento de tierras (Buckley, 1991), mientras que esta incidencia puede llegar al 20% con Bulldozer. Los residuos orgánicos producto del desmonte (maderables), se podrán donar a la población más cercana y/o a los dueños de los terrenos con el objeto de que los aprovechen; mientras que los residuos producto del despalme que conserven características adecuadas se ocuparán en etapas posteriores de la construcción de la obra para arropar taludes y recubrir áreas para minimizar afectaciones en el entorno paisajístico que estarán diseñadas para el mejoramiento del suelo y reforestación.

Hay que resaltar que la mayor parte del trazo se encuentra ubicado sobre derecho de vía de infraestructura existente, es decir a un costado de líneas de transmisión de energía eléctrica y de carretera federal. Considerando además que solo se tendrá un derecho de vía de 16m para alojar las estructuras a construir, el desmonte será mínimo y por consiguiente la generación de residuos de origen vegetal menor.

Los residuos sólidos urbanos producidos por los trabajadores (residuos domésticos) se depositarán en contenedores con tapa, que serán ubicados en los frentes de trabajo, de acuerdo al tipo de residuo con las etiquetas de orgánico e inorgánico. Su disposición final se realizará en forma periódica donde la autoridad local lo determine, con el fin de evitar la aparición de fauna nociva, en todo caso la constructora podrá contratar un servicio privado para la recolección y disposición final de los RSU pero siempre deberá cumplir con la legislación local.

Entre los Residuos Sólidos que se generarán como resultado de la estancia de los trabajadores en la obra serán: papel, empaques de cartón, bolsas y envases de plástico, latas de fierro y aluminio, vidrio, residuos orgánicos, etc. Estos residuos se dispondrán en contenedores de 200 litros rotulados y con tapa en cantidad suficiente y se almacenarán temporalmente en los patios de maquinaria y talleres, disponiéndose semanalmente en algún basurero municipal autorizado. Considerando un factor de generación de residuos de 0.45 kg/persona/día. En la siguiente tabla se presentan las cantidades estimadas de residuos sólidos urbanos generados en proyecto por año.

Tabla II.6.1. Generación estimada de Residuos Sólidos Urbanos en el proyecto en sus distintas etapas por frente.

Etapa	Personal	RSU Ton/año
Preparación del sitio	100	16.425
	30	4.9275
Construcción	300	49.275
	100	16.425
	20	3.285
Operación y mantenimiento	120	19.71
	40	6.57

Los residuos de manejo especial son aquellos que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos. Este sentido los residuos de manejo especial generados por el proyecto serán los sobrantes por los cortes, desperdicios o sobrantes de concreto; los cuales se colocará en el banco de desperdicio que tenga contemplado la constructora.

Es importante mencionar que debido a que se tendrán elementos prefabricados, que serán elaborados en sitios lejanos a la zona de proyecto y bajo procedimientos constructivos rigurosos en instalaciones donde se asegura la calidad de las estructuras, de tal forma que no se generan demasiados residuos o excedentes de materiales e insumos.

Otra fuente de residuos sólidos domésticos serán los dejados por los usuarios del proyecto en la etapa de operación. Normalmente, estos consisten en papel, latas de aluminio, restos de alimentos, bolsas de plástico, etc., los cuales tendrán que ser recogidos periódicamente y depositados según las autoridades correspondientes lo establezcan.

En cuanto a Residuos Peligrosos, se prevé la generación de: latas o recipientes de plástico (con residuos de pintura, solventes, aceites o lubricantes, anticongelantes, etc.); papel, cartón, estopas y plásticos impregnados con grasas y aceites; filtros para aire, aceite o combustible de las máquinas; baterías para linternas o aparatos eléctricos, etc. Estos residuos se consideran como peligrosos de acuerdo con: el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos y las normas NOM-SEMARNAT-052-2005, y NOM- SEMARNAT-053-1993. Estos Residuos también se almacenarán temporalmente en los patios de maquinaria y talleres durante un periodo de 3 a 5 meses para que posteriormente una empresa autorizada por la SEMARNAT se encargue de la recolección y disposición definitiva de dichos materiales; todo lo anterior de acuerdo con la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como a las normas NOM-003-SCT-2000 y NOM-011-SCT2-2003.

En cualquier caso, la generación de residuos peligrosos será mínima; se estima que podrá ser entre 60 y 70 kg/mes. Estos residuos serán de materiales de operación o de mantenimiento de maquinaria, mismos que desde su generación se les proporcionará el manejo adecuado según

la legislación y normatividad vigente y tal y como se detalla en el Capítulo VI de este documento.

II.6.2 RESIDUOS LÍQUIDOS

La principal fuente de líquidos no peligrosos es el agua de consumo humano; ésta tiene 3 usos diferentes: la utilizada para beber que debe ser potable, la requerida para la higiene y la que se genera por el manejo de excretas. Dada la naturaleza del uso, las dos últimas necesariamente utilizan fundamentalmente agua cruda.

Respecto al agua de limpieza e higiene, aun cuando su volumen puede ser importante (100 litros/día/ trabajador), esta deberá tener un manejo especial por parte de la empresa especializada en la recolección y disposición de residuos[2]. Respecto al agua de los desechos humanos, como ya se ha mencionado, en los frentes de obra se instalarán sanitarios portátiles en un número adecuado para dar satisfacción a la demanda de los empleados, y la empresa que provea el servicio, deberá hacerse cargo de brindar un constante mantenimiento a estos equipos. De acuerdo con lo anterior no se prevé el uso de alguna planta o sistema de tratamiento de aguas residuales en el sitio.

En la parte correspondiente al drenaje superficial se contempla la construcción de pendientes adecuadas para desalojar el agua de la carpeta de rodamiento y con ello reducir la posibilidad de derrapes en la carpeta de rodamiento, así como las obras complementarias de drenaje como alcantarillas, bordillos y cunetas convencionales para este tipo de proyectos con objeto de permitir el libre flujo de los arroyos intermitente. Además de lo anterior, la obra como tal no tendrá descargas de aguas residuales.

En cuanto a los residuos industriales líquidos se prevé que para proteger el suelo por derrames accidentales de combustibles y aceites en los talleres serán construidas planchas de concreto con cárcamos o depósitos para recoger los derrames y disponerlos adecuadamente. En las reparaciones y mantenimiento de maquinaria se van a recoger los aceites usados en charolas que serán vaciadas en tambos de 200 litros los que a su vez serán almacenados temporalmente hasta que se acumule una cantidad suficiente para que una compañía autorizada y contratada para la recolección retire y dé tratamiento y disposición de estos residuos peligrosos.

[2] Al final del manejo de los residuos la empresa contratada para tal fin expedirá un documento que avale el correcto manejo y disposición de los residuos.

II.7. IDENTIFICACIÓN DE LAS POSIBLES AFECTACIONES AL AMBIENTE QUE SON CARACTERÍSTICAS DE (LOS) TIPOS(S) DE EMISIONES

Se sabe que durante la construcción se van a generar polvos en casi todas las actividades, los cuales eventualmente son dispersados por el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. También van a producir emisiones a la atmósfera la maquinaria para la construcción o montajes de los viaductos.

Por la naturaleza del proyecto la construcción del sistema ferroviario es destinado al traslado de personas mediante un tren eléctrico autopropulsado. En este sentido se tendrá una reducción de emisiones contaminantes derivadas de la adopción del "TREN TOLUCA-VALLE DE MÉXICO". Durante la operación de la vía férrea, la única actividad relevante será el tránsito del ferrocarril, los cuales no generan un emisión de gases de efecto invernadero de forma directa, más sin embargo la generación de la energía eléctrica a nivel país, para la operación del tren, si genera emisiones contaminantes pero no en el sitio de operación, si no en el punto de generación eléctrica que puede estar en regiones muy apartadas del sitio de consumo, por lo que las afectaciones por emisiones tiene carácter global.

La realización del proyecto traerá consigo la reducción de los vehículos/Km de transporte público y privado, ya que la demanda antes mencionada será atendida por un sistema de transporte ferroviario eléctrico no contaminante. La siguiente tabla muestra una estimación aproximada de la reducción de emisiones contaminantes vehiculares con la operación del tren.

De acuerdo con los datos proporcionados por la Encuesta Origen Destino 2007, de 22 millones de viajes que se llevan a cabo diariamente en la ZMVM, poco más de dos terceras partes se realiza en transporte público. La siguiente tabla muestra en resumen las emisiones del transporte público de pasajeros en la ZMVM. [3]

Tabla II.7.1. Emisiones del transporte público y uso particular en la ZMVM

Zona Metropolitana del Valle de México [t/año]								
	PM10	**PM2.5**	**SO_2**	**CO**	**NO_x**	**COT**	**COV**	**NH_3**
Total transporte público ZMVM	715	513	113	490,767	68,464	47,007	43,532	1,170
Total uso particular ZMVM	816	397	209	729,333	61,772	114,283	109,052	2,793

La siguiente tabla muestra las emisiones por pasajero transportado considerando los autos particulares y autobuses de transporte público.

[3] Fuente: Inventario de Emisiones de la ZMVM-2010.

Tabla II.7.2. Contribución de emisiones por pasajero transportado y tipo de tecnología en la ZMVM

Tipo de vehículo	Tecnología	Emisiones [mg/km-pasajero]			
		PM10	PM2.5	NOX	COV
Autos particulares	Sin control de emisiones	20	11	1,149	4,399
	Convertidor catalítico de 2 y 3 vías	12	6	740	805
Autobuses	Aspiración natural (año/modelo 93 y anteriores)	17	16	316	79
	Adecuaciones mecánicas para cumplir estándares de emisión EPA 94	5	4	258	59
	Adecuaciones mecánicas para cumplir estándares de emisión EPA 98	5	4	207	59

A partir de los datos anteriores se realizó un análisis, considerando la distancia recorrida por el proyecto así como la oferta; es decir el número de pasajeros anuales que se transportarán mediante el proyecto. Por lo que se estimó la reducción de emisiones contaminantes; las siguientes tablas muestran la disminución porcentual de emisiones contaminantes.

Tabla II.7.3. Estimación porcentual de emisiones contaminantes por autos particulares

Concepto (Ton/año)	2012	2018	2047
PM10	3%	4%	6%
PM2.5	4%	4%	7%
NOX	3%	3%	5%
COV	2%	5%	8%

Tabla II.7.4. Estimación porcentual de emisiones contaminantes por autobuses

Concepto (Ton/año)	2012	2018	2047
PM10	5%	6%	10%
PM2.5	6%	7%	12%
NOX	2%	2%	3%
COV	1%	1%	1%

Estos beneficios se generan al momento entrar en operación el proyecto, por ser un medio de transporte con cero emisiones de contaminantes, ya que se considera la operación de un sistema eléctrico.

Como principales modificaciones al ambiente se tendrá el retiro y reubicación de vegetación, el retiro de suelo, cambios en la condición de naturalidad del entorno, reubicación de fauna, y afectación al paisaje. Tanto los impactos como las medidas de mitigación son explicados a detalle en los Capítulos V y VI de este estudio.

CAPÍTULO III

VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES Y EN SU CASO CON LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 5

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES 6

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (PND) 6
III.1.2 PROGRAMA DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES 2013-2018 8

III.2. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO ESTATAL, MUNICIPALES Y LOCALES 10

III.2.1. VINCULACIÓN CON PLANES DE DESARROLLO A NIVEL ESTATAL Y REGIONAL 10
III.2.1.1. PLAN ESTATAL DE DESARROLLO URBANO DEL ESTADO DE MÉXICO 10
III.2.1.2. PLAN DE DESARROLLO DEL ESTADO DE MÉXICO 2011-2017, REGIÓN XIII TOLUCA, PROGRAMA REGIONAL 2012-2017. 12
III.2.1.4. PROGRAMA GENERAL DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL 21

III.2.2 PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO A NIVEL MUNICIPAL 22
III.2.2.1. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE LERMA 22
III.2.3.2. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE METEPEC 31
III.2.2.3. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE SAN MATEO ATENCO 37
III.2.2.4. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DEL MUNICIPIO DE OCOYOACAC 41
III.2.2.5. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE TOLUCA. 50
III.2.2.6. PLAN MUNICIPAL DE DESARROLLO URBANO DE ZINACANTEPEC 56

III.2.3. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL 61

III.2.3.1. PROGRAMA DELEGACIONAL DE DESARROLLO URBANO DE LA DELEGACIÓN ÁLVARO OBREGÓN. 61
III. 2.3.2. PROGRAMA DE DESARROLLO URBANO DE LA DELEGACIÓN CUAJIMALPA DE MORELOS 67
III. 2.3.3 PROGRAMA PARCIAL DE DESARROLLO URBANO DE LA "ZONA SANTA FE" DE LOS PROGRAMAS DELEGACIONALES DE DESARROLLO URBANO PARA LAS DELEGACIONES ÁLVARO OBREGÓN Y CUAJIMALPA DE MORELOS. 75

III.3 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ÁREAS DE INTERÉS ECOLÓGICO 85

III.3.1. VINCULACIÓN CON POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO 85
III.3.1.1. VINCULACIÓN CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO GENERAL DEL TERRITORIO (POEGT) 85
III.3.1.2. VINCULACIÓN CON EL MODELO DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE MÉXICO (MOETEM) 93
III.3.2.3. VINCULACIÓN CON EL PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO REGIONAL DEL TERRITORIO DE LA ZONA METROPOLITANA DEL VALLE DE TOLUCA (POET DE LA ZMVT) 111
III.3.2.2. VINCULACIÓN CON PROGRAMA GENERAL DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL DISTRITO FEDERAL (PGOET) 127
III.3.2. VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS 139
III.3.2.1. PARQUE NACIONAL INSURGENTE MIGUEL HIDALGO Y COSTILLA (CONOCIDO COMO LA MARQUESA) 141
III.3.2.2. VINCULACIÓN CON EL PARQUE ECOLÓGICO TURÍSTICO Y RECREATIVO ZEMPOALA-LA BUFA (PARQUE OTOMÍ-MEXICA) 154
PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL PARQUE ECOLÓGICO, TURÍSTICO Y RECREATIVO ZEMPOALA-LA BUFA, DENOMINADO PARQUE ESTATAL "OTOMÍ-MEXICA". 154

III.3.2.3. VINCULACIÓN CON EL PARQUE ESTATAL SANTUARIO DEL AGUA Y FORESTAL SUBCUENCA TRIBUTARIA RÍO SAN LORENZO 161
PROGRAMA DE CONSERVACIÓN Y MANEJO DEL ANP ESTATAL SANTUARIO DEL AGUA Y FORESTAL SUBCUENCA TRIBUTARIA RÍO SAN LORENZO 161
III.3.3. ZONAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL 166
III.3.3. VINCULACIÓN CON ÁREAS DE INTERÉS ECOLÓGICO 173

III.4 CUMPLIMIENTO DE LAS REGULACIONES EN MATERIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS) 179

III.4.1. LEYES Y REGLAMENTOS A NIVEL FEDERAL 179
III.4.1. LEYES Y REGLAMENTOS A NIVEL FEDERAL 179
LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE (LGEEPA) 179
III.4.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. (LGFS) 184
III.4.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. (LGVS) 184
III.4.4. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR) 185
III.4.5. LEY DE AGUAS NACIONALES (LAN) 188
III.4.4 LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS 191
III.4.6. REGLAMENTOS 192
III.4.6.1. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (RLGEEPAIA) 192
III.4.12 REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES (RLAN) 197
III.4.11 REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS 198
VINCULACIÓN CON LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES 199
III.4.8. LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL (LADF) 199
III.4.9. LEY DE AGUAS DEL DISTRITO FEDERAL 202
III.4.10. REGLAMENTO DE LA LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL (RLADF) 203
III.4.11. REGLAMENTO DE LA LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL (RLADF) 204
III.4.12. CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO 205
III.4.13 CÓDIGO DE LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO 207
III.4.14. REGLAMENTO DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO 207
III.4.15. REGLAMENTO DEL LIBRO CUARTO DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO. 209
III.4.16. LEY DEL AGUA PARA EL ESTADO DE MÉXICO 212
III.4.17. LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO FEDERAL 213

REGLAMENTO DE LA LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO FEDERAL. 216

III.5. NORMAS REGULATORIAS 218

III.5.1. NORMAS OFICIALES MEXICANAS 218
III.5.2. NORMAS ESTATALES 220
III.5.3. NORMAS DEL DISTRITO FEDERAL 222
III.5.2.2. NORMA DE ORDENACIÓN DEL D.F. 225

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo, se desarrolla con base en el fundamento del Artículo 13 del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental, en donde se establece que la Manifestación de Impacto Ambiental deberá contener el Punto III Vinculación con los instrumentos de planeación y ordenamientos jurídicos aplicables; por lo tanto tiene como finalidad establecer la congruencia del proyecto con las pautas y estrategias que se establecen en los diferentes instrumentos normativos y de planeación vigentes, que aplican en el área del proyecto, lo que permitirá definir la viabilidad jurídica y normativa en materia de impacto ambiental del mismo.

Para la elaboración de éste capítulo se estudian diferentes instrumentos de planeación por los que tiene incidencia el proyecto, así como la legislación y normatividad aplicable, todos en los ámbitos federal, estatal y municipal. El objetivo central de este análisis es el de conocer y cumplir lineamientos que deberán ser observados en la ejecución del proyecto.

III.1 VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS SECTORIALES

En este apartado se describen de forma detallada la forma en la que se articula el proyecto con las políticas públicas contenidas en diversos planes y programas sectoriales, así como la concordancia con los usos de suelo autorizados y el desarrollo sustentable, contemplando la protección y preservación del patrimonio natural ambiental de la Nación.

III.1.1 PLAN NACIONAL DE DESARROLLO (PND)

(Publicado en el DOF el 20 de Mayo del 2013)

El Plan Nacional de Desarrollo es, primero, un documento de trabajo que rige la programación y presupuestación de toda la Administración Pública Federal. De acuerdo con la Ley de Planeación, todos los Programas Sectoriales, Especiales, Institucionales y Regionales que definen las acciones del gobierno, deberán elaborarse en congruencia con el Plan. Asimismo, la Ley de Planeación requiere que la iniciativa de Ley de Ingresos de la Federación y el Proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación compaginen con los programas anuales de ejecución que emanan de éste. Se estructura como se ilustra en la **Figura III.1.**



Figura III.1. Esquema general del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018.

Fuente: Tomado del PND 2013-2018.

Dentro de la Meta "IV. México Prospero" en la parte de Diagnóstico, referente a la "Infraestructura del transporte y logística", se establece que el Sistema Ferroviario Nacional (SFN) está compuesto de 26,727 km de vías férreas de los cuales el 18% está fuera de operación. En lo que se refiere al servicio de pasajeros, sólo se cuenta con el Tren Suburbano

de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y algunos trenes turísticos. Por otra parte, la movilidad urbana en las ciudades mexicanas debe mejorar ya que existe una alta tasa de motorización, expansión urbana con baja densidad y en algunos casos no se cuenta con la suficiente infraestructura de transporte urbano masivo. En este también se establece que la calidad de la infraestructura en algunos de los casos es baja y la conectividad del país debe incrementarse. Según los resultados de la Consulta Ciudadana, el 32% de los participantes consideró prioritario invertir en carreteras y el 29% en redes ferroviarias. De acuerdo con el Foro Económico Mundial, por la calidad de su infraestructura actualmente México se encuentra en el lugar 65 de una muestra de 144 países, debajo de naciones con desarrollo similar, como Uruguay y Chile, entre otros. Siendo necesario potenciar la inversión en este sector, lo que se traducirá en mayor crecimiento y productividad, para lo cual se requiere incrementar la participación privada. En este mismo sentido en el PND se establece que una economía que quiere competir a nivel mundial necesita contar con una infraestructura que facilite el flujo de productos, servicios y el tránsito de personas de una manera ágil, eficiente y a un bajo costo. Una infraestructura adecuada potencia la capacidad productiva del país y abre nuevas oportunidades de desarrollo para la población.

Por lo anterior dentro del Punto "IV.2. Plan de acción: eliminar las trabas que limitan el potencial productivo del país", se establece también que se debe contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica y que genere una logística más dinámica. Esto se traduce en líneas de acción tendientes a ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos del transporte, mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia, promover un mayor uso del transporte público en sistemas integrados de movilidad, así como garantizar más seguridad y menor accidentalidad en las vías de comunicación. Asimismo, se buscará propiciar una amplia participación del sector privado en el desarrollo de proyectos de infraestructura a través de asociaciones público-privadas. Estableciendo retos principales entre los que se destacan y relacionan con el Proyecto los siguientes: i) la liberación de derecho de vía es un obstáculo para concluir con rapidez los proyectos estratégicos; ii) la falta de coordinación entre operadores ferroviarios genera ineficiencias; iii) el estado físico de las vías y la falta de doble vía en sitios estratégicos, entre otros factores, limita la velocidad del sistema ferroviario; iv) muchas de las ciudades del país no cuentan con sistemas de transporte urbano masivo de calidad.

La Meta VI.4 de México Próspero, establece una serie de objetivos, que cuentan con Estrategias y Líneas de Acción, el Objetivo 4.9 que consiste en "Contar con una infraestructura de transporte que se refleje en menores costos para realizar la actividad económica", cuenta con la Estrategia 4.9.1. Modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia; en donde las líneas de acción en el sector ferroviario son:

- Construir nuevos tramos ferroviarios, libramientos, acortamientos y relocalización de vías férreas que permitan conectar nodos del Sistema Nacional de Plataformas Logísticas.
- Vigilar los programas de conservación y modernización de vías férreas y puentes, para mantener en condiciones adecuadas de operación la infraestructura sobre la que circulan los trenes.
- Promover el establecimiento de un programa integral de seguridad estratégica ferroviaria.

En este mismo sentido y dentro del Objetivo Primordial de Proyecto, se encuentran también Líneas de Acción relativas al Transporte Urbano Masivo, como la siguiente:

- Mejorar la movilidad de las ciudades mediante sistemas de transporte urbano masivo, congruentes con el desarrollo urbano sustentable, aprovechando las tecnologías para optimizar el desplazamiento de las personas.

Concordancia del Proyecto con las Metas y Objetivos del Plan Nacional de Desarrollo:

Con base en lo anteriormente descrito sobre lo incluyente en el PND respecto a Proyectos Ferroviarios como el que nos atañe, se puede establecer que el objetivo principal del Proyecto se encuentra en "Concordancia" con el PND en cuanto a disminuir los tiempos de traslado entre dos ejes metropolitanos de gran importancia en el Centro del País (Toluca - Cd. de México), además de que con su implementación se estaría fortaleciendo la infraestructura ferroviaria dedicada a la movilidad masiva de personas en la región central de México. Adicionalmente este tipo de transporte reduce en un buen porcentaje impactos al ambiente como las emisiones contaminantes a la atmósfera y el nivel de ruido provocado por los vehículos sobre todo cuando se concentran en puntos de conflicto.
Dado lo anterior, el Proyecto es "Congruente" con las Metas, Objetivos y Líneas de Acción establecidas en dicho plan relativo a Infraestructura Ferroviaria.

III.1.2 PROGRAMA DE INVERSIONES EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSPORTE Y COMUNICACIONES 2013-2018

Es importante señalar que este Programa de Inversiones, se presentó el 15 de julio de 2013 por el presidente de la Republica como un adelanto de lo que será el Plan Nacional de Infraestructura. Se hace mención en este Capítulo, con el objeto de que esta autoridad observe que el presente Proyecto Ferroviario está contemplado dentro de las políticas y lineamientos de inversión en la ampliación de Proyectos de este tipo como medios de transporte masivo.

Dicho Programa de Inversiones contempla cinco líneas de acción enfocadas a modernizar, ampliar y conservar la infraestructura de comunicaciones y transportes, entre la que se encuentra la línea de "Ferrocarriles", la cual pretende retomar el transporte ferroviario de

pasajeros e incentivar un mayor uso de los trenes de carga. Entre los 13 proyectos dentro de este rubro, se destaca la construcción de tres trenes de pasajeros (**México-Toluca**, México-Querétaro y Mérida-Punta Venado), lo que implicaría una inversión de 92,000 millones de pesos.

Adicionalmente también es importante mencionar que dicho Programa cuenta con 3 Estrategias Transversales, en donde se puede destacar la Estrategia 2 "Gobierno Cercano y Moderno", la cual establece un canal digital de comunicación con los ayuntamientos del país. Que más mexicanos cuenten con programas de inclusión digital. Un país bien comunicado acerca el Gobierno a los ciudadanos. Asimismo, se establece la visión de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, en donde se establecen Objetivos a lograr en el sector, dentro del cual mencionan que se debe "Retomar el transporte ferroviario de pasajeros para elevar la calidad de vida de la población", mediante el Compromiso del Desarrollo del Proyecto Estratégico "CG-263 Construir el Tren Interurbano México - Toluca. Primera etapa Distrito Federal – México".

Concordancia del Proyecto:
Cabe señalar que el Gobierno Federal y su Secretaría de Comunicaciones y Transportes presenta ya una buena perspectiva dentro de sus políticas de inversión considerando que es importante la construcción de Infraestructura Ferroviaria que optimice los sistemas de traslado de la población entre centros urbanos de importancia en la Región Centro de México, siendo el Proyecto en comento congruente con las líneas de acción del Programa de Inversiones.

III.2. VINCULACIÓN CON PLANES Y PROGRAMAS DE DESARROLLO ESTATAL, MUNICIPALES Y LOCALES

En el presente apartado se describen de manera detallada la forma en la que se articula el proyecto con las políticas contenidas en los diversos planes y programas de desarrollo urbano, así como la concordancia con los usos de suelo previstos y su aprovechamiento sustentable, contemplando la protección y preservación del patrimonio a nivel regional.

A continuación se presentan los Planes y Programas de Desarrollo Urbano aplicables al Proyecto del Tren Ferroviario en el Estado de México.

III.2.1. VINCULACIÓN CON PLANES DE DESARROLLO A NIVEL ESTATAL Y REGIONAL

III.2.1.1. Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México

Publicado en el Periódico Oficial Gaceta del Gobierno del Estado de México el 11 de junio de 2003, modificado el 19 de mayo de 2008.

El Plan Estatal de Desarrollo Urbano es el instrumento rector en materia de ordenamiento territorial que establece las estrategias territoriales para orientar el desarrollo urbano y regional en la entidad. Este instrumento se actualizó en 2003, con la formulación de un nuevo Plan con horizonte al año 2020, que fue aprobado y publicado el 11 de junio de ese año, en la Gaceta del Gobierno del Estado de México.

Objetivos y políticas

Objetivos

A partir del análisis sistémico de las variables físico-geográficas de la entidad y del análisis de la situación actual, urbana y socioeconómica, así como en respuesta a la problemática detectada y en congruencia con los niveles superiores de planeación, se definen como objetivos del Plan Estatal de Desarrollo Urbano, los siguientes:

A. Estructurar y ordenar el territorio para tener ciudades competitivas y regiones de desarrollo, orientando el crecimiento a las zonas más aptas para usos urbanos, de

acuerdo a las condiciones naturales del territorio y a una factibilidad para dotarlas de infraestructura, equipamiento y servicios.

B. Fortalecer la infraestructura estratégica de la Entidad, fundamentalmente la relacionada a las comunicaciones, agua potable, drenaje y energía eléctrica, como detonadora del desarrollo socioeconómico de la entidad.

Políticas

Las políticas de desarrollo urbano y sus consecuentes estrategias y programas se desprenden de un análisis de la situación actual, de los objetivos del presente Plan y de los lineamientos que establece el Plan de Desarrollo del Estado de México 2005-2011; enfocados a ajustar el ordenamiento del territorio y conducir el futuro crecimiento de la población con criterios que promuevan el desarrollo económico, el equilibrio regional, el impulso del equipamiento social y la sustentabilidad del medio ambiente. En las siguientes líneas se presentaran las siguientes estrategias que resultan aplicables al proyecto del Tren Ferroviario.

Estrategias sectoriales

Modernización y Ampliación de los Sistemas de Infraestructura y Equipamiento

La disponibilidad de servicios en la cantidad y calidad requeridos, constituye una condición para sustentar el desarrollo regional y para orientar el desarrollo urbano. El propósito consiste en incrementar la cantidad y calidad de la infraestructura y el equipamiento, para integrar el Estado, apoyar el aparato productivo y atender las necesidades básicas de la población.

En este sentido, se dará prioridad a la dotación de infraestructura y servicios que demandará el impulso al desarrollo económico y urbano de las diferentes regiones; especialmente en cuanto a redes carreteras, transporte masivo, así como infraestructura hidráulica, de saneamiento y eléctrica.

Para ampliar, mejorar y modernizar la cobertura de la infraestructura y los equipamientos de carácter regional, en estrecha vinculación con las estrategias de ordenamiento territorial y urbano, se plantea en lo general:

- Implantar sistemas de transporte masivo en zonas críticas, así como mejorar los niveles de calidad y atención en los diversos modos del transporte público de pasajeros.

Modernización de los sistemas de enlaces y comunicación

Los sistemas carretero, vial, de transportes y de comunicaciones constituyen elementos fundamentales para el ordenamiento territorial.

En consecuencia y tomando como base el sistema de ejes de desarrollo estructuradores propuestas en esta Estrategia de ordenamiento territorial de este Plan, la estrategia en esta materia plantea ampliar y modernizar la estructura vial, tanto a nivel regional, como a nivel intraurbano.

En este sentido podemos citar la siguiente estrategia que resulta congruente con el Proyecto del Tren Ferroviario.

Transporte

En los ámbitos inter e intraurbano, se debe poner especial énfasis en el transporte público masivo, así como en las relaciones entre los diferentes modos de transporte. Es necesario también, considerar el papel crecientemente importante de las telecomunicaciones, que pueden sustituir, con ventaja, algunos de los flujos de personas y de información actuales.

En cuanto a la planeación y ampliación de los servicios esta estrategia plantea:

- Desarrollar, en coordinación con las autoridades federales, proyectos de trenes suburbanos en las dos zonas metropolitanas del Estado y entre ellas, así como sistemas de transporte público articulados con autobuses que circulen en carriles confinados en vialidades primarias.

Vinculación con el Proyecto Ferroviario

De lo anterior podemos ver que el Proyecto del Tren Ferroviario es congruente con este Plan Estatal de Desarrollo Urbano, pues dentro de sus objetivos, políticas y estrategias está contemplado un sistema de transporte masivo como el propuesto en este estudio de impacto ambiental, por lo que no se contrapone en ningún sentido. Por el contrario, ayudara a conseguir las metas trazadas en el mismo, toda vez que agilizará el traslado de la población en esta región, así como mejorará la calidad de vida de sus habitantes e incrementará su capacidad económica.

III.2.1.2. Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017, Región XIII Toluca, Programa Regional 2012-2017.

Publicado en la Gaceta del Gobierno el 13 de septiembre de 2012.

Al inicio de la gestión del actual gobernador constitucional del estado de México fue realizado el Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017. A través de un diagnóstico honesto, responsable y profundo fueron identificados los principales desafíos que enfrenta el Estado de México, por lo que se crearon los Programas de Desarrollo Regional 2012- 2017, con

el objetivo de detonar un conjunto de estrategias y acciones en beneficio de la totalidad de los municipios que conforman dicha entidad.

El *Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017* establece las directrices para alinear las acciones y esfuerzos gubernamentales bajo una visión integral, no obstante la diversidad política, los perfiles y la distintiva vocación económica de cada región y municipio. Para alcanzar un progreso equitativo, se propone promover proyectos administrativos, productivos y sociales que respondan a las características de la Región XIII Toluca.

En este sentido, el *Programa de la Región XIII Toluca 2012-2017* constituye el medio fundamental para garantizar una eficaz Política de Desarrollo Territorial, además de consolidar un Gobierno Solidario, un Estado Progresista y una Sociedad Protegida, pilares que se encuentran en vías de instrumentación mediante las estrategias y líneas de acción precisadas en el *Plan de Desarrollo 2011-2017,* en concordancia con los objetivos primordiales de la presente gestión: i) consolidarse como un Gobierno Municipalista, ii) establecer una Gestión Gubernamental que genere Resultados y iii) alcanzar un Financiamiento para el Desarrollo.

La Región XIII Toluca se encuentra integrada por los municipios que se enlistan a continuación: (i) Almoloya de Juárez, (ii) Almoloya del Río, (iii) Calimaya, (iv) Metepec, (v) Mexicaltzingo, (vi) Chapultepec, (vii) Rayón, (viii) San Antonio la Isla, (ix) Tenango del Valle, (x) Texcalyacac, (xi) Toluca y (xii) Zinacantepec.

Usos de suelo

A excepción de Metepec, donde 58% de la superficie es urbana, en los municipios de la Región XIII Toluca predominan los usos no urbanos. Es por ello que cuatro quintas partes de la superficie total son consideradas con usos mayoritariamente agropecuarios. En este sentido, cabe señalar que Metepec, Toluca y Almoloya del Río presentan los porcentajes de usos urbanos más altos. En consecuencia, se pueden considerar rurales la mayor parte de los municipios de la Región XIII.

Objetivos de la Región XIII Toluca

De Los objetivos señalados en el presente instrumento de planeación urbana a continuación se presentan los siguientes objetivos que por su naturaleza encuadran al diseño, creación y operación del proyecto del Tren ferroviario.

En seguida se presentan las estrategias con sus respectivas tablas, en las que se señalan las estrategias y líneas de acción contenidas en este instrumento de planeación urbana y desarrollo, las cuales resultan aplicables al Proyecto del Tren Ferroviario.

Estrategias

Sobre el particular en las siguientes líneas, se citan las estrategias contenidas en este Plan de Desarrollo relacionadas con el sector de servicios de transporte público, vías de comunicación.

Panorama Territorial

El Gobierno del Estado de México se ha trazado como uno de sus objetivos el disminuir las emisiones a la atmosfera en esta región, lo cual se podrá cumplimentar con un servicio de transporte masivo que ayude a la población en mejorar la calidad de vida de sus habitantes con una reducción del tiempo de traslado hacia la Ciudad de México y regionalmente. Lo anterior lo podemos ver en el siguiente objetivo.

> **Objetivo 1.** Lograr un crecimiento urbano ordenado de la Región XIII Toluca que logre respetar las Áreas Naturales Protegidas y las zonas de productividad agrícola, fomentando nuevos esquemas de colaboración regional.

A continuación se presenta la siguiente tabla en la cual se aprecian las estrategias contempladas y las líneas de acción en el presente instrumento de planeación urbana que resultan aplicables al proyecto del Tren Ferroviario.

Tabla III.2.1 Estrategia y líneas de acción del objetivo Panorama Territorial que resultan aplicables al proyecto del Tren Ferroviario.

Estrategia	Descripción de la estrategia
Estructurar un sistema de ciudades equilibrado, en el que Toluca funja como centro de negocios metropolitano, y Metepec, Zinacantepec y Tenango como subcentros regionales.	Consolidar el centro y los subcentros urbanos con la finalidad de disminuir tanto los viajes inter e intrarregionales como los tiempos de traslado.
Líneas de acción	
• Construir la infraestructura vial inter e intrametropolitana. • Construir nuevos espacios públicos.	

Estado Progresista

El Gobierno del Estado de México se ha planteado como uno de sus objetivos el mejorar el sistema de transporte público en esta región, el cual favorecerá a su población mejorando su calidad de vida en la reducción del tiempo de traslado en esta región. Asimismo con el

Proyecto Ferroviario se pretende impulsar regionalmente la economía, pues existirá un flujo más viable entre los habitantes del Estado de México y el Distrito Federal, tal y como se aprecia a continuación.

Objetivo 1. Promover una economía que genere condiciones de competitividad en la Región XIII Toluca.

Tabla III.2.2 Estrategia y líneas de acción del objetivo Estado Progresista que resultan aplicables al proyecto del Tren Ferroviario.

Estrategia	Descripción de la estrategia
Fortalecer el transporte público para facilitar la movilidad de los mexiquenses.	Disminuir los tiempos de transporte de la población para elevar la productividad de la mano de obra, mejorar las condiciones de vida de la población y facilitar la convivencia familiar.
Líneas de acción	
Promover, en coordinación con otros niveles de gobierno y entidades federativas, el desarrollo de transporte público masivo entre los valles de Toluca y de México, en la modalidad de tren suburbano, con ramales dentro de la Región XIII Toluca, definiendo y en su caso adquiriendo de antemano los derechos de vía requeridos a largo plazo.	

De todo lo anterior se puede concluir que el Proyecto del Tren Ferroviario resulta acorde a los objetivos y estrategias contemplados en el Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017, Región XIII Toluca, Programa Regional 2012-2017, en virtud de que este corresponde a un sistema de transporte masivo que impulsará el desarrollo económico de la región, así como que mejorará la calidad de vida de los habitantes del Estado de México, al disminuir el tiempo de traslado al Distrito Federal y conectar económicamente dichas entidades federativas.

Vinculación con el Proyecto Ferroviario

Después del análisis realizado, se puede observar que las metas trazadas en el citado instrumento de desarrollo, se ha programado la construcción de un tren suburbano que ayude a consolidar económicamente esta región, así como que facilite el transporte de sus habitantes, por lo que el proyecto en análisis resulta congruente con este instrumento.

III.2.1.2.1 Plan de Desarrollo del Estado de México 2011-2017, Región VII Lerma, Programa regional 2012-2017.

Publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 13 de septiembre de 2013.

En este sentido, el *Programa de la Región VII Lerma 2012-2017* constituye el medio fundamental para garantizar una eficaz Política de Desarrollo Territorial, además de consolidar un Gobierno Solidario, un Estado Progresista y una Sociedad Protegida; pilares que se encuentran en vías de instrumentación mediante las estrategias y líneas de acción precisadas en el *Plan de Desarrollo 2011-2017,* en concordancia con los objetivos primordiales de la presente gestión: i) consolidarse como un Gobierno Municipalista, ii) establecer una Gestión Gubernamental que genere Resultados y iii) alcanzar un Financiamiento para el Desarrollo.

En este sentido los municipios que integran esta región comprenden i) Atizapán, ii) Calpuhuac, iii) Lerma, iv) Ocoyoacac, v) Otzolotepec, vi) San Mateo Atenco, vii) Temoaya, viii) Tianguistenco, ix) Jalatlaco y x) Xonacatlán.

Objetivos regionales

De los objetivos regionales contenidos en este Plan de Desarrollo, podemos citar el siguiente objetivo regional, el cual resulta aplicable al Proyecto Ferroviario, pues una de sus estrategias es la de fomentar un sistema de transporte inter e intra metropolitano, que facilite la movilidad de la población de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT). En este sentido un servicio de transporte masivo como el propuesto en este estudio de impacto ambiental, resulta congruente con el presente instrumento, toda vez que con él se va a contribuir en mejorar la calidad de vida de esta región de la población del Estado de México.

Panorama territorial

Objetivo 1. Lograr un crecimiento urbano ordenado y sustentable en la Región VII Lerma, basado en el ordenamiento y consolidación de las zonas urbanas así como en el respeto y cuidado tanto del medio ambiente y las zonas agrícolas de alta productividad como de las zonas de recarga acuífera.

A continuación se muestra la siguiente tabla que contiene las estrategias, líneas de acción y metas, del presente objetivo, y que resultan congruentes con el Proyecto del Tren Ferroviario.

Tabla III. 2.3. Estrategias, líneas de acción y metas contenidas en el objetivo 1, Panorama Territorial.

Estrategias	Líneas de acción	Metas
Fomentar sistemas modernos de transporte público inter e intrametropolitano para facilitar la movilidad de la población de la ZMVT, así como disminuir las emisiones contaminantes al medio ambiente por fuentes móviles.	Ordenar, regularizar y transformar el parque vehicular de transporte público	Programa de Ordenación, Regulación y Transformación del Transporte Público (2015).

Vinculación con el Proyecto Ferroviario

Del contenido de este Programa Regional así como de sus objetivos trazados podemos ver que resulta congruente con el Proyecto del Tren Ferroviario pues se busca tener en esta región una consolidación de la zona urbana con mejores servicios, el fomento de un sistema de transporte inter e intra metropolitano que facilite la movilidad de su población. En este sentido, el proyecto ayudara a cumplir sus metas trazadas en el presente instrumento.

III.2.1.3. Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca

Publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 9 de agosto de 2005

El Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca (PRDUVT) abarca 22 municipios metropolitanos que conforman la Región del Valle de Toluca (RVT), propone una nueva estructura urbano-regional, establece objetivos, políticas y estrategias específicas y define obras y acciones de alcance regional.

Propósitos del Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca.

El presente plan que se rige por los siguientes principios, Principios de Equidad, sustentabilidad, competitividad y desarrollo regional.

Desarrollo regional, se pretende establecer un proceso de desarrollo regional y metropolitano que dé lugar a una conformación territorial que de soporte a la integración social y económica de la Región del Valle de Toluca. Coadyuvando a fortalecer el federalismo respondiendo a las demandas sociales para una distribución más equitativa de oportunidades entre los municipios y grupos sociales, mediante la distribución adecuada de:

- **A.** Población y actividades en el territorio.
- **B.** Uso, ocupación y utilización del suelo regional y metropolitano.
- **C.** La infraestructura y el equipamiento.

Objetivos

De acuerdo a lo planteado en él diagnóstico y en congruencia con niveles superiores de planeación, se pretende alcanzar los siguientes objetivos en el desarrollo urbano y regional de la Región del Valle de Toluca:

Para contrarrestar la dispersión, aumentar la eficacia de la operación urbana y lograr una mejor calidad de vida, reitera un esquema radial de estructuración y crecimiento de la Zona conurbada de Toluca, que aproveche los principales corredores viales de la ciudad, los ejes industriales, que parten de Toluca a Lerma y de Toluca a Atlacomulco y los ejes de servicios que parten de Toluca a Zinacantepec y de Toluca a Xonacatlán y de Toluca a Metepec – Mexicalcingo – San Antonio la Isla como eje de comercio y servicios y su liga al sur del Estado.

Para consolidar las tendencias existentes, se promoverá que estos corredores alojen sistemas masivos de transporte público, una mezcla intensiva de usos de suelo y altas densidades de

ocupación. Por su carácter industrial y/o de servicios, ayudarán a impulsar el desarrollo económico de la Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca en condiciones competitivas con los Tratados de Libre Comercio y facilitarán la dotación de servicios a la población. Asimismo, permitirán reducir los tiempos de traslado a los destinos más importantes de trabajo y recreación y podrá asegurar una relación más directa de las zonas urbanas con las áreas rurales.

Determinación de políticas, estrategias y Programas

Políticas

El presente Plan Regional consagra ciertas Políticas encaminadas al cumplimiento de su objeto, por lo que a continuación citaremos las que resultan aplicables al Proyecto del Tren.

Políticas sectoriales:

Se definen con una política de consolidación al desarrollo industrial y de servicios regionales a los ejes Toluca-Lerma, Toluca-Atlacomulco y a la conurbación Santiago Tianguistenco-Capulhuac-Jalatlaco, Atizapán.

Estrategias sectoriales

A continuación se presentan las siguientes estrategias contempladas en el presente instrumento de planeación urbana que se refieren a vialidades que resultan aplicables al proyecto Ferroviario.

Vialidad

- *Vialidades Regionales Estructuradoras* Se plantean Circuitos y Libramientos, que junto con las vialidades radiales permitirán una mejor estructuración vial del territorio.
- *Transporte* Se propone la conformación de un sistema integral de transporte urbano y suburbano en la región, construyendo terminales alternas de transporte foráneo a la única existente.

Mediante este planteamiento, se podrán reordenar y articular adecuadamente los modos de transporte urbano y sus rutas en toda la Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca, a la vez que se coadyuvará a aliviar las presiones de congestionamiento de tránsito que padece la metrópoli, en virtud de la concentración de actividades que se registra en la única terminal de autobuses, ubicada en un lugar no propicio para las ligas carreteras y rebasada por el número de viajeros que atiende, lo que afecta sensiblemente la estructura vial y urbana de toda la Zona Metropolitana del Valle de Toluca.

Así mismo se plantean a largo plazo una serie de trenes suburbanos que correrán a lo largo de las vialidades radiales, de los circuitos y libramientos.

Metas y proyectos estratégicos

Región del Valle de Toluca (Periferia Metropolitana)

Es de suma importancia para el ordenamiento territorial de la Región del Valle de Toluca, la realización de un estudio para definir un sistema integral de reordenación transporte urbano y suburbano, planteando de inicio la construcción de terminales alternas de transporte foráneo, para que en congruencia con la estructura vial prevista, permita garantizar un tráfico más fluido y optimizar los tiempos de recorrido.

Zona Metropolitana de Toluca (Zona Conurbada)

El estudio coadyuvará determinantemente en la resolución del ordenamiento urbano de la Zona Metropolitana Conurbada del Valle de Toluca, si se prevén localizaciones funcionales para las nuevas terminales de pasajeros foráneos al poniente y al norte y la readecuación de la actual, así como una Estación Multimodal en la zona nororiente así como construir otra terminal en Tianguistenco y programas de transporte masivo aprovechando fundamentalmente los pares viales y los corredores potenciales de impulso propuestos para crear sistemas troncales.

Con respecto al transporte masivo, deberá considerarse el proyecto del tren suburbano, en particular en su tramo Toluca-Lerma, ya que transitará sobre el corredor industrial del Paseo Tollocan y que en una primera etapa correrá de la estación del ferrocarril de la Ciudad de Toluca, hasta las instalaciones del Outlet Lerma, con una longitud de 11 kilómetros y que beneficiará a una población de un millón de personas de los municipios de Toluca, San Mateo Atenco y Lerma.

Vinculación con el Proyecto Ferroviario

Del contenido de este Plan Regional de Desarrollo Urbano del Valle de Toluca se puede concluir que existe una necesidad real de integrar social y económicamente la zona metropolitana del Valle de Toluca, dotándola de servicios públicos de calidad. Por lo anterior la implementación del Proyecto Ferroviario es viable socioeconómicamente, toda vez que dentro de los objetivos, políticas y estrategias se tiene contemplado la construcción de un tren suburbano que conecte esta región del país, lo que facilitará a alcanzar las metras trazadas en su contenido.

III.2.1.4. Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal

Publicado en la Gaceta de Gobierno el 31 de diciembre de 2003

El Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, en su nueva versión, se constituye en un instrumento indispensable para orientar el desarrollo urbano y el ordenamiento territorial, como expresión de la voluntad de la ciudadanía para la aplicación transparente de los recursos públicos disponibles, en un marco de acción coordinada entre las distintas instancias a quienes corresponde operarlo. Asimismo, se convierte en factor fundamental para promover y estimular la participación de todos los agentes sociales interesados en mejorar la capacidad productiva del Distrito Federal.

El Programa General, como instrumento normativo establece la zonificación primaria del Distrito Federal, fija las políticas públicas y estrategias de un proyecto de ciudad con tratamiento a corto, mediano y largo plazos, y determina los ejes fundamentales para que, en el contexto de un desarrollo equilibrado, se contenga el crecimiento desordenado y se asegure la protección ambiental en un marco de efectiva coordinación interinstitucional.

En este sentido, a continuación se presentan las siguientes estrategias contenidas en este Programa General, que resultan aplicables al Proyecto del Tren, pues sus metas son congruentes al verse reflejadas entre sí.

Estrategia de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Territorial

Ordenamiento del Territorio Megalopolitano y Metropolitano

Organización de las comunicaciones y el transporte

Con base en los compromisos adquiridos por el Poder Ejecutivo Federal en el Plan Nacional del Desarrollo en materia de política social y económica, se deberá avanzar en la integración del territorio nacional como parte del proceso de reversión del patrón de:

- Evitar el flujo de transporte de largo recorrido y de tránsito de paso por la Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y mejorar su eficiencia.

Región Centro de México (RCM)

- Corresponderá al gobierno federal en coordinación con los estados y los poderes locales, constituir un sistema vial y de transporte que propicie la inserción favorable de la RCM en el proceso de mundialización, contribuyendo al desarrollo endógeno, aumentando las opciones de movilidad de personas y mercancías.

- Emplear el sistema ferroviario y carretero como estructurador del espacio regional e impulsor del crecimiento urbano encauzándolo hacia las nuevas áreas de urbanización, dentro y fuera del Valle de México.

Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM)

- Disminuir el congestionamiento al interior de la ZMVM con apoyo de transporte ferroviario y carretero periférico, desviando los flujos regionales de mercancías y pasajeros a través de centros de transferencia externas.
- Mejorar la eficiencia del transporte público en el DF y su relación con la ZMVM, y racionalizar y reducir el uso del automóvil individual, promoviendo en su lugar el mejoramiento y utilización del Sistema de Transporte Público.
- Mejorar la estructura vial metropolitana que permita realizar viajes interzonales de largo recorrido por derechos de vía exclusivos.

Vinculación

De las anteriores políticas y en particular las estrategias descritas en este Instrumento, se aprecia que el proyecto Ferroviario es congruente con sus disposiciones, pues se tiene contemplado como una de sus metas el crear un sistema ferroviario como estructurador del espacio regional. Asimismo con dicho medio de transporte eficiente se logrará conectar el DF, con la ZMVM y lograr así un polo regional de crecimiento.

III.2.2 PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO A NIVEL MUNICIPAL

En este apartado se describirán las zonificaciones y políticas de los planes y programas municipales del Estado de México, por los que incidirá el Proyecto del Tren.

III.2.2.1. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Lerma

Aprobado mediante publicación en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 7 de noviembre de 2003, fe de erratas 5 de abril de 2004 y 6 febrero de 2009. Modificado parcialmente 19 de noviembre de 2010, fe de erratas 21 de septiembre de 2011.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano, es el instrumento técnico – jurídico que en cuestiones de planeación urbana, determinará los lineamientos aplicables al ámbito municipal y promoverá el Desarrollo Sustentable del Municipio de Lerma, en coordinación con las autoridades federales y estatales correspondientes.

Este Plan pretende ser el documento que dé respuesta a las necesidades sociales y económicas de la población, en cuestiones instrumentos urbanos, principalmente en lo referente a: usos de suelo, equipamiento, proyección de centros poblacionales, protección al

medio ambiente, entre otros; con la finalidad de poder establecer los lineamientos claros que proyectarán el desarrollo económico y social de los habitantes del municipio.

Objetivos

Objetivos generales

A continuación se mencionan los objetivos contenidos en este instrumento de planeación urbana que resultan aplicables al Proyecto Ferroviario.

Mejoramiento

Ordenar la estructura urbana del municipio, para disminuir el deterioro de los asentamientos humanos en infraestructura habitacional, vial y de servicios públicos. Desarrollando medios de comunicación que permitan un tránsito rápido y seguro a los habitantes; asimismo, dotar de servicios públicos al mayor número de lermenses posible, para brindarles la seguridad de que sus demandas son atendidas de manera expedita; así como establecer los mecanismos suficientes que permitan ofrecer certeza jurídica en la tenencia de la tierra.

Crecimiento

Proyectar un crecimiento urbano planeado y ordenado, aprovechando las diferentes aptitudes regionales del municipio, con la finalidad de atraer inversiones, generando polos de desarrollo adecuados a cada sector de la población.

Políticas

A continuación se mencionan las siguientes políticas de este instrumento de planeación urbana que se vinculan con el Proyecto del Tren Suburbano.

Políticas de ordenamiento urbano

Tienen la finalidad de controlar y mejorar las condiciones del territorio, ordenándolo de acuerdo a las potencialidades de cada centro de población, además colaboran al buen funcionamiento del municipio, conduciéndolo a un crecimiento y equilibrio urbano.

Es necesario que estas se orienten a regular el crecimiento de los asentamientos humanos hacia lugares idóneos, que además cuenten con las características para ser dotadas de equipamiento, infraestructura y servicios que se requieran. Así como instrumentar políticas de control en zonas no aptas para este fin, especificando las restricciones en los usos de suelo e implementar mecanismos de supervisión constante para contrarrestar este fenómeno; en conjunto estas acciones deben integrar mejor la imagen urbana del Municipio.

Al respecto y en relación al proyecto del Tren, resultan aplicables al caso concreto las siguientes políticas sectoriales, las cuales tienen como objetivo el desarrollo regional tanto de

la población en el ámbito económico. En este sentido con el proyecto Ferroviario ayudara al crecimiento de económico del municipio, pues facilitara el traslado de su población a otros municipios, inclusive al Distrito Federal, mejorando la calidad de los servicios públicos en beneficio de la sociedad.

Políticas sectoriales

A continuación se citan las siguientes políticas sectoriales del presente plan de desarrollo urbano que resultan aplicables al Proyecto del Tren Ferroviario.

Construcción, ampliación y conservación del equipamiento regional

A. Expandir y conservar los equipamientos de tipo regional, con la finalidad de convertir al Municipio en un polo de desarrollo urbano.
B. Mejoramiento de los servicios públicos urbanos y regionales para integrar las redes y sistemas de infraestructura y equipamiento.
C. Efectuar acciones a nivel regional, en coordinación con los tres ámbitos de gobierno e iniciativa privada, para el mejoramiento de los servicios públicos en beneficio de la sociedad.
D. Elaborar obras para la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las redes, equipos y sistemas de los servicios públicos.

Coordinación intersectorial

Reestructurar la comunicación y traslado de personas, bienes y productos, que traerán consigo las vialidades en construcción, con lo que se verá beneficiada la expansión y distribución del ramo industrial y comercial.

Estrategias

El Proyecto Ferroviario tiene una interrelación con las siguientes estrategias, pues el objetivo de dicho proyecto es potencializar regionalmente la economía de los municipios por los que atravesara. Asimismo se busca dotar a la población de un servicio eficiente de transporte el cual conectará al Estado de México con el Distrito Federal, disminuyendo las horas de traslado para la población de ambas entidades federativas.

Es de resaltarse que dentro de las estrategias citadas a continuación, podemos ver que se tiene contemplado la creación de un "Tren Interurbano Toluca – Lerma – Interlomas – Naucalpan", pues lo que se busca es conectar estratégicamente dicha región y potencializar económicamente a esta población.

Ubicación y papel del municipio en el sistema de ciudades

La ubicación del Municipio a nivel nacional, estatal y regional destaca por las potencialidades suficientes para intervenir en el crecimiento económico, tanto por las oportunidades de empleo, como en el desarrollo de la vivienda y la progresión industrial que posee.

Estrategias de ordenamiento urbano.

Se establecerá una estructura vial regional e interurbana que articule funcional y eficazmente el territorio con los municipios periféricos, para lo cual será indispensable la construcción de vialidades regionales, primarias y secundarias, así como el mejoramiento y conservación de las existentes.

Las siguientes estrategias contenidas en este Plan de Desarrollo, resultan aplicables al Proyecto del Tren, pues en ellas se contempla el mejoramiento de la estructura vial, sistemas de transporte eficientes, así como la creación de un Tren Interurbano, pues se tiene programado agilizar esta región y conectar económicamente al Estado de México y el Distrito Federal, por lo que le proyecto resulta acorde al Plan.

Regionales de integración metropolitana

Los proyectos regionales que se han gestado, ofrecen una posibilidad para aumentar las actividades económicas y mejorar la calidad de vida de la población, viéndose está reflejada en sus ingresos y por la oferta de empleos.

Estructura vial y sistemas de transporte en zonas urbanas y urbanizables.

Es necesario crear una estructura vial capaz de fluir rápidamente, al mismo tiempo de ser funcional y eficiente para el transporte; por ello es necesario coordinarse con el gobierno estatal, quien tiene programado lo siguiente:

Proyectos de transporte

Tren Interurbano Toluca – Lerma – Interlomas – Naucalpan. Este proyecto es tal vez uno de los más importantes debido al flujo de personas que existe en este recorrido; el tren disminuiría notablemente la contaminación del lugar, además de tocar lugares estratégicos.

A continuación se muestra la incidencia del Proyecto Ferroviario, respecto de la zonificación aplicable del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma, Estado de México.

Tabla III.2.4. Zonificación y usos por las que cruzara el Proyecto Ferroviario con relación al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma, Estado de México

Uso General	Cadenamientos de incidencia (Km)		Clave de Zonificación
	Inicio (km)	Final (km)	
Los usos permitidos son los dedicados a gaseras, gasolineras, instalaciones para la recreación y los deportes, parques y jardines, instalaciones para la seguridad pública procuración de la justicia, terminales e instalaciones para el transporte, instalaciones para la compra-venta de materiales de desecho, extracción de minerales no metálicos, agricultura, ganadería, especies no incluidas en el inciso anterior, servicios de apoyo a la agricultura, ganadería y silvicultura, así como la captación y distribución de agua e instalaciones en general.	**18+772** **20+680**	**19+100** **21+460**	**AG AP Agropecuario de alta Productividad**
Habitacional mezclado con oficinas, bancos, establecimientos de productos y servicios básicos y especializados, establecimientos de materiales y apoyo a la construcción, comercios especializados en compra, renta y reparación de vehículos, mercados, centros de abasto, bodegas y depósitos múltiples con o sin venta directa al público, centros comerciales, establecimientos con servicio de alimentos sin venta de bebidas alcohólicas, servicios de salud, equipamientos educativos, instalaciones para espectáculos, para recreación y deporte ,áreas verdes, instalaciones para el transporte, manufactura de productos generales, alimenticios y de tabaco, instalaciones de comunicaciones, servicios de apoyo a la agricultura, ganadería y silvicultura e instalaciones en general.	**19+100** **20+180**	**19+645** **20+392**	**CU 200A Centro Urbano Densidad 200**
Este centro urbano se considera como la zona de concentración de servicios que permitirán consolidar la función del Municipio como prestador de comercio y	**22+060** **22+580**	**22+564** **23+080**	**CUR Centro Urbano Regional**

Uso General	Cadenamientos de incidencia (Km)		Clave de Zonificación
	Inicio (km)	Final (km)	
servicios de carácter regional.			
Habitacional mezclado con comercio y servicio de cobertura básica y especializados; establecimientos con servicio de alimentos sin venta de bebidas alcohólicas y de moderación, equipamientos de educación, cultura, recreación, deportes, comercio y servicios, instalaciones para la seguridad pública y procuración de justicia, cementerios, manufactura de productos de maíz y trigo, molinos de semillas, chiles y granos, así como actividades relacionadas al sector primario y obras de infraestructura.	**23+080**	**23+800**	**H.500.A Habitacional Densidad 500**
De acuerdo al artículo 7.5 del Libro Quinto del Código Administrativo del Estado de México, la infraestructura vial primaria estará a cargo del Estado y la infraestructura local, de los municipios.	**20+392** **22+564**	**20+397** **22+580**	**Vialidad Primaria**
Habitacional mezclado con comercio y servicio de cobertura básica y especializados; establecimientos con servicio de alimentos sin venta de bebidas alcohólicas y de moderación, equipamientos de educación, cultura, recreación, deportes, comercio y servicios, instalaciones para la seguridad pública y procuración de justicia, cementerios, manufactura de productos de maíz y trigo, molinos de semillas, chiles y granos, así como actividades relacionadas al sector primario y obras de infraestructura.	**23+080**	**23+800**	**H 500 A**

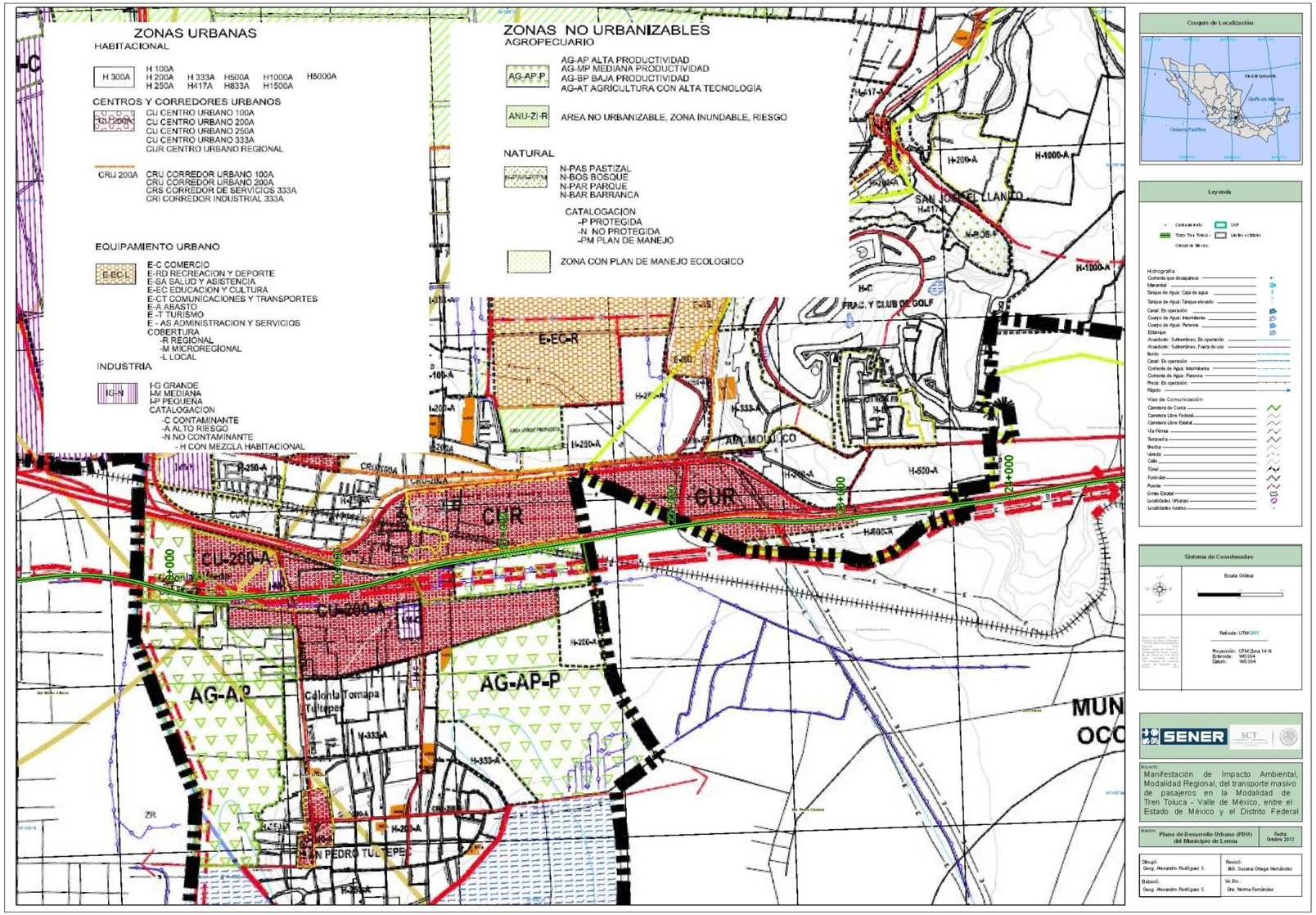


Figura III.2.1. Zonificación del municipio de Lerma, según el Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Lerma y ubicación del Proyecto Ferroviario en relación a la zonificación.

En la siguiente Tabla podemos ver la vinculación jurídica del Proyecto Ferroviario, respecto de las políticas y zonificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma, Estado de México, que le resultan aplicables.

Tabla III.2.5. Vinculación del Proyecto Ferroviario, con relación al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Lerma, Estado de México.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de uso	Vinculación con el proyecto
AG AP Agropecuaria de Alta Productividad	**18+772 al 19+100** **20+680 al 21+460**	Estas zonas se destinarán como espacios abiertos de aprovechamiento agrícola; en las cuales se permite una vivienda cada 10,000 m^2 y solo se permitirán las subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 6000 m^2 de superficie y un frente mínimo de 50 metros lineales. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 3 metros y 1 nivel. Deberá dejarse como mínimo el 90% de la superficie del lote sin construir.	El Proyecto Ferroviario no se contrapone con esta norma, en virtud de que su construcción atañe a un viaducto elevado. No considera en ninguna de sus etapas la construcción de viviendas. Por lo tanto, no hay alguna prohibición o restricción para su emplazamiento. Como parte de las medidas para atenuar los impactos, se ejecutarán acciones de reforestación en espacios libres dentro del D.V. de la CFE utilizando especies de bajo porte para que no interfieran con la red eléctrica. En las estaciones del tren, se acondicionaran áreas jardinadas y en la ladera de la Barranca Tacubaya se harán acciones de revegetación de la ladera.
CU 200 A Centro Urbano Densidad 200	**19+100 al 19+645** **20+180 al 20+392**	Se tendrá una densidad neta máxima de 50 viv/hab y se permite la instalación de usos comerciales y de servicios de cobertura básica y media. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 120 m^2 de superficie y un frente mínimo de 7 metros lineales. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 9 metros y 3 niveles. Deberá dejarse como mínimo el 30% de la superficie del lote sin construir y una superficie máxima construida equivalente a 2.1 veces la superficie del lote.	El Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación sobre un viaducto elevado, por lo que la presente zonificación no resulta aplicable, tampoco incluye disposiciones con las que el Proyecto contravenga este precepto, por lo que se considera que es congruente. El proyecto tiene contemplada la construcción de una estación y dos talleres para dar mantenimiento a las unidades en esta zonificación, la cual no prohíbe la implementación de infraestructura, debiéndose respetar los niveles y dimensiones señalados en esta norma. Cabe señalar que se implementarán todas las medidas precautorias con el objeto de evitar cualquier contaminación o emisiones contaminantes al ambiente
CUR Centro Urbano Regional	**22+060al 22+564** **22+580 al 23+080**	Se permite la instalación de usos comerciales y de servicios de cobertura regional y media. Se	En virtud de que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación que servirá para dar servicio de transporte público

Zonificación	Cadenamiento	Norma de uso	Vinculación con el proyecto
		podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 300 m^2 de superficie y un frente mínimo de 16 metros lineales. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 15 metros y 5 niveles. Deberá dejarse como mínimo el 30% de la superficie del lote sin construir y una máxima construida equivalente a 3.5 veces la superficie del lote.	masivo y que se conducirá por esta zonificación por viaducto elevado no existe alguna prohibición o restricción con este precepto. Asimismo esta zonificación presenta una vocación que permite la construcción de infraestructura por lo que no se contrapone con su fin. Además de que se respetaran las disposiciones establecidas en dicha zonificación, por lo que el Proyecto resulta congruente con el presente lineamiento
Vialidad Primaria	**20+392 al 20+397** **22+564 al 22+580**	Superficie de terreno, que se requiere para la construcción, conservación, reconstrucción, ampliación, protección y en general, para el uso adecuado de una vía de comunicación y/o de sus servicios auxiliares, y que es, por lo tanto, un bien de dominio público sujeto a este tipo de bases. Vialidad Primaria: 21 metros	Aunque el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo, que se conducirá por un viaducto elevado, la presente zonificación no se contrapone con su emplazamiento, toda vez que no incluye restricciones y/o prohibiciones que así lo indiquen, adicionalmente el diseño del Proyecto incidirá en menor porcentaje en el derecho de vía de las vialidades; es importante mencionar que en paralelo se están gestionando los trámites correspondientes para la anuencia necesaria del municipio, por lo que el proyecto no se contrapone con este lineamiento.
H.500.A Habitacional Densidad 500	**23+080 al 23+800**	Se tendrá una densidad neta máxima de 15 viv/hab y se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 300 m^2 de superficie y un frente mínimo de 20 metros lineales. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 6 metros y 2 niveles. Deberá dejarse como mínimo el 50% de la superficie del lote sin construir y una máxima construida equivalente a 1.0 veces la superficie del lote.	La presente zonificación no resulta aplicable con el Proyecto Ferroviario que correrá en viaducto elevado, ni tampoco menciona alguna restricción para el emplazamiento de este tipo de infraestructura por lo que el Proyecto Ferroviario no contraviene con dicha zonificación.

Conclusión

De lo anterior se puede concluir que el Proyecto Ferroviario no encuentra prohibición o restricción alguna en las zonificaciones que establece el PDU del Municipio de Lerma. Por lo que resulta congruente con los lineamientos aplicables, toda vez de que se trata de una vía de comunicación que se conducirá por viaducto elevado, con lo que este tipo de infraestructura resulta más ventajosa que una terrestre al ocupar menos espacio construido a nivel de suelo, pues se pueden ocupar los espacios en áreas verdes, recreativas o de esparcimiento.

En adición a lo anterior, el presente Proyecto Ferroviario resulta congruente con este Plan Municipal, en virtud de que se tiene programado la construcción de un tren inter urbano, que conecte el Estado de México con el Distrito Federal.

III.2.3.2. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Metepec

Aprobado mediante publicación en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 29 de septiembre de 2003, modificado el 9 de diciembre de 2008, Fe de Erratas 7 de septiembre de 2011, 14 de marzo de 2012 y 2 de agosto de 2013.

Objetivos

De entre los objetivos que tiene el presente Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Metepec (PMDU), es el de proponer una estructura vial articulada y un sistema de transporte funcional, que mejore la movilidad y conectividad metropolitana e intramunicipal y logre la integración de zonas urbanas, urbanizables y de preservación.

Asimismo se busca dar un desarrollo urbano sustentable bases para la interrelación con la infraestructura, equipamiento, servicios públicos y medio ambiente, a través de un marco de coordinación interinstitucional, en la integración de un proceso urbano integral y dinámico, mediante le diseño e implementación de políticas públicas que permitan fortalecer el papel motor y coordinador del desarrollo del municipio.

Políticas

A continuación se presentan las siguientes políticas contempladas en el PMDU que resultan aplicables al proyecto del Tren.

Las políticas implementadas dentro del municipio de Metepec se pueden dividir en dos grandes grupos: la primera tiene que ver con las políticas de ordenamiento urbano y la segunda hace referencia a las políticas sectoriales.

Las primeras tienen como objetivo, consolidar el uso del suelo con base en su vocación y potencialidad. Por otra parte, las políticas sectoriales atienden a los componentes del

desarrollo urbano, así como a las aportaciones de otros sectores para el desarrollo integral del municipio.

Políticas Sectoriales

Las políticas sectoriales se refieren tanto a aquellos componentes que integran el sector desarrollo urbano, como aquellas que correspondiendo a otros sectores de la administración pública inciden y se manifiestan en el territorio municipal constituyendo redes de servicio, equipamiento y actividades, que en su caso se integran al desarrollo urbano.

Construcción, Ampliación y Conservación de la Infraestructura

Sistema de Transporte Público

- Concebir al transporte desde una perspectiva sistémica y metropolitana.
- Establecer un sistema de transporte público que logre una conectividad intra e intermunicipal, además de mejorar la movilidad en el municipio.
- Promover un sistema de transporte público cuyas características sean la eficiencia, la funcionalidad, la seguridad y bajo en emisión de contaminantes.
- Coordinar con la autoridad competente las acciones para la gestión del sistema de transporte, a fin de resolver problemas propios del sistema, como los derroteros poco legibles y funcionales, los tiempos de espera y recorrido, los costos, la renovación y operación de unidades, entre otros.
- Mejorar la infraestructura y equipamiento necesario para el buen funcionamiento del transporte público.

En este sentido es de mencionarse que el objeto del proyecto del Tren Ferroviario es la de crear un transporte eficiente que conecte el Estado de México y el Distrito Federal, buscando el crecimiento económico regional de dicha zona, así como mejorar la calidad de vida de los habitantes de dichos municipios. Por lo anterior se puede decir que dichas políticas son acordes con la naturaleza de dicho proyecto.

Estrategias

La estrategia general establece consolidar al municipio de Metepec de acuerdo con su vocación de nodo de desarrollo comercial, turístico y artesanal, con servicios y equipamientos de impacto regional, basándose en un esquema de espacios y corredores verdes que contribuyan a su desarrollo sustentable y mejoren su imagen, en el contexto del Sistema Urbano de la Región del Valle de Toluca.

Para ello se requiere la mejora, ampliación o consolidación de elementos estratégicos como son: redes de infraestructura, conectividad, imagen urbana, medio ambiente, vivienda y compatibilidad de usos de suelo, desde una visión sistémica, para darle mayor funcionalidad urbana, que sea sólida y pertinente a las necesidades de su dinámica económica y social.

Por lo anterior, se dice que con la ejecución del Proyecto Ferroviario y sus obras asociadas ayudara a conseguir las estrategias trazadas en dicho PMDU, tal y como se menciona líneas abajo.

Estructuración vial (conectividad vial regional)

En la vialidad regional, se considera tanto, la que comunica con otras zonas del estado, constituyéndose en carreteras y autopistas; como aquella de carácter metropolitano, que comunica con otros municipios, puede constituir circuitos y forma parte de un sistema metropolitano, operado por la Junta de Caminos de la Secretaría de Comunicaciones.

De lo mencionado líneas arriba, en la siguiente tabla se describe la zonificación y políticas del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del Municipio de Metepec que resultan aplicables al proyecto Ferroviario.

Tabla III. 2.6. Usos por los que cruzara el Proyecto Ferroviario de acuerdo a la zonificación y usos del Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Metepec.

Uso General	Cadenamiento de cruce del proyecto		Zonificación
	Inicio (km)	Final (km)	
Habitacional, oficinas, servicios financieros, comercio de productos y servicios básicos, comercio de productos y servicios especializados, comercio de materiales para la construcción venta y/o renta de equipo para la construcción, comercio para la compra, venta, renta, depósito de y para vehículos y maquinaria en general, reparación y servicio de vehículos y maquinaria, centros comerciales, expendio con servicio de alimentos sin bebidas alcohólicas. Solo de moderación, expendio con servicio de alimentos y venta de bebidas alcohólicas y de moderación, estaciones de servicio, gasolineras, centros de consultorios sin hospitalización, hospitales y sanatorios, educación elemental y básica, educación media básica, educación media superior, educación superior e instituciones de investigación, educación artística y de oficios, instalaciones religiosas, centros de espectáculos, culturales y recreativos, instalaciones para los deportes, instalaciones para la recreación, clubes e instalaciones campestres, parques y jardines, instalaciones hoteleras, instalaciones asistenciales, instalaciones para la seguridad pública y procuración de justicia, funerarias y velatorios, estacionamientos, **terminales e instalaciones para el transporte,** instalaciones de comunicación, torres o sitios celulares denominados radiobases, instalaciones en general.	**9+843**	**14+449**	**CRU.200.B Corredor Urbano**

De acuerdo con lo anterior en la Figura III.2.2, se muestra de forma ilustrativa la ubicación del Proyecto Ferroviario en la Zonificación CRU 200 B según el PDU del Municipio de Metepec; cruzando por dicho municipio en una longitud de 4.606 Km.

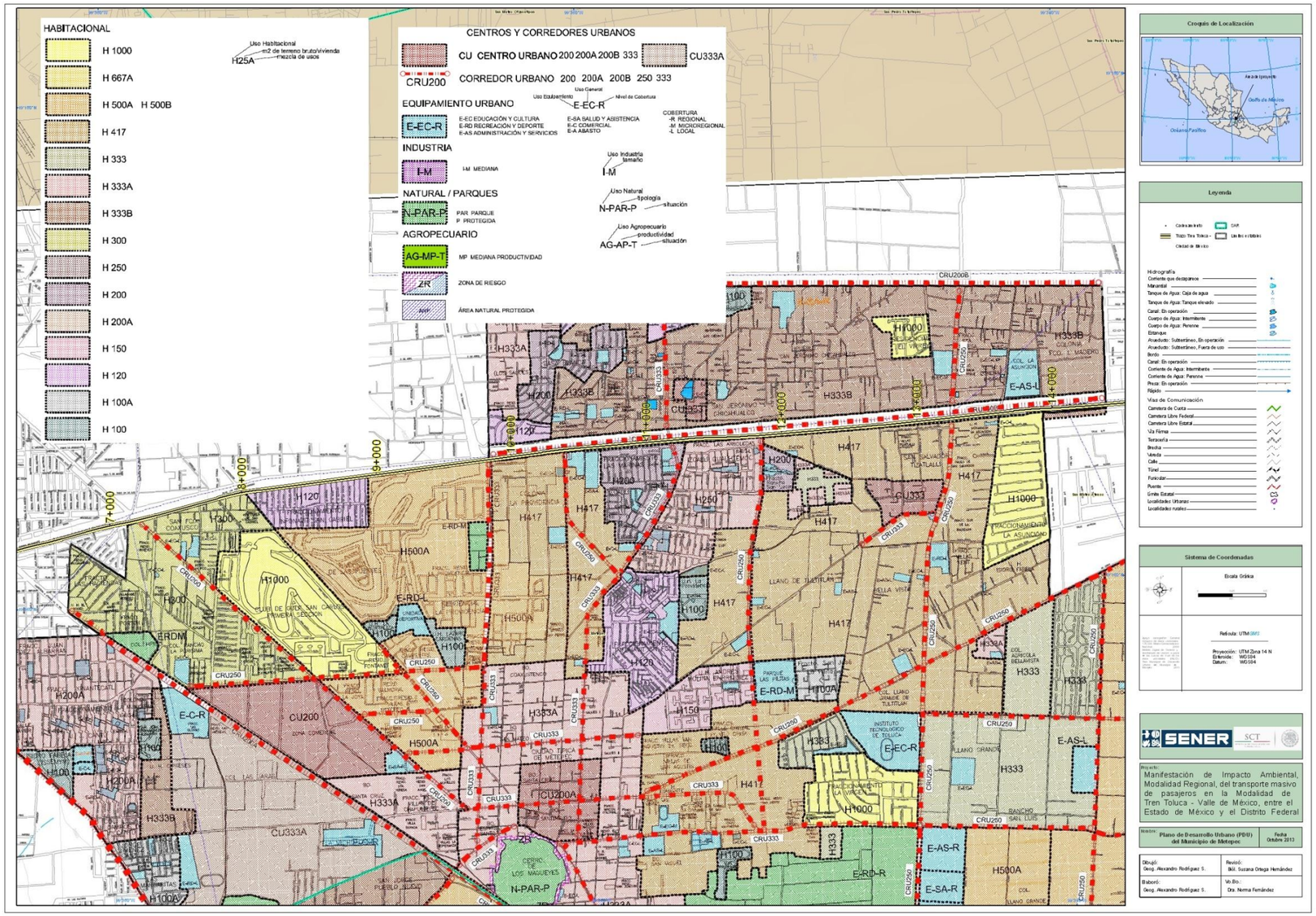


Figura III.2.2. Zonificación del municipio de Metepec, según el Plan municipal de Desarrollo Urbano y ubicación del Proyecto en este Municipio.

En la siguiente tabla se muestra la vinculación jurídica del proyecto Ferroviario, con respecto a la zonificación y normas del Plan Municipal de Desarrollo Urbano que le resultan aplicables.

Tabla III. 2. 7. Vinculación jurídica con la zonificación y normas de ordenación por las que cruza el Proyecto Ferroviario, con respecto al Plan Municipal de Desarrollo Urbano del municipio de Metepec.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de uso	Vinculación
CRU.200.B Corredor Urbano	9+843 al 14+449	Instalaciones en general antenas, torres y mástiles de más de 30 mts. plantas, estaciones y subestaciones eléctricas.	El Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte masivo, el cual correrá en viaducto elevado durante su trayecto por esta zonificación, por lo que su emplazamiento no se contrapone con este lineamiento. De tal manera el Proyecto resulta congruente al no encontrar restricción o prohibición alguna. Dentro de las obras asociadas al proyecto, se tiene contemplado la construcción de una estación que se denominará "Estación Metepec" (sobre viaducto elevado) en la presente zonificación, la cual tampoco presenta alguna prohibición para su emplazamiento. Asimismo se implementarán una serie de medidas de prevención, control y mitigación en todas las etapas del Proyecto, con el objeto de reducir y atenuar los posibles impactos provocados las cuales en general consisten en aplicar un Programa de Manejo Integral de Residuos que involucra el manejo desde su fuente de origen, el acopio y almacenamiento temporal y su disposición final y tratamiento, reforestación de áreas libres del derecho de vía y creación de áreas verdes, entre muchas otras que se pueden consultar en el Capítulo VI de este documento.

Conclusión

Podemos señalar que el Proyecto Ferroviario no se contrapone con lo dispuesto en la zonificación por la que cruzará en el Municipio de Metepec, en virtud de que no encuentra prohibición o restricción alguna que impida su construcción y operación.

Resulta oportuno mencionar que dentro de las estrategias contempladas en este Plan Municipal, están la de crear un sistema de transporte eficiente que logre una conectividad regional, por lo que el Proyecto Ferroviario resulta congruente con esta estrategia, beneficiando a la población de Metepec.

III.2.2.3. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco

Aprobado mediante publicación en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 27 de octubre de 2003, fe de erratas 2 de febrero de 2005, modificado el 12 de agosto de 2011.

Objetivos generales

El presente Plan tiene como uno de sus objetivos generales el asegurar mayores y mejores oportunidades de comunicación y de transporte, para favorecer la integración extraurbana e interurbana.

En seguida se citaran los objetivos, políticas y estrategias que son congruentes con el Proyecto Ferroviario, pues tienen previsto mejorar la cobertura de transporte a nivel regional, así como incrementar las oportunidades de desarrollo económico de la población de este municipio.

Objetivos particulares

Vialidad y Transporte

- Mejorar la conectividad con otros municipios para incrementar las oportunidades de desarrollo económico de San Mateo Atenco.
- Lograr una mayor cobertura de transporte a nivel intermunicipal y regional.

Políticas

Construcción, ampliación y conservación del equipamiento regional

- Creación de equipamientos en materia de transporte público regional.

Estrategia

Ubicación y papel del municipio en el sistema de ciudades

- Contribuir a que se consolide la especialización económica de la región en los sectores secundario y terciario, vinculando los servicios a la industria y al desarrollo empresarial.

De acuerdo al Programa de Desarrollo Urbano De acuerdo al PDU, s ejes y enlaces para detonar y equilibrar el desarrollo se refieren a la estrategia para ordenamiento territorial de la entidad consiste en la estructuración del territorio mediante la conformación de un sistema de ejes de desarrollo y enlaces, el cual se apoya en la infraestructura carretera existente, así como la que se tiene en proceso o en proyecto de construcción, con el propósito de conformar una red vial estatal que mejorara a la integración y conectividad estatal, entre sí y con las redes nacionales, lo que traerá como resultado ampliar las posibilidades de orientar el crecimiento demográfico hacia los lugares más aptos para el desarrollo urbano y con ello, equilibrar las distintas regiones estatales, con un eficiente flujo de bienes y población.

Por lo anterior es que con el desarrollo del Proyecto del Tren se impulsará el desarrollo económico de la región, así como el de su población, al conectar el Estado de México con el Distrito Federal, pues facilitará el traslado de la población entre dichas entidades federativas. En este sentido, con el referido proyecto se dotara a la población de un sistema de transporte eficiente el cual disminuirá los tiempos de traslado entre la Ciudad de Toluca y la Ciudad de México.

A continuación se presenta la siguiente tabla en la que se indica la zonificación y políticas por las que cruza el Proyecto Ferroviario, así como los cadenamientos en los que incide.

Tabla III. 2. 8. Zonificación y usos por los que cruza el Proyecto Ferroviario, respecto del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco.

USOS GENERALES	CADENAMIENTO DE CRUCE DEL PROYECTO		ZONIFICACION
	INICIO (KM)	FINAL (KM)	
Corredor urbano con actividades terciaria	14+449	18+370	CRU333A Corredor Urbano
Zona de Riesgo	18+370 18+752	18+732 18+772	ZR

Ver la ubicación del proyecto Ferroviario en la siguiente Figura.

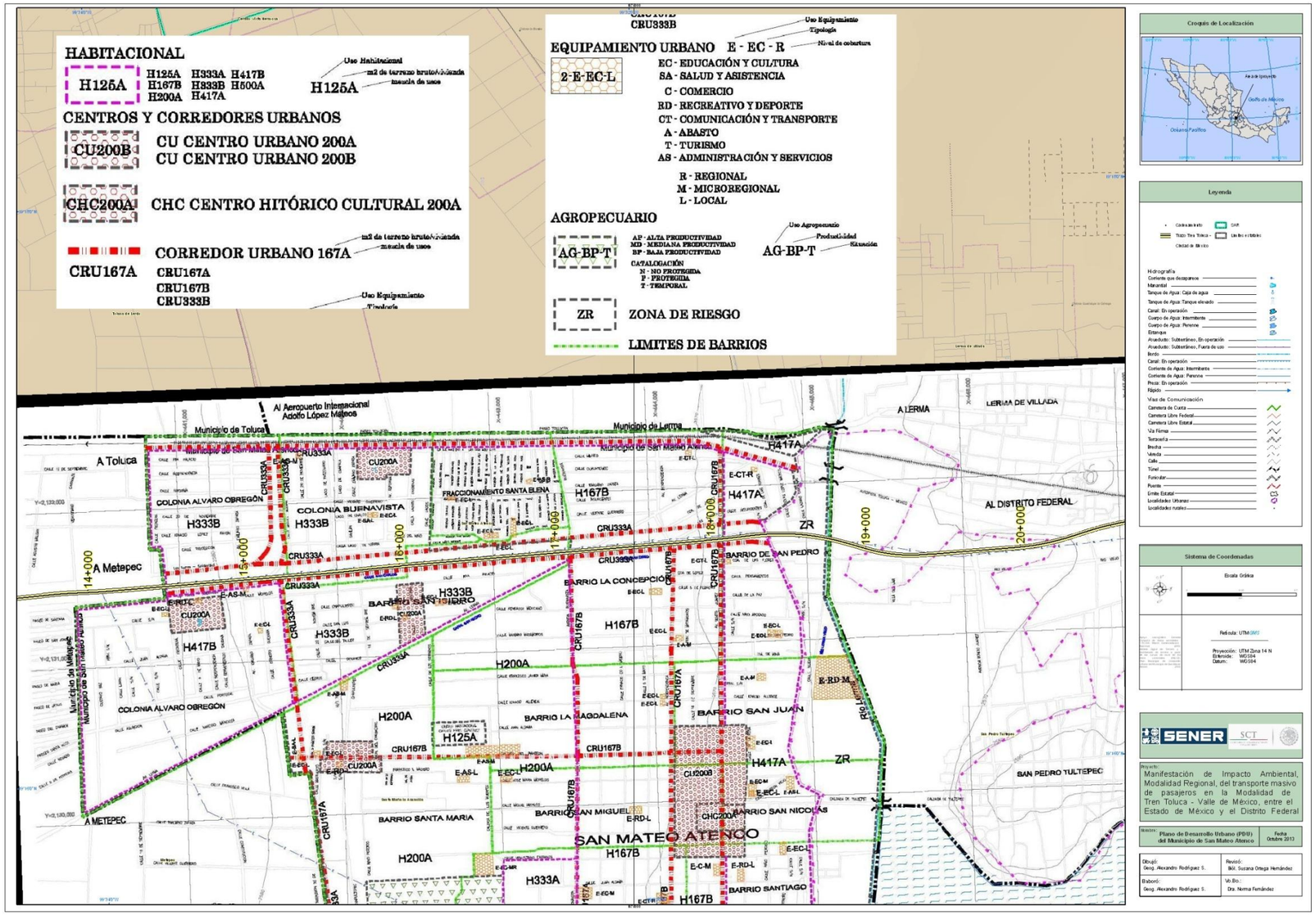


Figura III.2.3. Zonificación del municipio de San Mateo Atenco, según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, así como la ubicación del Proyecto Ferroviario.

A continuación se muestra la siguiente tabla en la que se hace la vinculación jurídica del proyecto Ferroviario con las políticas y zonificación del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco.

Tabla III.2.9. Vinculación de la zonificación y normas de uso del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de San Mateo Atenco con el Proyecto del Tren.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
CRU333A Corredor Urbano	**14+449 al 18+370**	Se tendrá una densidad máxima de 30 viviendas por hectárea, se podrán autorizar la subdivisión de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 200 m de superficie, y un frente de cuando menos de 9 m., se permitirá un máximo de viviendas por lote de 1.0, las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 8 niveles o 24 m. deberá dejarse como mínimo un 40 % de la superficie del lote sin construir y se podrá desarrollar el 4.8 número de veces el área total del predio, lo anterior como intensidad máxima de construcción; se encontrará mezclado con actividades del sector terciario correspondientes a comercio y servicios.	El Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo, que se conducirá por un viaducto elevado, por lo que no se contrapone con la presente zonificación con su emplazamiento, toda vez que no incluye restricciones y/o prohibiciones que así lo indiquen. En el corredor urbano en donde se plantea la ubicación del Proyecto también se ubica la infraestructura de CFE (línea eléctrica y su DV), indicando que actualmente se están llevando a cabo las gestiones para la anuencia de esta Dependencia para el emplazamiento del Proyecto Ferroviario en su derecho de vía, con resultados favorables. Asimismo en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable; acciones de Reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas verdes, por mencionar algunas.
ZR Zona de Riesgo	**18+370 al 18+732** **18+752 al 18+772**	Zona de riesgo, en la que quedan prohibidos los asentamientos humanos de cualquier tipo, permitiéndose únicamente actividades correspondientes al sector primario, tales como la agricultura, ganadería, silvicultura y pesca; también se permiten obras de infraestructura que no pongan en riesgo la integridad y la vida de seres humanos.	El Proyecto Ferroviario no se contrapone con esta zonificación, pues éste corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo y no incluye actividades que promuevan los asentamientos humanos, como se mencionan en la Norma de uso, toda vez que transcurrirá por esta superficie sobre viaductos elevados en donde su diseño no pondrá en riesgo la integridad y vida de los seres humanos. Además, esto mismo no permitirá el contacto directo que promueva cualquier asentamiento irregular. En adición a lo anterior y debido a que se trata de obras de infraestructura, éstas se realizarán tomando en consideración las previsiones necesarias que salvaguarden la integridad de los seres humanos, por lo que el proyecto No contraviene con este lineamiento.

Conclusión

En conclusión, se puede establecer que el Proyecto Ferroviario es congruente con el presente Plan Municipal y las zonificaciones establecidas en él, en virtud de que no encuentra restricción o prohibición alguna. También encuentra armonía en los objetivos, políticas y normas del presente instrumento, pues se tiene contemplado el posicionar el municipio regionalmente, tener un sistema de transporte eficiente, impulsar económicamente esta región, por lo que con el proyecto en cuestión favorecerá el cumplimiento de las metas programadas en su contenido, generando empleos temporales durante su construcción y permanentes durante la operación.

III.2.2.4. Programa de Desarrollo Urbano del Municipio de Ocoyoacac

Aprobado mediante publicación en la Gaceta de Gobierno del Estado de México, el 31 de diciembre de 2004.

El presente Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocoyoacac, se constituye como el instrumento técnico-jurídico que, en materia de planeación urbana determinará los lineamientos aplicables al ámbito municipal y promoverá la coordinación de esfuerzos federales, estatales y municipales que garanticen un desarrollo sustentable y armónico con el medio urbano, social y natural.

Objetivos

Objetivo General

Asegurar mayores y mejores oportunidades de comunicación y de transporte, para favorecer la integración intra e interurbana.

Políticas

Políticas de integración regional, microregional y municipal

- Se deberá promover la introducción y rediseño de rutas de transporte que intra e intercomuniquen al municipio con otros pertenecientes a la región.
- Debido a que la integración de las localidades más lejanas, como San Jerónimo Acazulco y San Pedro Atlapulco, está condicionada por las características naturales y sociales de la zona, se establece una política de mejoramiento de la infraestructura vial existente que comunica a la cabecera con dicha localidades, así como la creación de un sistema de transporte más eficiente que permita tal comunicación.

De lo anterior se puede decir que el Proyecto Ferroviario resulta viable y ayudara a cumplir los políticas señaladas en este Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocoyoacac, pues al dotarse a este sector de la población de un sistema de trasporte eficiente que conecte el Estado de México con el Distrito Federal, detonará económicamente esta región, incrementando la calidad de vida de sus habitantes.

Estrategias de ordenamiento urbano

Características de la Estructura Urbana

Al tener el municipio un papel de contenedor del proceso de conurbación entre las zonas metropolitanas de México y Toluca, deberá consolidar su desarrollo favoreciendo el mejoramiento del nivel de vida de sus habitantes, y sin fomentar un incremento en el crecimiento social.

En la siguiente tabla se indican las zonas y políticas por las que incidirán los cadenamientos correspondientes al Proyecto Ferroviario.

Tabla III. 2. 10. Ubicación de las zonificaciones y usos por los que cruzara el Proyecto Ferroviario, respecto del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocoyoacac, Estado de México.

Uso General	Cadenamiento de cruce del proyecto		Zonificación
	Inicio (km)	Final (km)	
Se refiere a uso habitacional de media densidad que comprenderá básicamente la zona urbana actual; en la cabecera municipal y San Pedro Cholula	**21+460**	**22+060**	**H333A Habitacional**
Establecimientos comerciales y de servicios relacionados con el ecoturismo, hoteles, restaurantes, instalaciones para la recreación y el deporte, centros de interpretación de la naturaleza, museos de sitio	**23+940**	**27+360**	**CRT-A Corredor Turístico**
Industria Mediana de Alto Riesgo	**21+740**	**22+077**	**IMA Industria Mediana Alto Riesgo**
Se localizará en la zona sur y este de la cabecera municipal, con restricciones de usos urbanos de cualquier tipo.	**27+560** **28+420**	**28+060** **28+820**	**AG-BP Agropecuario Baja Productividad**

Uso General	Cadenamiento de cruce del proyecto		Zonificación
	Inicio (km)	Final (km)	
Se localiza en la parte este del municipio y comprende parte de la superficie correspondiente a los parques Otomi-Mexica e Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla; sólo se permitirán los usos recreativos y turísticos que no vayan en detrimento del medio ambiente, considera una superficie de 6,858.69 hectáreas, existe una zona en la parte sur del municipio (Cordillera del Pedregal que no pertenece al parque Otomí-Mexica pero que requiere ser protegido.	**28+820** **29+360** **34+320** **34+480**	**29+330** **32+700** **34+470** **34+520**	**N-PAR-P Natural Parque Protegido**
Ninguna	**32+700**	**34+320**	**ININ Centro de Investigaciones Nucleares del ININ**
Se ha definido una gran zona que por sus características requiere de acciones específicas para su mejoramiento y aprovechamiento, ésta zona está comprendida por las áreas de recreación, en donde deberá promoverse el rescate de los recursos naturales; así como, su conservación y aprovechamiento; dicha zona comprende una superficie total de 1,223.29 has, en la que se deberán restringir usos urbanos, sólo permitiéndose los usos vinculados al carácter ecoturístico de la zona.	**34+520** **36+630**	**36+606** **37+020**	**ZPE Zona Sujeta al Programa de Corredores Urbanos de Ordenamiento Ecológico**
Ninguna	**21+460** **23+800** **27+360** **28+060** **29+330** **34+470** **36+606**	**22+060** **23+940** **27+560** **28+420** **29+360** **34+480** **36+630**	**Vialidad Regional**

El cruce del Proyecto Ferroviario por las zonificaciones mencionadas en la Tabla anterior, se puede observar en la siguiente Figura.

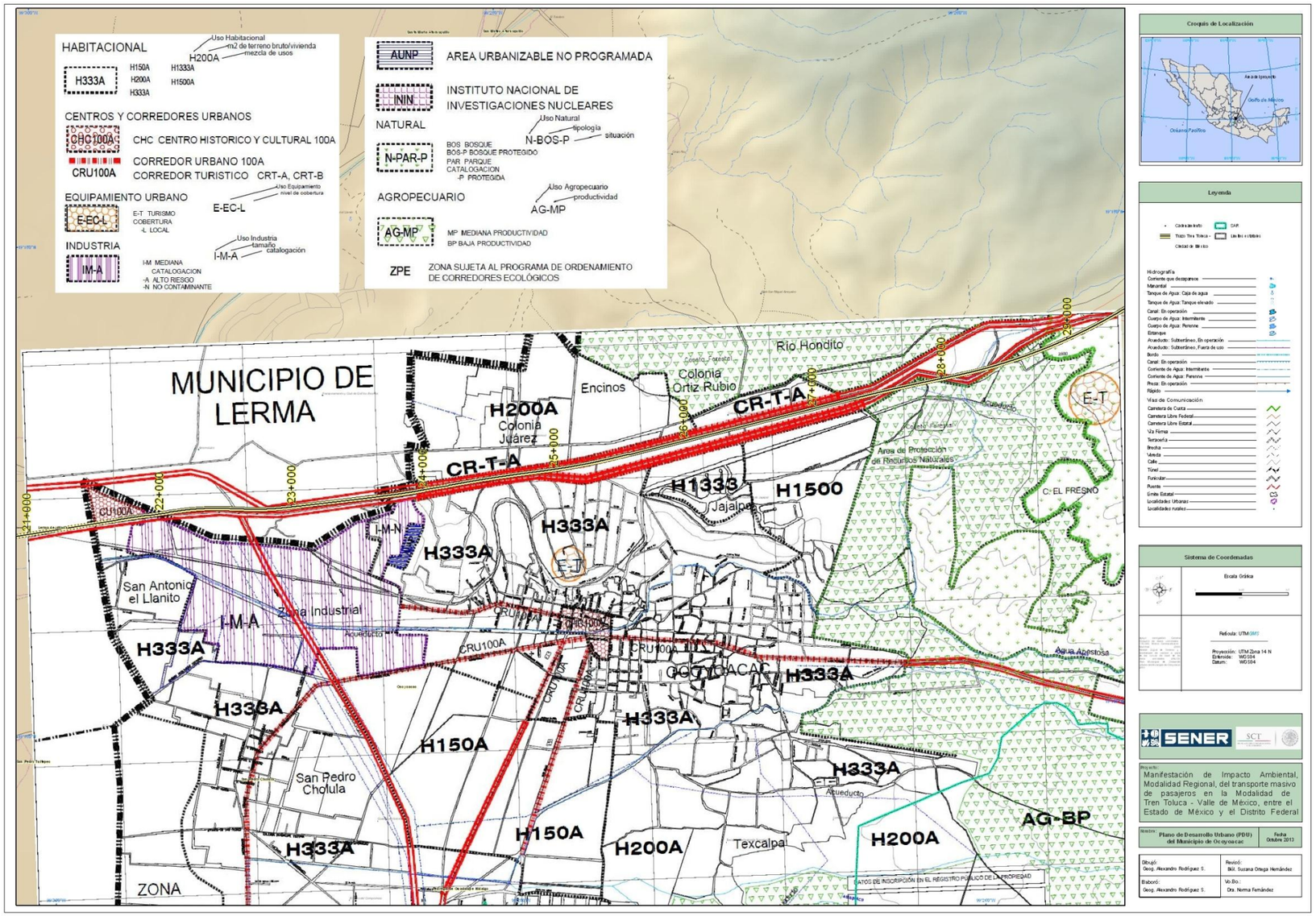


Figura III.2.4. Zonificación del Municipio de Ocoyoacac, según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano y ubicación del Proyecto en este Municipio.

En la siguiente tabla se establece la vinculación jurídica correspondiente con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocoyoacac, por las que incidirá el Proyecto Ferroviario.

Tabla III. 2. 11. Vinculación jurídica con el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocoyoacac con el proyecto Ferroviario.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
H333A Habitacional **Vialidad Regional** (Comparte DV en estas zonificaciones)	**21+460 al 22+060**	La densidad máxima será de 30 viviendas/ha y se permitirán usos comerciales y de servicios. Se podrán autorizar subdivisiones cuyos predios resultantes tengan como mínimo 200 m^2 de superficie y 10 m de frente. La altura máxima permitida, sin incluir tinacos, será de dos niveles y 6 m. Deberá dejarse un 30% de la superficie del terreno sin construir, y la superficie máxima de construcción deberá ser de 1.4 veces la superficie del terreno.	Toda vez que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de trasporte masivo, el cual se conducirá por viaductos elevados, no presenta alguna prohibición de emplazamiento en esta zonificación. Por lo que el proyecto no contraviene con este lineamiento. Asimismo en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable; acciones de Reforestación en zonas libres dentro del DV y creación de áreas ajardinadas, por mencionar algunas.
CRT-A Corredor Turístico	**23+940 al 27+360**	Se permitirán subdivisiones cuyos predios resultantes tengan como mínimo 5000 m de superficie y 50 m de frente. La altura máxima permitida, sin incluir tinacos, será de dos niveles y 6 m. Deberá dejarse un 40% de la superficie del terreno sin construir, y la superficie máxima de construcción será de 1.2 veces la superficie del terreno. Los usos ahí permitidos estarán sujetos al dictamen urbano de impacto regional correspondiente.	Aunque el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo, que se conducirá por un viaducto elevado, la presente zonificación no se contrapone con su emplazamiento, toda vez que no incluye restricciones y/o prohibiciones que así lo indiquen. Adicionalmente su diseño elevado tendrá pocas zonas construidas sobre superficie natural (cimentación de pilotes que sostendrán los viaductos) dejando libre un buen espacio correspondiente al DV sin construir, en el que se implementarán acciones de reforestación en las zonas libres y que no obstruyan u obstaculicen la operación del Proyecto. Asimismo se realizará el trámite para obtener el dictamen urbano favorable cumpliendo con lo que establezca la autoridad correspondiente. En correspondencia con este lineamiento se entrega para su revisión a esta dirección el presente estudio de MIA en su modalidad regional para en el mismo sentido obtener la autorización en materia de impacto regional.
I-M-A Industria Mediana de Alto	**21+740 al 22+077**	Se permitirán subdivisiones cuyos predios resultantes	El Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
Riesgo		tengan como mínimo 1000 m² de superficie, frente de 40 m. La altura máxima permitida, de 6 niveles y 18 m. Deberá dejarse un 25% de la superficie del terreno sin construir, y la intensidad máxima de construcción será de 4.5 vstp.	de transporte público masivo, que se conducirá por un viaducto elevado, por lo tanto, la presente zonificación no se contrapone con su emplazamiento, toda vez que no incluye restricciones y/o prohibiciones que así lo indiquen. Adicionalmente su diseño elevado tendrá pocas zonas construidas (cimentación de pilotes) sobre superficie natural dejando libre un buen espacio correspondiente al DV sin construir, en el que se implementarán acciones de reforestación en las zonas libres y que no obstruyan u obstaculicen la operación del Proyecto.
AG-BP Agropecuario de Baja Productividad	**27+560 al 28+060** **28+420 al 28+820**	Estas zonas se destinarán como espacios abiertos de aprovechamiento, agrícola y pecuario de baja intensidad. Los usos habitacionales están restringidos y solo se permitirán subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 5000 m² de superficie y al menos 50 m de frente. Las edificaciones (incluidas las necesarias para esta actividad) en esta zona deberán tener una altura máxima (sin tinacos) de 3 metros y 1 niveles. Deberá dejarse como mínimo el 95% de la superficie del lote sin construir y una superficie máxima construida equivalente hasta de 0.05 veces la superficie del lote.	Debido a que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo, el cual se conducirá por un viaducto elevado, la presente zonificación no se contrapone con su emplazamiento, toda vez que no incluye restricciones y/o prohibiciones que así lo indiquen. Asimismo el diseño del Proyecto Ferroviario fue creado de tal forma que la construcción de infraestructura sobre superficie natural solo consistiera en los pilotes que se cimentarán para sostener los viaductos. También es importante mencionar que el Proyecto Ferroviario no considera el emplazamiento de construcciones habitacionales. En este sentido se puede establecer que resulta congruente con el presente lineamiento, pues tampoco encuentra prohibiciones para su emplazamiento.
N-PAR-P Parque Natural protegido	**28+820 al 29+330** **29+360 al 32+700** **34+320 al 34+470** **34+480 al 34+520**	No se permitirá ningún tipo de construcción, sólo actividades relacionadas con la conservación del medio ambiente como la siembra y cuidado de árboles y pesca.	El proyecto cruza por aproximadamente 4.08 Km lineales dentro del Parque Ecológico Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa (Parque Otomí-Mexica del Estado de México). Dicho parque presenta un deterioro ambiental y social con diferentes grados de afectación, los principales factores generadores son los asentamientos humanos irregulares, los cambios de uso de suelo sin considerar la vocación natural y aptitud del suelo, deposición de residuos sólidos en zonas no aptas como son las cañadas y los cuerpos de agua y la falta de presencia y coordinación de las diferentes instituciones de gobierno, con los pobladores. En particular el Proyecto del Tren Ferroviario

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
			está diseñado conducirlo en esta zona por viaducto, en donde la única área de contacto entre la infraestructura y el terreno natural corresponde al emplazamiento de las columnas que sostienen el viaducto; esto con la finalidad de generar la menor afectación posible. Como parte de la vía se incluye la conservación en un entorno ecológico y armónico con el ambiente; por lo que se tiene contemplado evitar realizar actividades en su detrimento pensando en viaductos que eviten una mayor afectación ecológica. Asimismo en el espíritu de que el proyecto sea viable y amigable con el espíritu de este instrumento en términos del cuidado ambiental, se tiene proyectado transcurrir sobre la servidumbre de la carretera federal, la de la autopista México-Toluca y la correspondiente a la línea eléctrica de CFE; ambas zonas cuyas propiedades naturales han sido modificadas desde hace varias décadas pues en general es una zona que se encuentra sobre presión antrópica, que ha sido afectada previamente y ya no conserva sus elementos naturales. En su paso por este trayecto, como parte del aporte ambiental del proyecto, se implementarán diversas medidas de mitigación tendientes a mejorar las condiciones actuales existentes en la zona, como son acciones de reforestación en zonas libres del DV del Proyecto y que no obstaculicen la operación de éste. Además de otra serie de medidas que pueden consultarse en el Capítulo VI; por lo que con esto se está actuando en beneficio de reducir y atenuar los impactos ambientales que pueda provocar el Proyecto, y aportando una mejora ambiental mediante actividades relacionadas con la conservación del medio ambiente, como la siembra y cuidado de árboles. Asimismo, se dará cabal cumplimiento de cualquier disposición impuesta (Véase apartado correspondiente en este mismo estudio), se realizarán las gestiones correspondientes ante cualquier autoridad, con el objeto de obtener una autorización favorable.
ININ Centro de Investigaciones Nucleares del ININ	**32+700 AL 34+320**	Ninguna	No existe alguna prohibición o restricción para la instalación del Proyecto en esta zonificación (que aunque está marcada como una zonificación aparte en el Plano se integra a la zonificación que se describe

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
			a continuación), no obstante según se requiera, se realizarán las gestiones correspondientes con el Centro de Investigaciones para el cruce del proyecto en esta superficie.
ZPE Zona Sujeta al Programa de Corredores Urbanos de Ordenamiento Ecológico	**34+520 al 36+606** **36+630 al 37+020**	No se permitirá ningún tipo construcción ni uso.	Se pretende cruzar una fracción de 2.52 Km. lineales dentro del Parque Nacional "Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, La Marquesa"; el cual ha experimentado modificaciones en los patrones de vegetación y uso de suelo de 1994 a 2007; siendo las principales causas de su detrimento (a pesar de ser un área protegida,; la expansión de la mancha urbana, entendida como el cambio de uso de suelo de terrenos forestales a instalaciones recreativas y turística (Locales de comida, pistas de cuatrimotos, senderos para caballos, estacionamientos, palapas, pastizales inducidos, instalaciones para gotcha, nivelaciones de terrenos entre otros). Asimismo la tala clandestina de arbolado, la explotación de los recursos de manera descontrolada, la ganadería y la agricultura desmedidas; aunado la contaminación del lago de Salazar y los diversos ríos adyacentes, han ocasionado un importante detrimento de la calidad ambiental en el parque. El Proyecto Ferroviario, en el ánimo de que sea viable y amigable con el ambiente, correrá gran parte por viaducto elevado por esta zona, con el objeto de ocupar la menor área con su infraestructura. Asimismo en el presente estudio se están proponiendo medidas de mitigación que podrán beneficiar a esta región, pues se pretende realizar la restauración ecológica dentro de áreas que asigne la autoridad responsable del parque, que ayuden a mejorar las condiciones del ecosistema, ya que actualmente sufre una gran presión por actividades antropogénicas. Sobre esta superficie (a partir del Km 34+500 y al Km 37+020) se ubica el Parque Nacional (incidiendo en 2.52 Km) de su superficie, sin embargo, es preciso mencionar que la zona en donde se pretende el emplazamiento del Proyecto Ferroviario actualmente se encuentra fuertemente degradada por actividades humanas que provocaron ya la fragmentación del hábitat, por esto mismo se ha optado por ubicar el proyecto dentro del DV de la línea eléctrica de la CFE, lo que provocará impactos menores y mitigables.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
			Véase en el apartado III.3.2.1., la vinculación del Proyecto con las disposiciones aplicables a este Parque, por lo que adicionalmente es importante mencionar que se realizarán las gestiones correspondientes y el cabal cumplimiento de cualquier disposición impuesta con el objeto de obtener una autorización favorable. Asimismo en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable, acciones de restauración ecológica en áreas que la SCT y la CONANP establezcan dentro del mismo Parque para recuperar áreas degradadas.
Vialidad Regional **Los primeros cadenamientos que inciden en esta zonificación comparten el DV con otras zonificaciones**	**21+460 al 22+060** **23+800 al 23+940** **27+360 al 27+560** **28+060 al 28+420** **29+330 al 29+360** **34+470 al 34+480** **36+606 al 36+630**	. Ninguna	El Proyecto Ferroviario que se construirá mediante viaductos elevados incide en 685 m, en esta zonificación sin restricción o prohibición alguna, pues su vocación corresponde al derecho de vía de una vialidad regional. En este sentido se considera que el proyecto ferroviario resulta congruente a la luz de este lineamiento. En adición a lo anterior y con el objeto de afectar lo menos posible el derecho de vía de esta zona, se solicitara la anuencia y opinión favorable del Gobierno del Estado de México.

Conclusión

En suma a lo mencionado en este Plan Municipal, se puede afirmar que el Proyecto Ferroviario es congruente con su objetivo, políticas y estrategias, pues al corresponder a un servicio de transporte masivo que busca interconectar el municipio regionalmente, mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta región al contar con mejores oportunidades de transporte. Con el proyecto se estará beneficiando al conseguir sus metas. Adicionalmente es importante mencionar que tras un estudio de factibilidad para la ubicación del trazo del proyecto ferroviario en donde se analizaron 3 posibles rutas, siendo la que se presenta para evaluación en esta MIA-R, la que provocará menores afectaciones al ambiente, pues para su paso se buscaron sistemas degradados y afectados por actividades humanas. Como medidas de mitigación por cualquier afectación del proyecto se implementarán diversas

acciones que coadyuvarán a un mejoramiento de las condiciones ambientales en el sitio, entre las que se pueden mencionar las acciones de restauración y de conservación del suelo, acciones de restauración ecológica dentro del parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla, en sitios estratégicos y en común acuerdo con la autoridad correspondiente, cuya finalidad será recuperar zonas deterioradas. Asimismo se implementaran otras medidas precautorias con el objeto de atenuar, reducir y en su caso nulificar los impactos provocados por el proyecto en sus etapas de implementación, tal y como se señala en el capítulo VI de este estudio.

III.2.2.5. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca.

Aprobado mediante publicación en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 28 de octubre de 2003, fe de erratas 29 abril de 2004, 4 de octubre de 2005.

Objetivos

Actualmente en el municipio de Toluca existe una necesidad de mejorar los servicios públicos, como lo es el transporte público que favorezca la comunicación intraurbana e interurbana, facilitando el desarrollo regional entre el Estado de México y Distrito Federal. Por lo anterior el Proyecto del Tren Ferroviario ayudara a cumplir los objetivos señalados en este Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca pues con él se busca dotar a la población de un sistema de trasporte público eficiente y que beneficie la región.

Objetivos Generales

Asegurar mayores y mejores oportunidades de comunicación y de transporte, para favorecer la integración intraurbana e interurbana.

Objetivos particulares

Impulsar la construcción, conservación y mejoramiento de las obras de urbanización, equipamientos y servicios públicos de los centros de población.

Políticas

De entre las políticas establecidas en este instrumento de planeación urbana es la de diseñar un medio de transporte eficiente, que beneficie el traslado de la población de manera regional, incrementando la capacidad económica de los municipios de dicha zona, así como mejorar la calidad de vida de sus habitantes. De la anterior necesidad podemos ver que en el presente instrumento se tienen antecedentes de un sistema de trasporte como el que se propone en el presente estudio, tal y como lo podemos ver en las siguientes políticas sectoriales y estrategias, así como en el programa de obras a desarrollar.

De lo anterior podemos decir que el Proyecto del Tren Ferroviario ayudará a cumplir dichas políticas y estrategias trazadas en este instrumento de planeación urbano. Si bien es cierto que la ruta no es la misma que se propuso en el contenido del mismo, también lo es que del análisis realizado, se encontró la necesidad de conectar el Estado de México con el Distrito Federal con un medio de trasporte masivo como el propuesto, el cual impulse el desarrollo económico de la región así como el de la población.

Políticas sectoriales

Construcción, ampliación y conservación de infraestructura regional (transporte).

Elaboración del proyecto técnico para la construcción del tren ligero Toluca-Naucalpan.

Promoción del desarrollo económico y social

Convertir a Toluca en un polo de desarrollo industrial y de servicios, atrayendo la inversión necesaria que estimule captación de capitales productivos para beneficio de la población.

Promover a Toluca como un polo de desarrollo cultural en el ámbito nacional, operando programas que rescaten, preserven y difundan ampliamente nuestras raíces, identidad y todas las expresiones de arte.

Estrategia

Ubicación y papel del municipio en el sistema de ciudades

El municipio de Toluca se encuentra definido como un centro regional con una política de consolidación y atracción poblacional, de acuerdo al Plan Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de México, asimismo, ejerce influencia directa a más de 25 municipios entre los que destaca por su cercanía Almoloya de Juárez, Temoaya, San Mateo Atenco, Otzolotepec, Xonacatlán, Zinacantepec, Mexicaltzingo, Chapultepec, San Antonio La Isla, Rayón, Calimaya, Metepec, Lerma y Tenango del Valle.

Estrategia de ordenamiento urbano

Atendiendo la problemática que se presenta en el municipio de Toluca y tomando su incidencia directa en la Región Metropolitana del Valle de Toluca, así como por su jerarquía de capital del estado de México, juega un papel primordial en la atención de funciones de servicios y centro estructurador del desarrollo urbano.

Por lo anterior, se pretende consolidar su papel como centro prestador de servicios urbanos de cobertura regional, a través de la generación de actividades económicas (industriales, comerciales y de servicios); construcción de equipamientos regionales; la consolidación y

constitución de áreas habitacionales; mejoramiento y ampliación de la red vial regional, primaria y secundaria; así como proteger, restaurar y mejorar el medio ambiente del entorno municipal. Bajo esta perspectiva, la estrategia general plantea consolidar el papel definido para el municipio, mediante los siguientes aspectos:

Características del desarrollo urbano

Lineamientos estratégicos

Regionales y de Integración Metropolitana

Crear el sistema de transporte masivo, por medio de la construcción del tren suburbano y del sistema eléctrico de transporte para la integración regional y de la zona conurbada de la Ciudad de Toluca.

Vialidad y Transporte

Objetivos Particulares

Crear el sistema de transporte masivo no contaminante, por medio de la construcción del tren suburbano y del sistema eléctrico de transporte para la integración regional y de la zona conurbada de la Ciudad de Toluca.

Estructura Vial y Sistemas de Transporte en Zonas Urbanas y Urbanizables.

Sistema de Transporte

Por la jerarquía que tiene el Municipio de Toluca en el ámbito estatal, el sistema de transporte es una condicionante en la intercomunicación de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca. Por lo que las acciones que pretenden hacer un servicio de transporte eficiente son:

- Crear la infraestructura para el proyecto del tren ligero.

De lo expuesto líneas arriba, a continuación se presenta la siguiente tabla en la que se muestra la zonificación y políticas en las que incidirán los cadenamientos correspondientes.

Tabla III. 2. 12. Zonificación por las que cruzara el proyecto, respecto del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca.

Usos General	Cadenamiento de cruce del proyecto		Zonificacion
	Inicio (km)	Final (km)	
El corredor CRU-G tiene gran diversidad de servicios. Por lo tanto, los usos permitidos serán habitacional mezclado con servicios financieros, establecimientos de productos y servicios básicos y especializados, establecimientos de materiales y apoyo a la construcción, establecimientos para el servicio de vehículos, centros comerciales, mercados, bodegas y depósitos múltiples con venta directa al público, establecimientos con servicios de alimentos con o sin bebidas alcohólicas, estaciones de servicio, servicios de salud, equipamientos educativos, instalaciones para espectáculos, la recreación y los deportes, instalaciones para la procuración de justicia y asistenciales, área verdes, instalaciones hoteleras, instalaciones para el transporte, instalaciones para las comunicaciones, manufacturera de productos generales alimenticios, tabaco y papel, servicios de apoyo a las actividades agropecuarias, instalaciones para la distribución y captación de agua.	**0+000**	**3+074**	**CRU 200 G**
	5+970	**6+180**	
	7+000	**9+843**	
	6+180	**6+340**	**CRU 250 G**
	3+074	**5+970**	**CRU 300 G**
	6+340	**7+000**	

La ubicación del Proyecto Ferroviario en esta Zonificación, se presenta en la Figura siguiente.

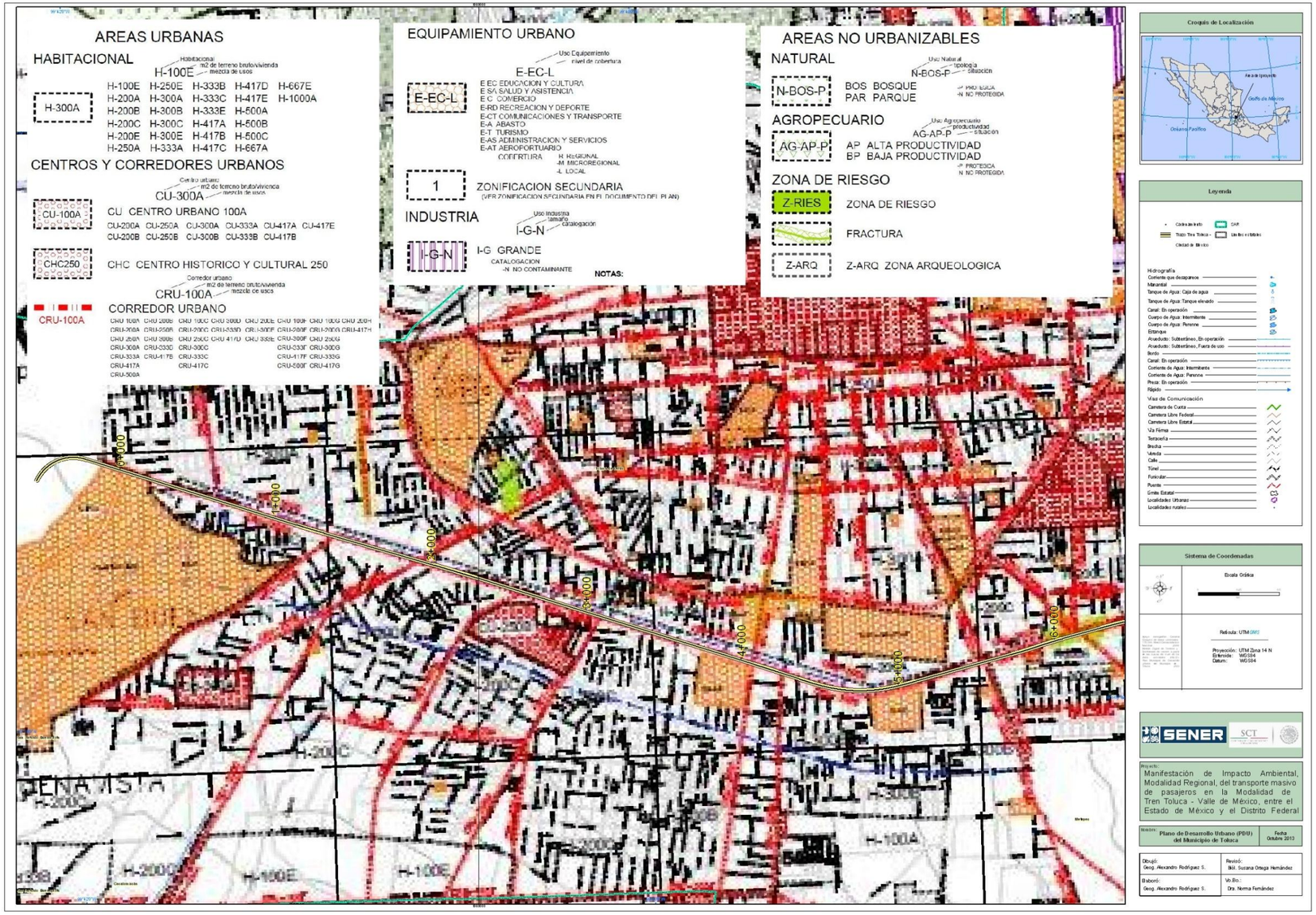


Figura III.2.5. Zonificación del municipio de Toluca, según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, y ubicación del Proyecto.

En la siguiente tabla se puede apreciar la vinculación jurídica de las zonificaciones y políticas del Plan Municipal de Desarrollo urbano de Toluca por las que el Proyecto del Tren Ferroviario.

Tabla III. 13 Vinculación jurídica de las políticas y normas de uso del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Toluca con el proyecto del Tren Ferroviario

Zonificación	Cadenamiento	Norma de uso	Vinculación
CRU 200G Corredor Urbano	**0+000 al 3+074 5+970 al 6+180 7+000 al 9+843**	Se mantendrá la densidad y la norma de ocupación de acuerdo al polígono en el que se ubique el predio. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 45 metros o 15 niveles.	De acuerdo a los lineamientos de uso que establece esta Norma, el Proyecto Ferroviario que consiste en viaductos elevados sostenidos por pilotes cimentados no contraviene con la zonificación, asimismo no existen prohibiciones o restricciones para su emplazamiento en esta zona. Es importante señalar que a la altura de la Terminal de Autobuses se construirá la estación (sobre viaducto elevado en zonificación CRU 200G) de este Proyecto que se conocerá con este mismo nombre, incidiendo lo menos posible sobre esta superficie. Asimismo la infraestructura construida en esta zona, respetará los lineamientos de esta norma. De igual forma se tramitarán los permisos y licencias de construcción para dichas actividades.
CRU 250G Corredor Urbano	**6+180 al 6+340**		
CRU 300G Corredor Urbano	**3+074 al 5+970 6+340 al 7+00**		

Conclusión

De todo lo mencionado anteriormente, se concluye que el Proyecto Ferroviario es procedente y resulta congruente con las zonificaciones de este Plan de Desarrollo Municipal por las que incide, pues no encuentra prohibición alguna. Además de esto con su ejecución se favorecerá al cumplir con sus metas, ya que dentro de los objetivos, políticas y estrategias, se tiene contemplado la construcción de un tren como el propuesto en este estudio, el cual servirá para conectar el municipio regionalmente, mejorar la calidad del transporte público, así como la calidad de vida de los habitantes de este municipio.

III.2.2.6. Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec

Decretado mediante publicación en la Gaceta de Gobierno el 7 de noviembre de 2003.

El presente Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec se constituye como el instrumento técnico – jurídico que en materia de planeación urbana determinará los lineamientos aplicables al ámbito municipal y promoverá la coordinación de esfuerzos federales, estatales y municipales que garanticen un desarrollo sustentable, homogéneo y armónico con el medio urbano, social y natural.

Objetivo General

Proponer que la estructura urbana y la normatividad de usos y destinos del suelo, responda el ordenamiento con el bienestar social.

Asegurar mayores y mejores oportunidades de comunicación y de transporte, para favorecer la integración intraurbana e Interurbana.

Objetivos particulares

Impulsar la construcción, conservación y mejoramiento de las obras de urbanización, equipamientos y servicios públicos de los centros de población.

Impulsar la construcción y mejoramiento de obras de infraestructura y equipamiento urbano en el municipio.

Políticas

El presente Programa Municipal de Desarrollo Urbano presenta políticas urbanas que se deben aplicar a las diferentes zonas que integran el municipio de Zinacantepec, así como los elementos que se consideran como estratégicos para el desarrollo de cada una de ellas.

Sobre el particular y en relación al proyecto del Tren, vale citar a continuación las siguientes políticas que le resultan aplicables.

Política de Consolidación del Desarrollo Urbano

Esta política pretende aprovechar la capacidad de infraestructura instalada promoviendo la saturación de baldíos urbanos definiendo usos y densidades adecuados a la demanda

poblacional. Se implementará en las áreas urbanas situadas sobre el eje Toluca-Zinacantepec y con dirección a San Cristóbal Tecolit y San Antonio Acahualco (incluye la colonia del Cerro).

Políticas Sectoriales

El presente programa busca como una de sus políticas y estrategias sectoriales articular a la cabecera municipal con las localidades periféricas y las áreas propuestas para el futuro crecimiento, por lo que el proyecto ferroviario facilitara la comunicación de este municipio con los municipios circunvecinos así como con el Distrito Federal. Fortaleciendo su crecimiento económico y desarrollo sustentable.

Vialidad y Transporte

Definir una nueva red vial que permita enlazar las áreas de crecimiento con la cabecera municipal.

Estrategias

Estructura vial y sistemas de transporte en zonas urbanas y urbanizables

La propuesta del sistema vial, tiene como finalidad articular a la cabecera municipal con las localidades periféricas y las áreas propuestas para el futuro crecimiento.

De lo mencionado líneas arriba, a continuación se muestra la siguiente tabla, en la que se ubica la incidencia del Proyecto sobre las políticas y zonificación por el que cruza.

Tabla III. 2. 14. Ubicación del Proyecto Ferroviario con relación a la zonificación establecida en el Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec.

Uso General	Cadenamiento de cruce del proyecto		Zonificacion
	Inicio (km)	Final (km)	
Comercio de productos y servicios básicos; comercio de productos y servicios especializados; comercio de materiales y equipo para la construcción; comercio para la venta, renta, depósito, reparación, servicio de vehículos y maquinaria en general; establecimiento para el servicio de vehículos; baños públicos; central de abastos; rastros; bodegas y depósitos múltiples; establecimientos con servicio de alimentos con bebidas alcohólicas solo de moderación; establecimientos con servicio de alimentos y venta de bebidas alcohólicas y de moderación; estaciones de gas de carburación; estación de almacenamiento de gas L.P. y gas natural comprimido; educación elemental y básica; educación media básica; educación media superior, educación superior e instituciones de investigación; educación. física y artística; instalaciones religiosas; centros de espectáculos culturales y recreativos; instalaciones para deportes de exhibición al aire libre; club e instalaciones campestres; parques y jardines; parques y jardines; instalaciones hoteleras; asistenciales; instalaciones para la seguridad pública y procuración de justicia; **terminales e instalaciones para el transporte**; comunicaciones; instalaciones para la compra-venta de materiales de desecho; manufacturera de productos alimenticios, bebidas y tabaco; manufacturera de productos de madera, palma mimbre y corcho; manufacturera de la celulosa, papel y sus productos; manufacturera de productos metálicos, maquinaria y equipo; manufacturera a base de minerales no metálicos; otras manufactureras; servicios de apoyo a la agricultura, ganadería y silvicultura; captación y distribución de agua; instalaciones generales, entre otros que se especifican en la Tabla de Usos del Suelo.	(-) 0+623.28 al (-) 0+162.43	Con 425.05 ml	**Habitacional H 583 A**

En la Figura siguiente se muestra la ubicación del Proyecto respecto a la zonificación del Municipio de Zinacantepec.

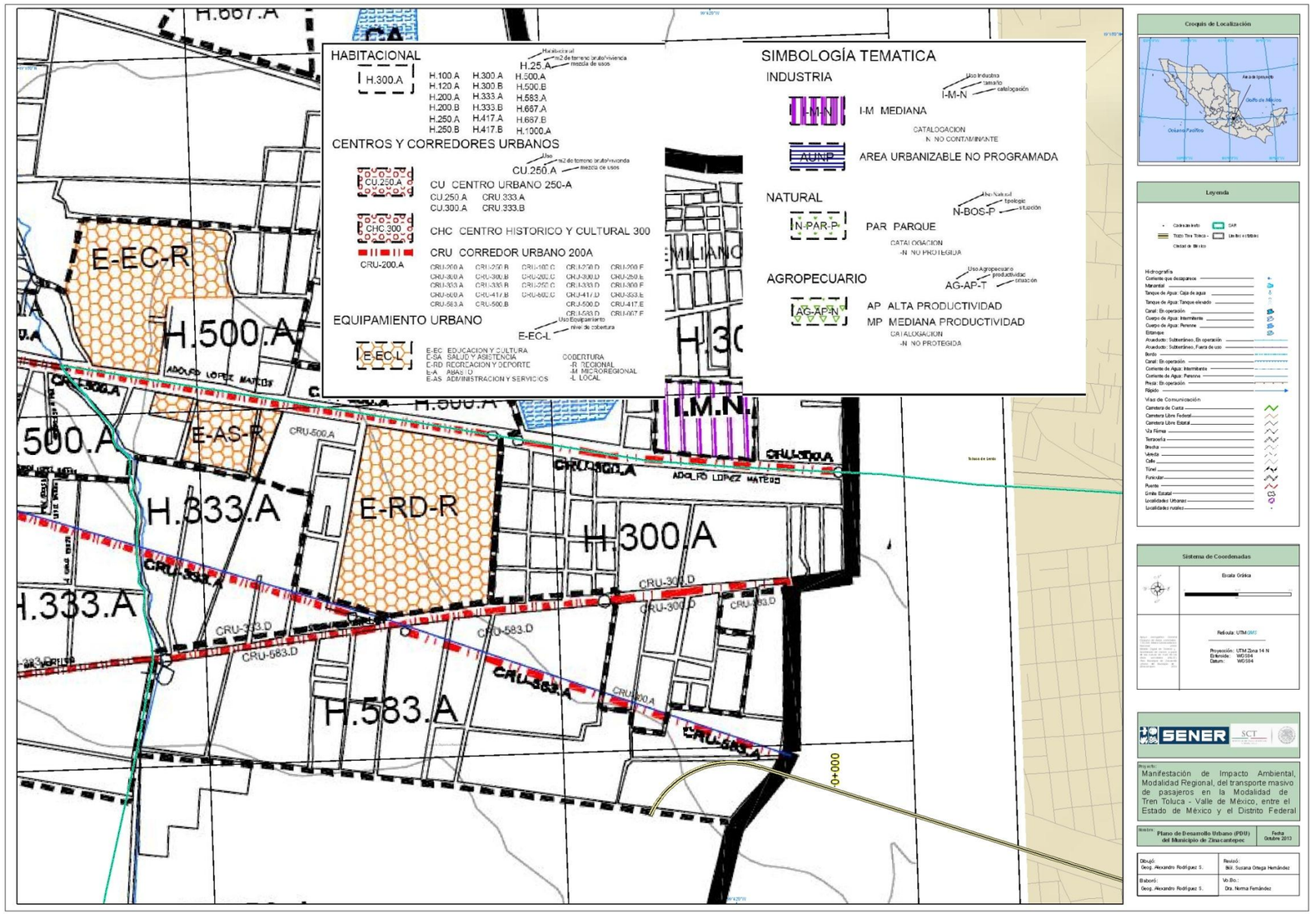


Figura III.2.6. Zonificación del municipio de Zinacantepec, según el Plan Municipal de Desarrollo Urbano, y su ubicación en este Municipio.

A continuación se hace la vinculación del Proyecto Ferroviario con la zonificación de usos y destinos del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec, respecto al Proyecto.

Tabla III. 2. 15. Vinculación jurídica del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Zinacantepec con el Proyecto "Ferroviario"

Zonificación	Cadenamiento	Norma Usos	Vinculación
H 583 A Habitacional	**(-) 0+623.28 al (-) 0+162.43**	Se tendrá una densidad neta máxima de 17 viv/ha y se permite la instalación de usos comerciales y de servicios de cobertura básica, así como mezcla con actividades secundarias. Se podrán autorizar subdivisiones de predios cuando las fracciones resultantes tengan como mínimo 350 m^2 de superficie y un frente mínimo 18 metros. Las edificaciones podrán tener una altura máxima sin incluir tinacos de 9 metros o 3 niveles. Deberá dejarse como mínimo el 50% de la superficie del lote sin construir y una superficie máxima construida equivalente a 1.5 veces la superficie del lote.	El Proyecto del Tren Ferroviario no tiene prohibición o restricción alguna en esta zonificación, por lo tanto no contraviene con este precepto. Previo a las obras del proyecto y sus obras asociadas, se requerirá a la autoridad los permisos y autorizaciones de construcción. Adicionalmente y en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable, Acciones de Reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas en las estaciones, esto solo por mencionar algunas.

Conclusión

Tomando en consideración que el presente Plan de Desarrollo Municipal tiene dentro de sus objetivos, políticas y estrategias el articular el municipio regionalmente con las comunidades periféricas, impulsar el desarrollo urbano y la construcción de infraestructura de servicios públicos, se concluye que el Proyecto Ferroviario resulta congruente, a la luz de lo expuesto líneas arriba.

III.2.3. PROGRAMAS DE DESARROLLO URBANO DEL DISTRITO FEDERAL

A continuación se presentan los siguientes programas y planes de desarrollo urbano correspondientes al Distrito Federal que inciden en el Proyecto del Tren.

III.2.3.1. Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón.

Publicado el 24 de marzo de 2011 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano constituye en un instrumento indispensable para orientar el Desarrollo Urbano y el Ordenamiento Territorial, teniendo como eje fundamental la recuperación del espacio público, como expresión de la voluntad de la ciudadanía para la aplicación transparente de los recursos públicos disponibles, en un marco de acción coordinada entre las distintas instancias a quienes corresponde operarlo y todos los agentes interesados en mejorar la capacidad productiva del Distrito Federal.

Estrategia de desarrollo urbano

Transporte y Vialidad

Mejorar los niveles de movilidad de la población y mercancías tanto al interior de la Delegación como entre ésta y el centro de la ciudad a través del mejoramiento de su estructura vial y el ordenamiento del transporte público, ampliando la oferta de este último y mejorando sus condiciones de seguridad, confort y rapidez.

Transporte Público Masivo

Planear, constituir y operar, a través de la Barranca del Río Becerra, un sistema de transporte público masivo, de tecnologías alternativas, que permita el desplazamiento de grandes volúmenes de población entre la Estación del Metro Observatorio y el Centro Corporativo de Santa Fe. Mejorar la complementariedad entre los diferentes modelos de transporte para disminuir los tiempos de traslado, así como regular y ordenar el trasporte público concesionado.

De las anteriores estrategias se aprecia la necesidad que existe en esta región, pues se necesita dotar a la población de un sistema de transporte masivo que resulte eficiente y agilice su traslado. Por lo anterior el Proyecto Ferroviario ayudará a cumplir con estas metas, en virtud de que su trayecto se plantea del metro Observatorio a la Ciudad de Toluca, con una estación en la zona de Santa Fe, tal y como se menciona en el anterior párrafo.

Usos del Suelo

Zonificación Primaria

Para efectos de Ordenamiento Territorial las 8,114.01 ha de la superficie total de la Delegación se dividen en: Suelo Urbano y Suelo de Conservación.

En este sentido el suelo Urbano se divide en i) Habitacional (H), ii) Habitacional con Comercio en Planta Baja (HC), iii) Habitacional con Oficinas (HO, iv) Habitacional Mixto (HM), v) Centro de Barrio (CB), vi) Industria (I), vii) Equipamiento Público y Privado (E), viii) Espacios Abiertos (EA) y ix) Áreas Verdes (AV).

A continuación se muestra la siguiente tabla en la que se ubican las zonificaciones y políticas por las que incidirán los cadenamientos del Tren. Asimismo es importante señalar que en esta Delegación, el Proyecto cruza en los cadenamientos del Km 49+100 al Km 55+582, en una longitud total de 6.162 Km; sin embargo de acuerdo a los límites delegacionales, la sección del Km 49+100 al Km 49+420 pertenece a la Delegación Cuajimalpa de Morelos, no obstante de que el PDU de esta Demarcación no lo considera, por lo tanto no hay zonificación que abarque el tramo que cruzará este trazo. No obstante, conforme a lo observado en los PDU de Cuajimalpa (1997) y Álvaro Obregón (2011), se infiere que es parte del Programa Parcial de Santa Fe.

Tabla III. 2. 16. Zonificaciones y políticas del Programa Delegacional de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón por las que incidirán los cadenamientos aplicables al Proyecto del Tren Ferroviario.

Politica	Cadenamiento de incidencia		Zonificacion
	Inicio (km)	Final (km)	
Las que establezca el Programa Parcial de Santa Fe	**49+420**	**52+080**	**Ver Zonificación en Programa Parcial de Santa Fe**
El habitacional mixto, contempla la ubicación de vivienda y otros usos mixtos ya sea que los inmuebles localizados se dediquen en su totalidad a un uso específico o se encuentren mezclados.	**52+080**	**52+134**	**Habitacional Mixto (HM)**
Se permitirá la ubicación de inmuebles para equipamiento ya sea público o privado, regido bajo las leyes y reglamentos ambientales y de construcción vigentes.	**55+100** **55+546**	**55+260** **55+582**	**Equipamiento Público y Privado (E)**
Son aquellas áreas verdes de valor ambiental que por sus características naturales son importantes no solamente para la Delegación sino para la Ciudad en su conjunto, por lo que se plantea su recuperación y conservación	**55+260**	**55+546**	**Áreas Verdes (AV)**

En la Figura siguiente se muestra la ubicación del Proyecto en las Zonificaciones de esta Delegación.

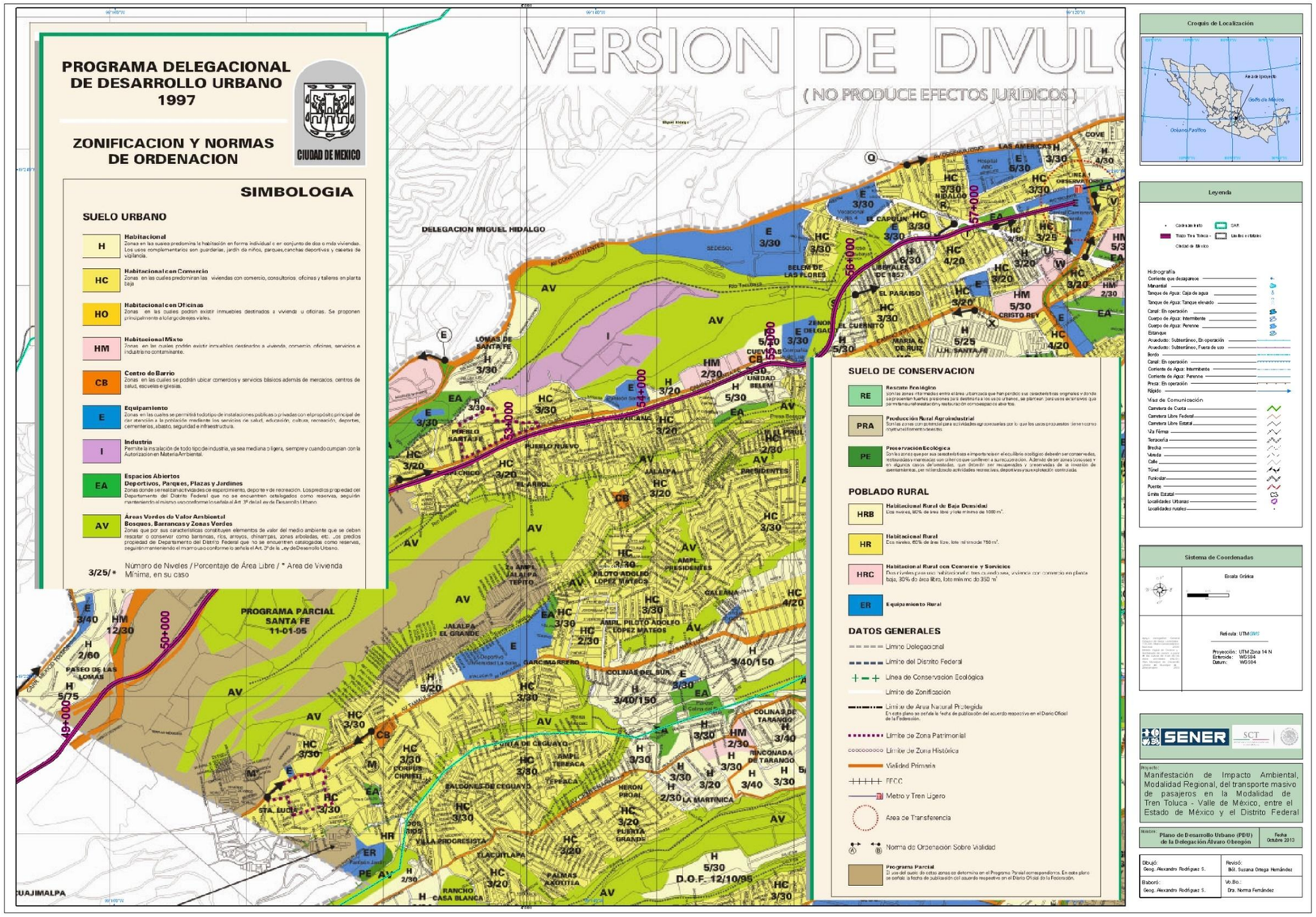


Figura III.2.7. Zonificación de la Delegación Álvaro Obregón, según el Programa Delegacional de Desarrollo Urbano y su ubicación en la Delegación.

En la siguiente tabla podemos ver la vinculación jurídica del Proyecto del Tren con relación a las Zonificaciones y normas de ordenación del Plan de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón por las que incidirá.

Tabla III. 2. 17. Vinculación jurídica de las zonificaciones y normas de ordenación del Plan de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón que resultan aplicables al Proyecto Ferroviario.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
Habitacional Mixto (HM)	**52+080 al 52+134**	Habitacional Mixto (HM).- El uso Habitacional Mixto, permite una mezcla más intensa de usos de suelo, pudiendo coexistir edificios de uso puramente habitacional, con otros de uso comercial, de oficinas, administrativos y de industria no contaminante; ocupa una superficie de 290.09 ha, que representan el 4.73% del Suelo Urbano. Las colonias con esta zonificación son Merced Gómez, Pólvora, San Gabriel, San Pedro de los Pinos, Santa María Nonoalco, Torres de San Antonio, Unidad Habitacional Chilpa.	El proyecto no se contrapone con esta zonificación, debido a que corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo que facilitara el traslado de la población de esta zona. En ninguna de las etapas que requiere la obra, se pretende la construcción habitacional como objetivo o alcance; por lo tanto, no se presentan prohibiciones o restricciones para el emplazamiento del proyecto, en donde se menciona que pueden coexistir usos habitacionales con otros usos, por lo que el Proyecto incidirá únicamente sobre la Av. Vasco de Quiroga en 48 m dentro de falso túnel, por lo que no se contrapone con lo dispuesto en este precepto. Con el objeto de atenuar los impactos se ejecutaran diversas medidas planteadas en el capítulo VI de este estudio.
Áreas Verdes (AV)	**55+260 al 55+546**	Por otra parte las Áreas Verdes, las constituyen las barrancas y cañadas ubicadas en la jurisdicción de la Delegación. Estas comprenden una superficie de 905.24 ha, que representan el 14.76% de la superficie urbana y estarán destinadas para usos que permitan su rescate y conservación.	Es importante mencionar que el proyecto pretende cruzar a la altura del Km. 55+265.29 al Km. 55+570.14 y del Km. 55+640.02 al Km. 56+530.74 por la "Barranca Tacubaya"; zona que actualmente presenta un detrimento en los hábitats originales, ocasionado principalmente por actividades antropogénicas, asentamientos irregulares, vegetación inducida, descarga de aguas residuales, tiraderos clandestinos de basura y residuos de material de construcción. La obra ferroviaria en armonía con el ambiente y mejoramiento de esta zona, pretende incorporar como parte del propio proyecto la conservación y el rescate y recuperación de esta parte de la barranca, para recuperar, dentro de lo posible, las condiciones y servicios ambientales que su

Zonificación	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
			ecosistema brindara otrora; mismas que deberán desarrollarse conforme a las directrices específicas que la autoridad establezca y siguiendo un esquema planificado acorde a las características del terreno. Asimismo, se pretende fomentar acciones tendientes al incremento de la diversidad de especies arbóreas, que permitan mejorar esta área verde de Valor Ambiental, ya que actualmente su cobertura vegetal corresponde a especies introducidas exóticas a México (casuarinas y eucaliptos) y con ello la conservación de las condiciones edafo-climáticas, hidrológicas, así como estéticas y confortables, en contraposición de la urbanización. Particularmente, el Proyecto Ferroviario cruzará por esta zona en viaducto elevado, con el objeto de ocupar la menor área posible y proteger el ambiente y ecosistema, además de que la finalidad de este estudio es evitar dicha afectación y revertir el deterioro existente en esta parte de la barranca. En adición a lo anterior, resulta oportuno mencionar que esta zona presenta gran afectación por disposición inadecuada de residuos, por lo que con el objeto de colaborar con el restablecimiento del ecosistema se implementarán medidas de mitigación además de que se propone realizar trabajos de limpieza y acciones de restauración ecológica en la ladera donde incidirá el proyecto. De igual forma, previo al inicio de obras y actividades, se tramitarán los permisos y autorizaciones ambientales correspondientes, en el sentido de no contravenir con el lineamiento de la Norma. Asimismo se respetara lo señalado por las Normas de Ordenación 5 y 21[1].
Espacios	**55+100 al 55+260**	Cuenta con 196.87 ha, que	Debido a que el Proyecto Ferroviario

[1] Decreto Por El Que Se Reforman, Adicionan Y Derogan Las Normas Generales De Ordenación, Para Formar Parte De La Ley De Desarrollo Urbano Y Del Programa General De Desarrollo Urbano Del Distrito Federal. Publicado en la Gaceta Oficial del D.F. el 8 de abril de 2005.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
Abiertos (EA)	**55+546 al 55+582**	representan el 3.21%. Los principales parques y jardines con que cuenta la Delegación son La Alameda Poniente con 31 ha, Parque Ecológico Las Águilas con 27.8 ha, Parque de la Juventud con 17.9 ha, Parque Las Águilas con 2.8 ha, Parque Axomiatla con 1.96 ha, Plaza 17 de Julio con 1.45 ha, Jardín de la Bombilla con 4.5 ha, Parque Tagle con 2.25 ha, Plaza San Jacinto con 0.72 ha, y El Jardín del Arte con 1.25 ha.	corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo que correrá por viaductos elevados en esta zonificación, no se relaciona de forma directa con lo establecido en la Norma de Uso, no obstante tampoco se presentan prohibiciones o restricciones para su emplazamiento. Asimismo, por su diseño en viaductos elevados, la construcción sobre terreno natural solo consistirá en la cimentación de los pilotes que sostendrán los viaductos, minimizando el emplazamiento sobre el terreno natural y disminuyendo la superficie construida. Adicionalmente el presente Proyecto no considera realizar actividades de desarrollo habitacional como objetivo o alcance. En estas zonas podrán implementarse áreas jardinadas en las estaciones del tren, siempre que no obstruyan o interfieran con la operación de éste. Adicionalmente se implementarán otras medidas dentro las buenas prácticas ambientales con el objeto de atenuar los impactos.

Conclusión

En conclusión, el Proyecto Ferroviario es congruente con las metas trazadas en él, pues dentro de sus objetivos, políticas y estrategias, está la de mejorar la oferta del sistema de transporte público masivo, así como su calidad, que traslade la población de esta Delegación, a la zona comercial de Santa Fe o con el Estado de México; sin embargo, es importante mencionar que con el objeto de no contravenir el sentido de las disposiciones marcadas en sus normas de uso, se están gestionando los permisos y trámites pertinentes con la intención de que las autoridades locales no tengan inconveniente en el emplazamiento del Proyecto. Adicionalmente se implementarán medidas de mitigación en las etapas constructivas y de operación con la intención de atenuar cualquier impacto que pudiera ocurrir por las obras o actividades.

III. 2.3.2. Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa de Morelos

Publicado el 31 de julio de 1997

El Programa Delegacional de Desarrollo Urbano se constituye en un instrumento clave para orientar el proceso de desarrollo urbano en la Delegación Cuajimalpa de Morelos, como expresión de la voluntad ciudadana para la transparente aplicación de los recursos públicos disponibles, en un marco de acción coordinada para las distintas instancias a quienes corresponde operarlo, pero también se convierte en un factor fundamental para promover y estimular la participación de todos los agentes sociales interesados en mejorar la capacidad productiva del Distrito Federal y generar la elevación del nivel de vida de su población.

Sobre el particular es de resaltarse que el Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa en cuestión, fue publicado en el año de 1997, por lo que podría no estar actualizado en relación a los objetivos y políticas que en él se establecen, no obstante más adelante se realiza la vinculación del Proyecto con las zonificaciones establecidas por las que incide.

En contexto, se considera que el Proyecto Ferroviario al representar un sistema de transporte masivo, coadyuvará en mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta región, pues al tratarse de un medio de transporte de esta naturaleza, facilitará su traslado a otras zonas como lo es el Estado de México, reduciendo los tiempos de traslado y disminuyendo las emisiones a la atmosfera.

Estrategia de Desarrollo Urbano

Objetivos Generales

En cuanto al Mejoramiento de la calidad de vida, el Programa General de Desarrollo Urbano 1996 para el Distrito Federal, que es el marco normativo de nivel superior, señala para la Delegación Cuajimalpa lo siguiente:

Objetivos Particulares

Reforzar la estructura urbana planteada a través de las facilidades para la instalación de servicios, comercio y oficinas, así como de las acciones complementarias en vialidad, transporte, estacionamiento, mobiliario e imagen urbana, que permitan un buen funcionamiento para la población y minimice sus desplazamientos.

Zonificación del Suelo Urbano

El actual Plan de Desarrollo Urbano de Cuajimalpa presenta las siguientes Zonificaciones del uso de suelo i) H, Habitacional, ii) HC, Habitacional con Comercio en Planta Baja, iii) HM, Habitacional Mixto, iv) CB, Centro de Barrio, v) E, Equipamiento, vi) EA, Espacios Abiertos, vii) AV, Áreas Verdes de Valor Ambiental, Públicas y Privadas, viii) HRC, Habitacional Rural con Comercio y Servicios, ix) PE, Preservación Ecológica, x) Rescate Ecológico RE

En este sentido el proyecto incidirá sobre las siguientes zonificaciones:

H, Habitacional

Esta zonificación pretende conservar las características habitacionales de los barrios, sin usos que puedan alterar su vocación original, ni la de colonias y fraccionamientos netamente habitacionales.

HM, Habitacional Mixto

Esta zonificación permite la convivencia de giros de comercio, oficinas, equipamiento y pequeña industria y se plantea para zonas de concentración de actividades.

AV, Áreas Verdes de Valor Ambiental, Públicas y Privadas

Se aplica a barrancas, cañadas, escurrimientos y zonas arboladas, principalmente en Suelo Urbano.

PE, Preservación Ecológica

Esta zonificación pretende mantener las características naturales del territorio.

Esta zonificación se propone, entre otras zonas, para los predios que no tienen nomenclatura en el Programa de la Zona especial de desarrollo controlado (Zedec) Xalpa, situados al sur del asentamiento.

HR, Habitacional Rural

Se propone para zonas intermedias con densidades menores al área central, sus usos complementarios son de tipo básico, a fin de evitar desplazamientos. Se propone entre otras zonas, al suroeste de San Mateo Tlaltenango, donde esta zonificación es congruente con las características rurales del poblado.

Rescate Ecológico RE

Comprende las zonas intermedias entre Suelo Urbano, Programas Parciales, Poblados Rurales o zonas colindantes con los bosques del Desierto de los Leones. Tiene una superficie aproximada de 767 ha. y presenta fuertes presiones al norte, por la presencia y expansión de asentamientos humanos. La zonificación de restauración ecológica se asigna a zonas con uso actualmente agrícola de baja productividad, o en algunos casos a matorral o bosque que presentan condiciones para ser invadidos, deberá tenderse a su reforestación como bosque, con especies compatibles a las características de la zona.

Preservación Ecológica PE

Comprende básicamente la zona del parque Miguel Hidalgo conocido como "La Marquesa" con 520 ha., la zona del Desierto de los Leones con 1, 100 ha en Cuajimalpa y las zonas colindantes como áreas de amortiguamiento con una superficie aproximada de 2902 ha. Asimismo, incluyó la zona S.O.S. Operación Desierto. Se compone de 2 tipos de zonas hacia su interior: áreas ocupadas por bosque y áreas de matorral. En las áreas de preservación ecológica el bosque presenta problemas de saneamiento y alteraciones en su masa vegetal por la convivencia de zonas de bosque joven con arbolado enfermo, por lo que será necesario proponer Programas de Manejo para atender su problemática en forma integral, así como la coordinación de acciones entre las Delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón para lograr la conservación de la totalidad del Parque. Se recomienda su adquisición.

En estas zonas se impulsarán actividades congruentes con la reforestación, el saneamiento y la explotación sanitaria del bosque.

A continuación se muestra la siguiente tabla de zonificación y políticas del Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa de Morelos por las que incidirán los cadenamientos del Proyecto Ferroviario.

Tabla III. 2. 18. Zonificaciones y políticas del Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa de Morelos aplicables los cadenamientos del Proyecto del Tren Ferroviario.

Politica	Cadenamiento de Incidencia		Zonificacion
	Inicio (km)	Final (km)	
Esta zonificación pretende mantener las características naturales del territorio. Esta zonificación se propone, entre otras zonas, para los predios que no tienen nomenclatura en el Programa de la Zedec Xalpa, situados al sur del asentamiento.	**37+020** **37+500** **39+520** **39+680** **39+986** **43+360**	**37+240** **39+120** **39+680** **39+986**[2] **43+160** **46+440**	**PE (Preservación Ecológica)**
Se propone para zonas intermedias con densidades menores al área central, sus usos complementarios son de tipo básico, a fin de evitar desplazamientos. Se propone entre otras zonas, al suroeste de San Mateo Tlaltenango, donde esta zonificación es congruente con las características rurales del poblado.	**37+240** **43+160**	**37+500** **43+234**	**HR (Habitacional Rural)**
Comprende las zonas intermedias entre Suelo Urbano, Programas Parciales, Poblados Rurales o zonas colindantes con los bosques del Desierto de los Leones. Tiene una superficie aproximada de 767 ha y presenta fuertes presiones al norte, por la presencia y expansión de asentamientos humanos. La zonificación de restauración ecológica se asigna a zonas con uso actualmente agrícola de baja productividad, o en algunos casos a matorral o bosque que presentan condiciones para ser invadidos, deberá tenderse a su reforestación como bosque, con especies	**39+120** **43+234**	**39+520** **43+360**	**RE (Rescate Ecológico)**

[2] Este tramo le aplica la Zonificación del Programa Parcial de Desarrollo de Xalpa, por tanto se vincula con ese Instrumento.

compatibles a las características de la zona.			
Esta zonificación pretende conservar las características habitacionales de los barrios, sin usos que puedan alterar su vocación original, ni la de colonias y fraccionamientos netamente habitacionales.	**46+440**	**47+000**	**H (Habitacional)**
Se aplica a barrancas, cañadas, escurrimientos y zonas arboladas, principalmente en Suelo Urbano.	**47+000**	**47+170**	**AV (Áreas Verdes de valor ambiental)**
Esta zonificación permite la convivencia de giros de comercio, oficinas, equipamiento y pequeña industria y se plantea para zonas de concentración de actividades.	**47+170**	**47+430**	**HO (Habitacional con Oficinas)**
Esta zonificación favorece la vivienda mezclada con comercio y servicios y se propone casi siempre en las zonas centrales de los poblados, donde se concentran los servicios.	**43+160**	**43+234**	**HRC Habitacional Rural con Comercio**

En la Figura siguiente se presenta la ubicación del Proyecto Ferroviario en las Zonificaciones antes mencionadas.

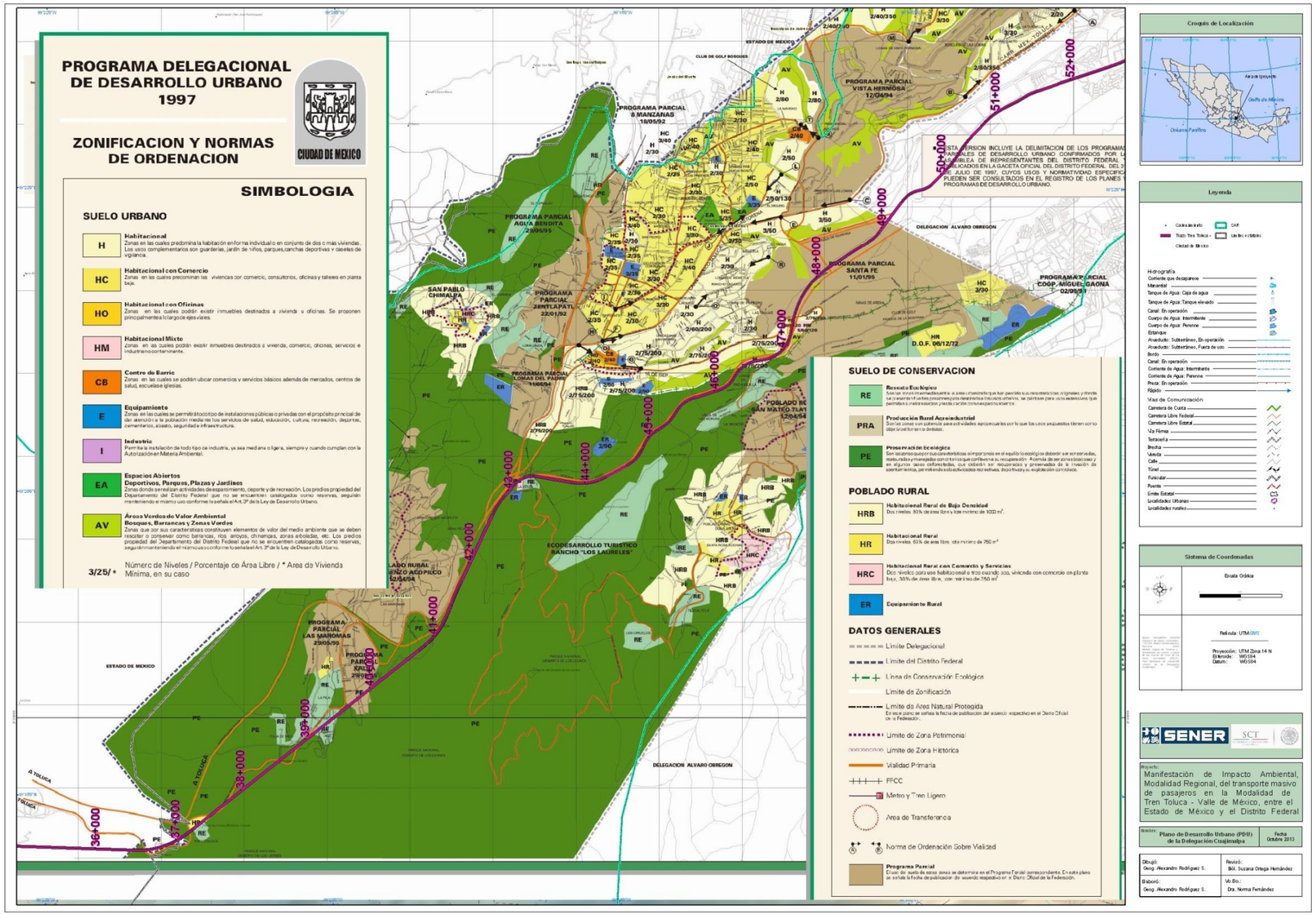


Figura III.2.8. Zonificación de la Delegación Cuajimalpa de Morelos, según el Programa de Desarrollo Urbano Delegacional y ubicación del Proyecto.

En la siguiente tabla veremos la vinculación jurídica del proyecto del Tren Ferroviario, con las políticas y zonificaciones que le son aplicables.

Tabla III 2. 18. Vinculación jurídica del Proyecto del Tren con la zonificación y norma de ordenación del Programa de Desarrollo Urbano de la Delegación Cuajimalpa de Morelos.

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
PE (Preservación Ecológica)	**37+020 al 37+240 37+500 al 39+120 39+520 al 39+680 39+986 al 43+160 43+60 al 46+440**	Sólo se permitirá la construcción cuando se trate de instalaciones vinculadas a actividades relacionadas y afines a los usos permitidos que en ningún caso significarán obras de urbanización. La construcción a cubierto no podrá exceder del 1.0% de la superficie total del terreno, y el acondicionamiento de andadores y vialidades no deberá exceder del 2% de la superficie total del terreno debiendo garantizar la permeabilidad de su superficie. El 97% restante, se sujetará a la silvicultura en los términos que señale la legislación de la materia.	El proyecto Ferroviario propuesto, corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo que se conducirá por esta zonificación por viaducto elevado, reduciendo con esto impactos ambientales significativos con su emplazamiento. NO se pretenden actividades de desarrollo urbano, únicamente se cruzará por dicha superficie; al transcurrir elevado, se considera que tendrá nula posibilidad de contacto para establecimientos de comercios y otras actividades. Se respetarán los límites establecidos de construcción y por su diseño la construcción considera dejar al descubierto la mayor parte de la superficie por la que transcurre, además de que este diseño se realizó con la finalidad de aprovechar más los espacios urbanos y afectar menos los espacios naturales, por lo que se considera congruente con esta Norma. Asimismo se gestionará su emplazamiento con las autoridades locales con el objeto de obtener la anuencia y opinión favorable, implementando adicionalmente una serie de medidas de mitigación que tienen por objeto la reducción y atenuación de los impactos que pueda provocar el Proyecto. Adicionalmente es importante mencionar que se considera la construcción de un túnel desde el Km 36+150 y hasta el Km 40+785.78, librando gran parte de su superficie, por lo que la afectación u ocupación del suelo será menor.
HR (Habitacional Rural)	**37+240 al 37+500 43+160 al 43+234**	19. Estudio de Impacto Urbano En suelo urbano, todos los proyectos de vivienda a partir de 10,000 m^2 de construcción y todos los que incluyan oficinas, comercios, servicios, industria y/o equipamiento a partir de 5,000 (cinco mil) metros cuadrados, deberán presentar, como requisito para la obtención de la licencia de uso de suelo, un	En virtud de que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte masivo, que se conducirá por viaducto elevado en esta zonificación, es congruente y no contraviene con sus lineamientos, pues con su ejecución no se realizaran actividades de desarrollo habitacional. Asimismo en vista de que con sus obras se requerirá ocupar cierta área con su infraestructura, se solicitara la licencia de
H (Habitacional)	**46+440 al 47+000**		
HO (Habitacional con Oficinas)	**47+170 al 47+430**		

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
HRC Habitacional Rural con Comercio	**43+160 al 43+234**	estudio de impacto urbano al entorno el que deberá analizar las posibles afectaciones en los siguientes aspectos: Agua potable, drenaje, vialidad, otros servicios públicos, vigilancia, servicios de emergencia, ambiente natural, riesgos, estructura socio económico.	usos de suelo respectiva. Adicionalmente se cumple con lo establecido en relación a un estudio de la evaluación del impacto ambiental y la contratista a que se le asigne este tramo, deberá realizar el estudio correspondiente de impacto urbano para obtener las autorizaciones locales correspondientes, y en donde se analizarán y diseñarán estrategias para no afectar los servicios que actualmente se brindan en la zona.
RE (Rescate Ecológico)	**39+120 al 39+520** **43+234 al 43+360**	Los usos habitacionales y de servicios, sólo se permitirán en los Programas Parciales; los habitantes del territorio sujeto a Programa Parcial, firmarán un compromiso de crecimiento urbano cero para que el Programa pueda autorizarse. Los usos turísticos, recreativos y de infraestructura no tendrán uso habitacional; en todos los demás usos no se permitirá que más del 3% de la superficie total del predio sea cubierta o pavimentada, aún si se utilizan materiales permeables.	El Proyecto Ferroviario propuesto en este estudio, el cual corresponde a un servicio de transporte público, se conducirá mediante viaductos elevados en esta zona, evitando con esto ocupar la menor área posible del suelo, respetándose los límites máximos establecidos de construcción en esta zonificación. NO corresponde ni planea en ningún momento asentamientos humanos o crecimiento urbano. Por lo anterior el proyecto no se contrapone con su sentido; no obstante con el fin de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable, acciones de Reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas, por mencionar algunas.
AV (Áreas Verdes de Valor Ambiental)	**47+000 al 47+170**	En la zonificación "áreas de valor ambiental" (AV), el área total construida será de hasta el 3% de la superficie del predio y el área de desplante será de hasta 1.5%.	El Proyecto del Tren cruzará una pequeña franja de aproximadamente 172 metros lineales por lo que actualmente es una zona fuertemente antropizada con asentamientos humanos y vialidades. En 50 metros aproximadamente, el proyecto va sobre la servidumbre de paso de la Autopista México-Toluca, que corresponde a una zona previamente perturbada. Posteriormente, va sobre terrenos desprovistos de vegetación. En virtud de que el proyecto genere la menor afectación posible y con el espíritu de ser viable y amigable con el ambiente, se conducirá por viaducto elevado por esta zona, para dar cumplimiento a los límites máximo de ocupación de infraestructura, procurando así buscar la mayor protección del ambiente y

Zonificación	Cadenamiento	Norma de Uso	Vinculación
			ecosistemas. Asimismo en el sentido de provocar el menor número y afectaciones, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable, acciones de Reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas en la zona de las estaciones, por mencionar algunas. (Véase capítulo VI para mayor detalle). De lo anterior se establece que el proyecto no contraviene con los lineamientos de esta zonificación por el contrario con las acciones propuestas, se buscara revertir los daños ocasionados por la actividad humana previa en las zonas perturbadas.

Conclusión

De lo anterior podemos concluir que el Programa de Desarrollo Urbano de esta Delegación requiere ser actualizado pues su publicación es del año de 1997, siendo que el crecimiento de la actividad humana en la Delegación ha sido muy intenso. En relación a las normas de uso en la zonificación es importante establecer que dentro de los objetivos y alcances del Proyecto no se considera el desarrollo urbano o establecimiento de asentamientos humanos, sino el transporte de la población circunvecina a los dos centros urbanos más importantes de la región Centro del País: Ciudad de México-Ciudad de Toluca. Con el diseño en viaductos elevados del Proyecto Ferroviario, se reducirá la infraestructura construida a nivel de suelo por lo que se podrán aprovechar dichos espacios con áreas verdes principalmente, mejorando la imagen urbana de la zona y contrariamente se incidirá menos respecto a los componentes ambientales en zonas en donde actualmente existe vegetación (aunque en pobre estado de conservación), siendo en sí un Proyecto amigable con el ambiente, por lo que en este sentido se establece que el Proyecto no contraviene a los lineamientos establecidos en las zonificaciones por las que cruza según este PDU.

III. 2.3.3 Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos.

Publicado el 10 de abril de 2012 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

El presente instrumento se emitió con el objeto de que los habitantes de la zona de Santa Fe cuenten con un instrumento normativo que satisfaga sus necesidades actuales de planeación del desarrollo urbano, a fin de preservar las zonas habitacionales en armónica relación con las zonas comerciales y de servicios, para que en conjunto se genere un ambiente sano y digno para vivir y trabajar. Más aún en una zona que ha estado sujeta a los vertiginosos cambios de uso de suelo, generando una fuerte especulación inmobiliaria, cambios en la fisonomía urbana, e irregularidad en los usos y construcciones, entre otros, lo que ha traído como consecuencia un deterioro en la calidad de vida de sus habitantes.

Objetivos

El presente Programa Parcial tiene como finalidad ordenar y acondicionar el centro urbano de Santa Fe a fin de reforzar su integración metropolitana, promover su desarrollo sostenido, incluyente y sustentable y garantizar su gobernabilidad. En este sentido y en relación al Proyecto del Tren, en las siguientes líneas se citan los objetivos que resultan congruentes con el presente estudio.

Para la integración metropolitana.

- Consolidar la red carretera y el transporte público de la región poniente del Área Metropolitana de la Ciudad de México para canalizar de forma adecuada los flujos regionales, que teniendo otros destinos, circulan por Santa Fe.
- Articular de forma eficaz a Santa Fe con sus áreas aledañas, en particular con el Centro y Sur de la Ciudad de México, el área de Interlomas y la Ciudad de Toluca, mediante la ampliación, reestructuración y refuerzo de la infraestructura vial y las redes de transporte público.

Para el desarrollo del área urbana

a) Crecimiento sostenido.

- Concluir, complementar, reforzar y modernizar la infraestructura y equipamiento vial, de transporte público, abasto y desalojo del agua y suministro de energía eléctrica del centro urbano, entre otros, a fin de dar respuesta a los limitantes que constriñen su crecimiento en el momento actual.

- Para procurar un razonable funcionamiento de las zonas y colonias consolidadas se requiere:
    1. Mejorar y aumentar las comunicaciones en términos de estructura vial,
    2. Un manejo eficiente y eficaz de la infraestructura, los servicios y el equipamiento urbano

b) Inclusión social y mejoramiento del bienestar.

- Asegurar la comunicación eficiente, cómoda y barata de residentes, empleados y visitantes, modernizando la red vial y de transporte público de Santa Fe.
- Establecer un sistema de transporte público interno que articule sus diferentes zonas, con estaciones de transferencia y paraderos que presten servicios personales a la población trabajadora y visitante, en particular servicios alimentarios.

Tabla III. 2. 19. Zonificaciones del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos que inciden den los cadenamientos del proyecto Ferroviario

Politica	incidencia del Proyecto Ferroviario		Zonificacion
	Inicio (km)	Final (km)	
Esta zonificación permite una mezcla intensa de usos del suelo, en los que pueden coexistir edificios de uso habitacional, con usos como oficinas y administrativos.	**47+430**	**47+860**	**Habitacional Servicios y Oficinas (HSO)**
Esta zonificación reconoce el uso de suelo predominantemente habitacional de la zona, constituida por viviendas unifamiliares y plurifamiliares.	**47+886**	**47+962**	**Habitacional (H)**
Esta zonificación está enfocada a la instalación de servicios principalmente de carácter administrativo y financiero (como bancos, casa de bolsa, etc).	**47+962**	**47+973**	**Subcentro Urbano (SU)**
Zonificación en la que se incluyen espacios públicos como: parques, plazas, jardines públicos, áreas jardinadas, camellones y glorietas, que deberán conservarse e incrementarse en la zona de aplicación del presente Programa Parcial de Desarrollo Urbano.	**47+973** **49+385** **49+500** **51+396**	**48+911** **49+500** **51+303** **52+060**	**Espacios Abiertos (EA).**
Esta zonificación se le asignó al Centro Comercial Santa Fe, permitiendo usos del suelo que garanticen su funcionamiento.	**48+911**	**49+052**	**Centro Comercial (CC). (SIC)**
Comprende predios o inmuebles públicos y privados destinados a proporcionar a la población servicios de educación, salud, cultura, abasto y deportes.	**49+052**	**49+385**	**Equipamiento (E).**
Estos instrumentos se aplican a través de Sistemas de Actuación que pueden ser de tipo social, privado o por cooperación, para el fomento y concertación de acciones, y son susceptibles de	**51+303**	**51+396**	**Polígono de actuación**

Politica	incidencia del Proyecto Ferroviario		Zonificacion
	Inicio (km)	Final (km)	
aplicación en áreas con potencial de reciclamiento y con potencial de desarrollo, para optimizar el aprovechamiento del Suelo Urbano con los usos e intensidad de construcción permitidos, de acuerdo a lo que señala la Ley de Desarrollo Urbano del Distrito Federal y su Reglamento.			
Esta zonificación se presenta en las colonias Jalalpa el Grande, Jalalpa Tepito 2ª ampliación y Carlos A. Madrazo, en donde además de la vivienda, se permite la instalación de comercio y servicios básicos, sólo en planta baja.	**52+060**	**52+107**	**Habitacional (H1).**
Vialidad	**47+860**	**47+886**	**Vialidad**

En la Figura siguiente puede observarse su ubicación en esta Delegación y la zonificación de este Plan Parcial.

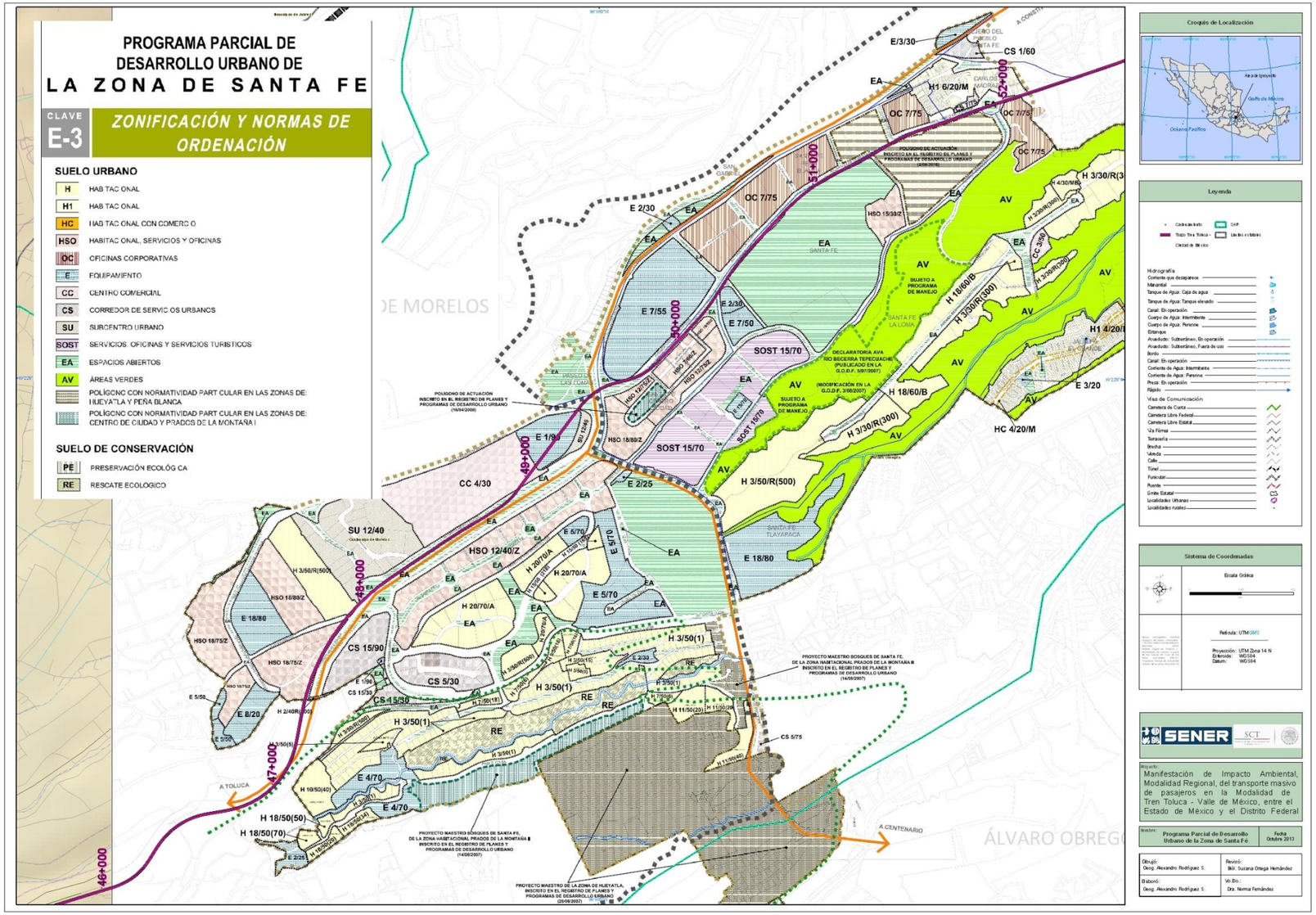


Figura III.2.9. Zonificación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" y ubicación del Proyecto.

En la siguiente tabla veremos la vinculación jurídica del proyecto del Tren, con las zonificaciones y normas de uso que le son aplicables.

Tabla III 2. 20. Vinculación jurídica del Proyecto Ferroviario con las zonificaciones y normas de ordenación del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos que inciden en los cadenamientos del proyecto

Zonificación/ Uso de suelo	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
Habitacional Servicios y Oficinas (HSO)	**47+430 al 47+860**	Estudios de Impacto urbano Previo al registro de cualquier Manifestación, Licencia, Permiso o Autorización, quienes pretendan llevar a cabo alguno de los siguientes proyectos, requerirán el dictamen de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda en materia de Impacto Urbano o Urbano-Ambiental: I. Proyectos de vivienda con más de 10,000 m^2 de construcción. II. Proyectos de oficinas, comercios, servicios, industria o equipamiento con más de 5,000 m^2 de construcción. III. Proyectos de usos mixtos (habitacional, comercio, servicios o equipamiento con más de 5,000 m^2.	En virtud de que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo que se conducirá por viaducto, que se tiene previsto la construcción de una estación en esta zona, No contraviene a estas zonificaciones en virtud de que, como dice el apartado III de esta Norma de Uso Proyectos de usos mixtos, se requieren elaborar los estudios previos para la obención de licencias o permisos. Para el efecto se presenta este estudio que será sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, y así obtener su autorización en esta materia con el objeto de que también las autoridades locales evalúen el proyecto en materia ambiental en el ámbito de su competencia. Asimismo la contratista a quien se asigne la construcción de este tramo deberá presentar el estudio de Impacto Urbano, el cual es requisito indispensable para tramitar los permisos correspondientes, previo al inicio de obras. Es importante comentar además que debido a que transcurrirá en viaducto elevado, su infraestructura y efectos a nivel de suelo, incluyendo la estación, serán mínimos; además de que para evitarlos se implementarán medidas de mitigación con el objeto de reducir impactos en la zona y mejorar la imagen urbana.
Habitacional (H)	**47+886 al 47+962**		
Sub-centro Urbano (SU)	**47+962 al 47+973**		
Centro Comercial (CC). (SIC)	**48+911 al 49+052**		
Equipamiento (E).	**49+052 al 49+385**		
Habitacional (H1).	**52+060 al 52+107**		

Zonificación/ Uso de suelo	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
Vialidad	**47+860 al 47+886**	15 Zonas federales y derechos de vía: Las zonas federales y derechos de vía deberán mantenerse totalmente libres de construcción. En el caso de escurrimientos de agua e instalaciones especiales definidas por los organismos correspondientes, se consideran con zonificación (AV) Áreas de Valor Ambiental, las cuales quedarán sujetas a lo que se señala en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vías de Comunicación y demás ordenamientos en la materia.	El Proyecto Ferroviario se conducirá por viaducto elevado en esta zona, cruzando por el derecho de vía de la Av. Vasco de Quiroga. En este sentido se están realizando las gestiones correspondientes para obtener la anuencia de la autoridad con opinión favorable para el Proyecto. Al conducirse el proyecto principalmente por viaductos elevados, el área a ocupar del derecho de vía será mínima. En este sentido y previo al inicio de obras se solicitará al Gobierno del Distrito Federal, la liberación de dicha zona, tal y como lo ordena la Norma de Ordenación, numero 15; a fin de ser congruentes con lo establecido en esta zonificación. Asimismo en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable, acciones de Reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas que mejoren la imagen urbana.
Espacios Abiertos (EA).	**47+973 al 48+911 49+385 al 49+500 49+500 al 51+303 51+396 al 52+060**	5. Área construible en zonificación denominada espacios abiertos (EA). En la zonificación denominada Espacios Abiertos (EA), el área total construida podrá ser de hasta el 10% de la superficie del predio y el área de desplante podrá ser de hasta el 5%. En dichas áreas, se permitirá la instalación de bibliotecas, centros de información, librerías y demás espacios públicos destinados a la educación, cultura, esparcimiento y recreación, previo dictamen de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y opinión de la Delegación correspondiente. Usos de suelo prohibidos en esta zonificación de acuerdo con la	El Proyecto Ferroviario cruzará esta zona en aproximadamente 3.5 Km lineales por una zona que actualmente está fuertemente perturbada, principalmente por asentamientos humanos e infraestructura vial. El proyecto corre prácticamente en paralelo al D.V. de la Autopista México-Toluca sobre zonas desprovistas de vegetación y dentro de la propia servidumbre de la autopista. En virtud de que la instalación de servicios e infraestructura para el transporte férreo es prohibida por no considerarse en la "Tabla de Usos de Suelo" de este PPDU, es preciso mencionar que actualmente se están realizando las gestiones con las autoridades locales y estatales con el objeto de obtener la anuencia con una opinión favorable para el

Zonificación/ Uso de suelo	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
		TABLA DE USOS DEL SUELO del PPDU de la Zona de Santa Fe en la zonificación (EA): Terminales de Autotransporte Urbano y foráneo. Asimismo en dicha Tabla se establece que Los usos del suelo que no se especifican en esta Tabla, están Prohibidos.	emplazamiento del Proyecto en este sitio (y en otros donde así es requerido). En este sentido y como muestra de cumplimiento se entrega este estudio para su evaluación en materia de impacto ambiental para obtener la autorización para su construcción. Asimismo, el diseño de construcción del Proyecto Ferroviario, se proyecta sobre viaductos elevados en esta zona, incluyendo la estación que se planea instalar que también es elevada. La instalación de infraestructura a nivel de suelo tendrá un porcentaje bajo, consistiendo únicamente en los pilotes (cimentados) que sostendrán los viaductos. Adicionalmente, en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales (que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable), así como acciones de reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas en la zona de las estaciones para mejorar la imagen urbana.
Sobre el Camellón central de la Av. Vasco de Quiroga	**51+318 al 51+412**	Ninguna	El Proyecto Ferroviario, al cruzar por esta zona en viaducto elevado, ocupará una mínima parte del suelo para la instalación de la infraestructura requerida para su construcción; con lo que se estarán respetado los límites máximos permitidos de intensidad de construcción. En este sentido el proyecto es congruente.
Equipamiento	**49+052 al 49+385**		En virtud de que las instalaciones de las estaciones del tren no se consideran en la "Tabla de Usos de Suelo" de este PPDU, es preciso mencionar que actualmente se están realizando las gestiones con las autoridades locales y estatales con el objeto de obtener la anuencia con una opinión favorable para el emplazamiento del Proyecto en este sitio (y en otros donde así es requerido). En este sentido y como muestra de cumplimiento se entrega este estudio para su evaluación en materia de

Zonificación/ Uso de suelo	Cadenamiento	Norma de ordenación	Vinculación
			impacto ambiental para obtener la autorización para su construcción. Asimismo, debido a que el diseño del Proyecto Ferroviario en esta parte contempla viaductos elevados, incluyendo la estación que se planea instalar que también es elevada, la construcción de infraestructura del proyecto ocupará una porción mínima de terreno natural, consistiendo únicamente en el área para desplante de los pilotes (cimentados) que sostendrán los viaductos. Adicionalmente, en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales (que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable), acciones de reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas en la zona de las estaciones para mejorar la imagen urbana.

Conclusión

En virtud de que este Programa Parcial de Desarrollo Urbano de Santa Fe está muy acotado en cuanto a cualquier tipo de construcción dentro de la demarcación que zonifica, actualmente se están realizando las gestiones correspondientes con el Gobierno del Distrito Federal y en tanto sea necesario se realizarán con las autoridades delegacionales correspondientes con la finalidad de obtener la anuencia para el emplazamiento del Proyecto, ya que éste atenderá importantes necesidades públicas que se tienen en la zona en lo referente a movilización de personas mediante un transporte público eficiente. Cabe señalar que la ubicación de un transporte como el que aquí se planea resulta ventajoso en este punto de la ciudad, con tantos conflictos viales para su ingreso. Adicionalmente se puede incluir que dentro de este instrumento, en las políticas y estrategias de planeación están la de consolidar el servicio de transporte público de manera eficiente, el cual este encaminado en comunicar el poniente del Área Metropolitana de la Ciudad de México. En este sentido, al tratarse de un sistema de transporte público masivo, con este proyecto se estaría ayudando no solo a incrementar la calidad de vida de los habitantes de esta región, si no se estarían reduciendo las emisiones a la atmosfera y los conflictos viales en la misma, por lo que el proyecto además de tener armonía con este instrumento, lo tendría con el ambiente y sociedad.

III. 2.3.4 Programa Parcial de Mejoramiento para la zona donde se localiza el asentamiento denominado Xalpa, Delegación Cuajimalpa de Morelos.

Publicado el 29 de mayo de 1995 en el Diario Oficial de la Federación.

El asentamiento humano Xalpa se estableció en el Área de Conservación Ecológica sin ningún control ni planeación, afectando tierras cuyos usos fueron en algún tiempo agrícolas de temporal y forestal; situación que trajo como consecuencia un crecimiento anárquico de la zona, la depredación de sus elementos naturales y la ocupación de sus áreas destinadas a sus usos originales.

En este sentido el presente instrumento fue emitido con el objeto de establecer un uso de suelo acorde con las características de la zona y su población residente, dar las posibilidades normativas de que regularicen la tenencia de la tierra y de las construcciones existentes, la construcción de nuevas viviendas y la introducción de servicios entre otros.

Sobre el particular vale la pena destacar que este Programa Parcial, a la luz de la realidad actual resulta obsoleto, pues las condiciones bajo las cuales fue emitido han cambiado drásticamente desde su publicación, ya que fue decretado en el año de 1995. No obstante, el proyecto ha buscado ser congruente con las disposiciones establecidas en este Programa.

A continuación se presenta la siguiente tabla en la que se establece las zonificaciones en las que incidirán los cadenamientos del Proyecto del Tren.

Tabla III. 2. 21. Zonificaciones del Programa Parcial de Mejoramiento para la zona donde se localiza el asentamiento denominado Xalpa, Delegación Cuajimalpa de Morelos que inciden en los cadenamientos del proyecto del Tren

incidencia del Proyecto Ferroviario		Zonificacion
Inicio (km)	Final (km)	
39+542	39+752	PEFR Protección Especial Forestal Restringido
39+752 39+935 40+147	39+863 40+086 40+205	HZB Habitacional de Densidad Baja
39+863	39+935	ED Equipamiento Deportivo
40+086	40+147	AV Área Verde

En la siguiente tabla se presenta la vinculación jurídica del Proyecto ferroviario con las zonificaciones del presente Programa Parcial por las que incidirá.

Tabla III 2. 22. Vinculación jurídica del Proyecto del Tren con las zonificaciones y normas del Programa Parcial de Mejoramiento para la zona donde se localiza el asentamiento denominado Xalpa, Delegación Cuajimalpa de Morelos

Zonificación	Cadenamiento	Norma	Vinculación
PEFR Protección Especial Forestal Restringido	**39+542 al 39+752**	Ninguna	Toda vez que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público masivo y que en esta zona cruzará por túnel (del cadenamiento Km 36+150.00 al 40+785.78, a una profundidad promedio de 60 m), se puede señalar que no se contrapone con la vocación actual de esta zonificación. En adición a lo anterior es de resaltarse que el objeto de este estudio es la construcción del proyecto considerando la protección del ambiente y sus recursos naturales, por lo que se evitará afectar los componentes ambientales existentes aunque sean escasos ya en esta zona. Por lo que, en el sentido de ocasionar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales (que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable), acciones de reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas jardinadas en las zonas destinadas para las estaciones, por mencionar algunas.
HZB Habitacional de Densidad Baja	**39+752 al 39+863 39+935 al 40+086 40+147 al 40+205**	Se podrá construir vivienda nueva o ampliar la existente, de acuerdo con las superficies que se mencionan. Superficie de lote 600, superficie permeable 80, superficie máxima de construcción 240 altura 6.00m.	
ED Equipamiento Deportivo	**39+863 al 39+935**	Superficie máxima de construcción 0.05 v.a.t. altura 6.00m.	
AV Área Verde	**40+086 al 40+147**	Ninguna	

III.3 VINCULACIÓN CON LAS POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y ÁREAS DE INTERÉS ECOLÓGICO

En el presente punto se vincularán las actividades y obras del Proyecto Ferroviario con las políticas de desarrollo, la vocación y el potencial productivo del suelo de acuerdo a los Ordenamientos Ecológicos del Territorio de lo general a lo particular.

III.3.1. VINCULACIÓN CON POLÍTICAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO

III.3.1.1. Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 7 de septiembre de 2012.

Este Instrumento es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional, vincula las acciones y programas de la Administración Pública Federal y las entidades paraestatales en el marco del Sistema Nacional de Planeación Democrática. De conformidad con el Artículo 34 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico, las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal deberán observar el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio en sus programas operativos anuales, en sus proyectos de presupuestos de egresos y en sus programas de obra pública.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma D.O.F. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del Programa de Ordenamiento Ecológico está integrada por la regionalización ecológica (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los lineamientos y estrategias ecológicas para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

Regionalización Ecológica

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

Las regiones ecológicas se integran por un conjunto de UAB que comparten la misma prioridad de atención, de aptitud sectorial y de política ambiental. Con base en lo anterior, a cada UAB le fueron asignados lineamientos y estrategias ecológicas específicas, de la misma manera que ocurre con las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) previstas en los Programas de Ordenamiento Ecológico Regionales y Locales.

Las áreas de atención prioritaria de un territorio, son aquellas donde se presentan o se puedan potencialmente presentar, conflictos ambientales o que por sus características ambientales requieren de atención inmediata para su preservación, conservación, protección, restauración o la mitigación de impactos ambientales adversos. El resultado del análisis de estos aspectos permitió aportar la información útil para generar un consenso en la forma como deben guiarse los sectores, de tal manera que se transite hacia el desarrollo sustentable. Se establecieron 5 niveles de prioridad: Muy alta, Alta, Media, Baja y Muy baja. Dentro de éstos el muy alto se aplicó a aquellas UAB que requieren de atención urgente porque su estado ambiental es crítico y porque presentan muy alto o alto nivel de conflicto ambiental, por otro lado el nivel muy bajo se aplicó a las UAB que presentan un estado del medio ambiente estable a medianamente estable y conflictos ambientales de medio a muy bajo.

Conforme a lo dispuesto en el Artículo 24 del ROE, las áreas de aptitud sectorial se identificaron de manera integral en el territorio sujeto a ordenamiento, a través de las UAB en las que concurren atributos ambientales similares que favorecen el desarrollo de los programas, proyectos y acciones de las dependencias y entidades de la APF. Así, tal como se aprecia en las Fichas Técnicas del Anexo 2 del presente documento, en cada una de las UAB se identificaron las aptitudes de los sectores presentes, así como aquellos que presentaban valores de aptitud más altos, tomando en consideración las políticas ambientales y la sinergia o conflicto que cada sector presenta con respecto a los otros sectores con los que interactúan en la misma UAB.

Siguiendo los lineamientos del presente instrumento, en la Tabla III.3.1., se describe la incidencia del trazo del Proyecto en la Región ecológica correspondiente y en la Tabla III.3.2 sus características; señalando que del cadenamiento Km -0+623.28 al Km 23+020, el proyecto incide por la Región ecológica 14.14, y del cadenamiento Km 23+020 al Km 58+000 sobre la Región Ecológica 14.16.

Tabla III.3.1. Incidencia del Proyecto en la Región Ecológica del PEOGT.

Región Ecológica	Tramo por el que incide		Política Ambiental
	Cadenamiento Inicio	Cadenamiento Final	
14.14 AUB 120	-0+623.28 0+000	0+000 23+020	Aprovechamiento sustentable, Protección, Restauración y Preservación
16.16 AUB 121	23+020	58+000	

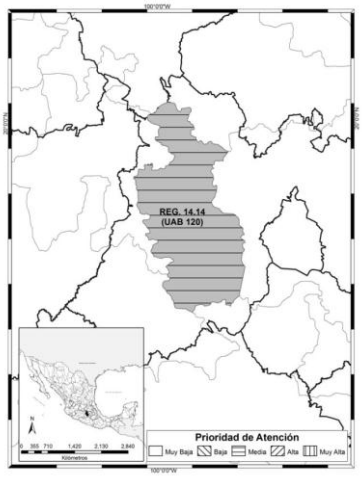
Tabla III.3.2. Características de las Regiones Ecológicas por las que incide el Proyecto Ferroviario

Clave Región	UAB	Nombre de la UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Política Ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias Sectoriales
14.14	120	Depresión de Toluca	Desarrollo social Industria	Forestal	Agricultura Ganadería Minería	Aprovechamiento sustentable, Protección, Restauración y Preservación	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 16, 17, 24, 25, 26, 27, 28, 29, **30, 31, 32**, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44
14.16	121	Depresión de México	Desarrollo social Turismo	Forestal Industria Preservación de flora y fauna	Agricultura Ganadería Minería	Aprovechamiento sustentable, Protección, Restauración y Preservación	Media	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 15BIS, 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

Según la información anterior relativa a las "estrategias sectoriales" que le aplican a cada Región Ecológica y UAB por las que incide el Proyecto, a continuación en las siguientes Tablas (Tabla III.3.3 y Tabla III.3.4) de forma específica se vincularán únicamente aquellas Estrategias que están relacionadas con la naturaleza del Proyecto Ferroviario y que son las concernientes a "Infraestructura y equipamiento urbano y regional". Adicionalmente, de forma resumida se proporciona información de cada una de las Regiones Ecológicas bajo análisis.

En el Anexo III.1. Se presentan todas las Estrategias aplicables a la Región Ecológica 14.14 y 14.16, únicamente para que se tenga el conocimiento general de las Estrategias que las conforman y que no están relacionadas con el Proyecto Ferroviario.

Tabla III.3.3. Características de la Región Ecológica 14.14 y Vinculación de las Estrategias que son aplicables con el Proyecto.

Región Ecológica: 14.14		
	Unidad Ambiental Biofísica que la compone: **120. Depresión de Toluca** Localización: Centro y noroeste del Estado de México	
Superficie en km^2 **6,172.14 km^2**	Población Total **2,747,174 hab**	Población Indígena **Mazahua-Otomí**
Estado Actual del Medio Ambiente 2008	Inestable. Conflicto Sectorial Bajo. Baja superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es de alta a media. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Media. Porcentaje de Cuerpos de agua: Baja. Densidad de población (hab/km^2): Alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 90.5. Alta marginación social. Medio índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Medio indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Muy alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Medio porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de subsistencia. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.	
Escenario al 2033	Inestable a crítico	
Política Ambiental	Aprovechamiento Sustentable Protección, Restauración y Preservación	
Prioridad de Atención	Media	

Estrategias UAB 120 Vinculables con el Proyecto Ferroviario Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
Tipo	**No. de Estrategia**	**Vinculación con el Proyecto**
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	Si bien el Proyecto Ferroviario no es una red carretera, esta vía férrea es una vía de comunicación, por lo que en este sentido el proyecto como infraestructura desde su objetivo primario, pretende coadyuvar con la integración de la región al comunicarla entre sí con varios de los municipios que la conforman ofreciendo mayor seguridad y accesibilidad a la población por lo que es congruente con esta Estrategia.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	La implementación del Proyecto Ferroviario es parte fundamental para propiciar condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras y competitivas al contar con una vía de comunicación bien estructurada en donde el costo-beneficio del Proyecto es compatible con dicha Estrategia, asimismo es imprescindible mencionar que su ubicación está considerada para afectar lo menos posible los componentes ambientales que conforman la región.
	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.	El Proyecto Ferroviario como tal, no tienen que ver con la expansión urbana, (las estaciones están planteadas en zonas que ya son de por si urbanas), por lo que no le aplica esta Estrategia, sin embargo debe considerarse como una pieza fundamental para el desarrollo económico al generar empleos temporales y permanentes y al permitir a la población desplazarse con mayor facilidad a sus centros de trabajo entrando por sí mismo en la dinámica del desarrollo de la región y compitiendo con gran ventaja por sobre las vías carreteras de la región en el plano ambiental a largo plazo al generar menos impactos ambientales.

Tabla III.3.4. Características de la Región Ecológica 14.16 y Vinculación de las Estrategias que son aplicables con el Proyecto.

Región Ecológica: 14.16	
	Unidad Ambiental Biofísica que la compone: **121. Depresión de México** Localización: **En los estados de México y Morelos. Alrededor del Distrito Federal**

Región Ecológica: 14.16		
Superficie en km²	Población Total	Población Indígena
14,321.74 km²	**22,146,667 hab**	**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/km2): Muy alta. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Déficit de agua superficial. Déficit de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 56.6. Muy baja marginación social. Muy alto índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Medio hacinamiento en la vivienda. Alto indicador de consolidación de la vivienda. Bajo indicador de capitalización industrial. Bajo porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola: Sin información. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera.	
Escenario al 2033	Muy Crítico	
Política Ambiental	Aprovechamiento Sustentable Protección, Restauración y Preservación	
Prioridad de Atención	Media	

Estrategias UAB 121 Vinculables con el Proyecto Ferroviario Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
Tipo	**No. de Estrategia**	**Vinculación con el Proyecto**
D) Infraestructura y equipamiento urbano y regional.	30. Construir y modernizar la red carretera a fin de ofrecer mayor seguridad y accesibilidad a la población y así contribuir a la integración de la región.	Si bien el Proyecto Ferroviario no es una red carretera, esta vía férrea es una vía de comunicación, por lo que en este sentido el proyecto como infraestructura desde su objetivo primario, pretende coadyuvar con la integración de la región al comunicarla entre sí con varios de los municipios que la conforman ofreciendo mayor seguridad y accesibilidad a la población por lo que es congruente con esta Estrategia.
	31. Generar e impulsar las condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras, competitivas, sustentables, bien estructuradas y menos costosas.	La implementación del Proyecto Ferroviario es parte fundamental para propiciar condiciones necesarias para el desarrollo de ciudades y zonas metropolitanas seguras y competitivas al contar con una vía de comunicación bien estructurada en donde el costo-beneficio del Proyecto es compatible con dicha Estrategia, asimismo es imprescindible mencionar que su ubicación está considerada para afectar lo menos posible los componentes ambientales que conforman la región.
	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.	Como se señaló con anterioridad, el Proyecto Ferroviario como tal, no tienen que ver con la expansión urbana, por lo que no le aplica esta Estrategia, sin embargo debe considerarse como una pieza fundamental para el desarrollo económico al generar empleos temporales y permanentes y al permitir a la población desplazarse con mayor facilidad a sus centros de trabajo entrando por sí mismo en la dinámica del desarrollo de la región y compitiendo con gran ventaja por sobre las vías carreteras en el plano ambiental a largo plazo al generar menos impactos ambientales.

En la Figura III.3.1. Se ilustra la ubicación del trazo del Proyecto Ferroviario respecto a las Regiones Ecológicas del POEGT, así como de las UAB por las que el Proyecto incide.

Conclusión:

De acuerdo con el análisis realizado en este Ordenamiento, es importante destacar que el Proyecto en comento dentro de la Unidades Ambientales Biofísicas que este instrumento contempla, no presenta ningún tipo de prohibición y/o restricción para su implementación, siendo además congruente con las políticas de mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana.

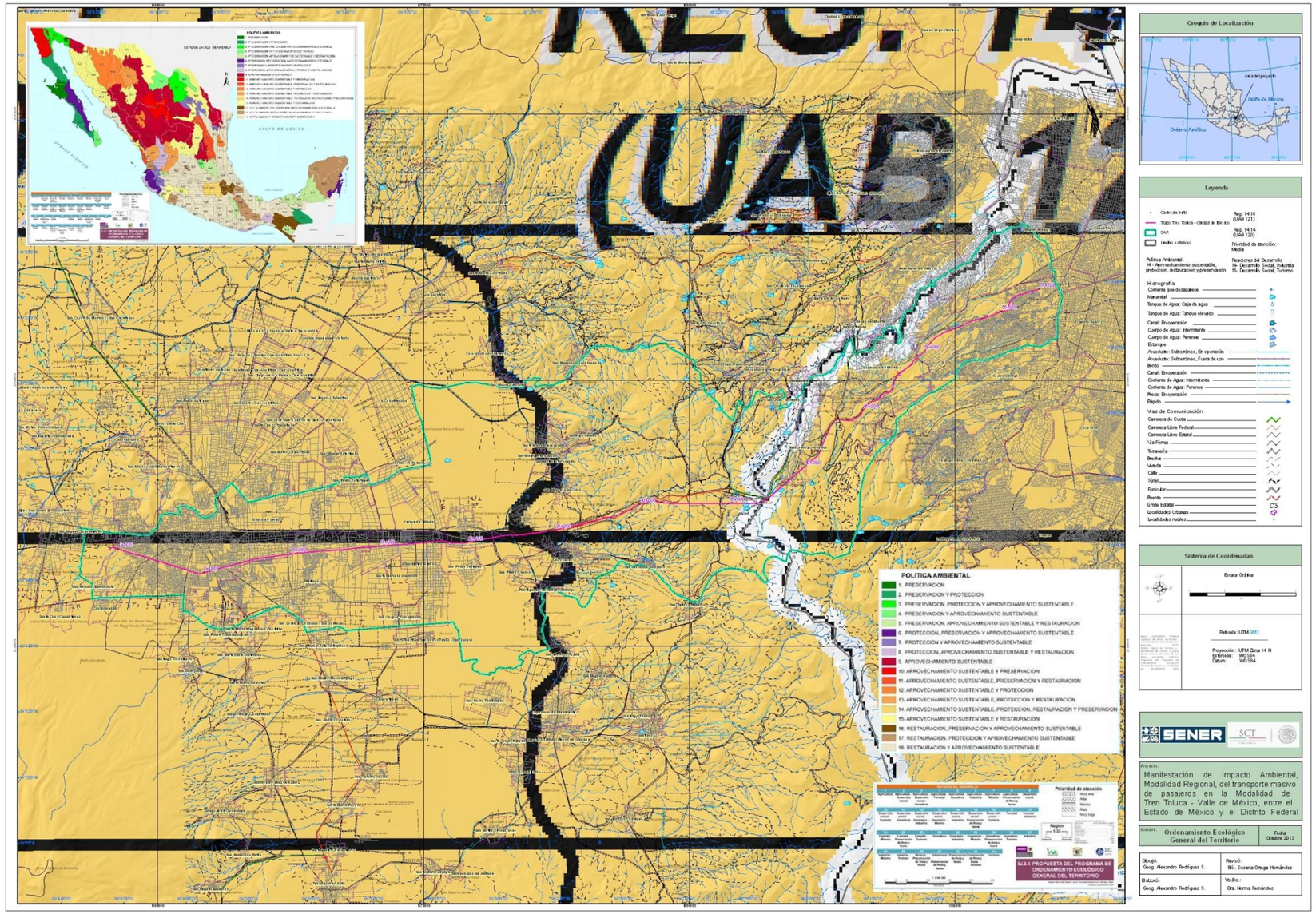


Figura III.3.1. Ubicación del Proyecto Ferroviario en las Regiones Ecológicas del POEGT.

III.3.1.2. Vinculación con el Modelo de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México (MOETEM)

Publicado en la Gaceta Oficial del Gobierno del Estado de México el 19 de Diciembre del 2006. Última actualización el 27 de Mayo del 2009

Este instrumento de Planeación es de competencia Estatal y Regional en el territorio del Estado de México. Asimismo pretende establecer la legislación ambiental para regular o inducir el uso del suelo y las actividades productivas, con el fin de lograr la protección del medio ambiente y la conservación y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a partir del análisis de las tendencias de deterioro y las potencialidades de aprovechamiento de los mismos. Asimismo determina las distintas áreas ecológicas que se localizan en el territorio describiendo sus atributos físicos, bióticos y socioeconómicos, así como el diagnóstico de sus condiciones ambientales; regular fuera de los centros de población, los usos de suelo con el propósito de proteger el ambiente, conservar, restaurar y aprovechar de manera sustentable los recursos naturales respectivos.

De acuerdo con este Modelo de Ordenamiento el 26.55% del Territorio Estatal tiene la política de Protección, el 35.16% presenta Política de Conservación, el 6.33% presenta política de Restauración y el 31.96% tiene una política de Aprovechamiento. En lo que refiere a los usos predominantes del suelo la superficie del Estado de México se distribuye de las siguiente forma: Agrícola con el 42.09%; Áreas Naturales Protegidas con el 25.43%; Forestal con el 16.33%; Flora y Fauna con el 4.18 %, Pecuario con el 9.54%; Cuerpos de Agua con el 1.31%; Acuacultura con el 0.53% y Uso Minero con el 0.59 %.

La delimitación del área del Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México se circunscribe a su límite político administrativo, el cual comprende 125 Municipios en 2,249,995 ha.

Regionalización Ecológica

La Planeación desde el Punto de vista Ambiental se desarrolló a partir de las premisas siguientes:

a) La unidad de estudio fue la región, entendida como el espacio geográfico compuesto de un conjunto de ecosistemas interactuantes entre sí.
b) La región fue vista como un sistema a partir del cual fue posible establecer balances regionales entre la disponibilidad, la demanda y el deterioro de los recursos naturales.
c) El desarrollo regional se condicionó a las políticas aplicables, más la disponibilidad de los recursos naturales.

d) La estructura social y sus procesos históricos dentro de una región fueron los factores clave para incorporar, asimilar, modificar o rechazar los paquetes tecnológicos impulsados por las políticas de desarrollo

Tipificación Ecológica

Con base en los criterios emitidos por la Comisión de Cooperación Ambiental, como por el Instituto Nacional de Ecología de la SEMARNAT, se realizó la tipificación ecológica mediante un análisis multivariado de factores, lo que dio como resultado la identificación de 713 unidades territoriales homogéneas y jerárquicamente organizadas que se denominan Unidades Ecológicas, las cuales tienen como objetivo el orientar el aprovechamiento de los recursos naturales en función de las cualidades particulares de cada una de ellas.

Políticas Ambientales

El presente modelo de ordenamiento incluye cuatro políticas ambientales que se describen en la Tabla III.3.5, a continuación.

Tabla III.3.5. Políticas Ambientales que considera el MOETEM.

Tipo de Política	Descripción
Protección	Esta política promueve la permanencia de ecosistemas nativos, que debido a sus atributos de biodiversidad, extensión o particularidad en la unidad ambiental hacen imprescindible su preservación y cuidado extremo con el objeto de salvaguardar su biodiversidad. Estas áreas son susceptibles de convertirse en áreas naturales protegidas en el ámbito municipal, estatal o federal, en estos casos las actividades productivas solo podrán desarrollarse mediante un Programa de Conservación y Manejo en atención a los intereses de la comunidad, el 26.55% del Territorio estatal presenta este tipo de política donde el criterio más importante es la biodiversidad.
Conservación	Esta política se condiciona al territorio que presenta condiciones ambientales en equilibrio, por lo cual la estrategia sustentable es de preservación, mantenimiento y mejoramiento de su función ecológica relevante, que garantice la permanencia, continuidad reproducción y mantenimiento de los recursos. En esta política se permiten actividades productivas de acuerdo a la factibilidad ambiental con restricciones moderadas que aseguran su preservación sin promover el cambio de uso del suelo. Esta política cuenta con el 35.16% del territorio estatal y en ella se incluye la zona de vegetación arbolada de baja densidad. • **Modificación a la política de conservación (Gaceta del Gobierno 27/05/2009)** En aquellas regiones en las cuales los ecosistemas se encuentren significativamente alterados por el cambio de uso de suelo derivado de actividades humanas o factores naturales, se permitirá, con restricciones, la instalación de infraestructura agrícola, pecuaria, hidroagrológica, abastecimiento urbano o turístico que garantice el beneficio ambiental y social de la región, previo cumplimiento del procedimiento de evaluación ambiental.
Restauración	Esta política refiere a las unidades ambientales que presentan alteraciones en el equilibrio ecológico muy severas, haciendo necesaria la implementación de acciones tendientes a la recuperación y restablecimiento de las condiciones que propician la evolución y continuidad de los procesos naturales. Mediante esta política se promueve la aplicación de Programas y actividades, encaminadas a la recuperación de los ecosistemas, promoviendo o no el cambio del uso del suelo. En estos casos se permiten

Tipo de Política	Descripción
	actividades productivas de acuerdo a la factibilidad ambiental con restricciones moderadas. El 6.33% del territorio estatal se rige bajo esta política, identificándose con los procesos de degradación más significativos en las zonas urbanas.
Aprovechamiento	Esta política refiere a las unidades ambientales que 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 ecosistemas, promoviendo la permanencia o el cambio del uso del suelo actual. Esta política cubre el 31.96% del territorio estatal reflejando el uso adecuado del suelo.

Adicionalmente, este Modelo de Ordenamiento contempla cinco tipos de fragilidad que les otorga a las unidades ambientales consistentes en: Mínima, Baja, Media, Alta y Máxima.

Según la clasificación del territorio en el Estado de México, los Municipio de esta entidad por los que incide el Proyecto pertenecen a dos Regiones: la Región VII Lerma, conformada por los Municipios de Lerma, Ocoyoacac y San Mateo Atenco; y la Región XII Toluca con los Municipios de Toluca, Metepec y Zinacantepec. Cabe señalar que los 58.363 km de longitud total del Proyecto, éste cruza únicamente por algunas de las Unidades Ecológicas que conforman las demarcaciones de los Municipios mencionados anteriormente, por lo que en la Tabla III.3.6, se describen las características de dichas unidades de acuerdo a la incidencia del Proyecto.

Tabla III.3.6. Unidades Ecológicas y sus características por Municipio por los que incide el Proyecto Ferroviario*.

Región del MOETEM	Municipio	Unidad Ecológica	Clave de la Unidad	Uso Predominante	Fragilidad Ambiental	Política Ambiental	Criterios de Regulación Ecológica
VII Lerma	Lerma	13.4.2.087.024	Ca-5-24	Cuerpo de Agua	Máxima	Protección	166-170,186-188,191-196,200-203
		13.4.2.075.671	Ag-4-671	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
	Ocoyoacac	13.4.2.075.671	Ag-4-671	Agricultura	Alta	Conservación	109-131,170-173,187,189,190,196
		13.4.2.023.537	Fo-3-537	Forestal	Media	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
		13.4.2.011.269	Fo-4-269	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
		13.4.2.013.272	Fo-4-272	Forestal	Alta	Conservación	143-165,170-178,185,196,201-205
		13.4.2.023.183	An-5-183	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
		13.4.2.022.305	An-5-305	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
		13.4.2.013.267	An-5-267	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
	San Mateo Atenco	13.4.2.075.218	Ag-4-218	Agricultura	Alta	Conservación	1-28
		13.4.2.087.024	Ca-5-24	Cuerpo de Agua	Máxima	Protección	166-170,186-188,191-196,200-203
XIII Toluca	Toluca	13.4.2.075.418	An-5-418	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108
		13.4.2.075.218	Ag-4-218	Agricultura	Alta	Conservación	1-28
	Metepec	13.4.2.075.218	Ag-4-218	Agricultura	Alta	Conservación	1-28
	Zinacantepec	13.4.2.075.418	An-5-418	Área Natural Protegida	Máxima	Protección	82-108

*** Nota: Se repiten la Unidades Ecológicas por Municipio por los que incide el Proyecto, de acuerdo a como las comparten en su demarcación.**

De la anterior Tabla y para una mayor comprensión de la incidencia del proyecto en las Unidades Ecológicas según el MOETEM, en la Tabla III.3.7, se pueden identificar los tramos del Proyecto Ferroviario por Unidad Ambiental.

Tabla III.3.7. Tramos del Proyecto Ferroviario por Unidad Ambiental.

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Municipio(s)
	Inicio	Final	
An-5-418	-0+623	0+158	Toluca
Ag-4-218	0+158	15+459	Toluca/ Metepec/ Sn Mateo Atenco
Ca-5-24	15+459	19+455	Sn Mateo/ Lerma
Ag-4-671	19+455	22+334	Lerma/Ocoyoacac
Fo-4-269	22+334	27+835	Ocoyoacac
Fo-3-537	27+835	28+538	
Fo-4-272	28+538	28+749	
An-5-305	28+749	30+537	
An-5-183	30+537	30+770	
An-5-305	30+770	31+905	
An-5-183	31+905	32+598	
An-5-305	32+498	32+653	
An-5-267	32+653	36+978	

En la Figura III.3.2. Se puede observar con mayor detalle lo descrito en la Tabla anterior, en dicha Figura puede notarse como la mayor parte del trazo ferroviario que cruza por el Estado de México lo hace sobre la superficie del Municipio de Ocoyoacac.

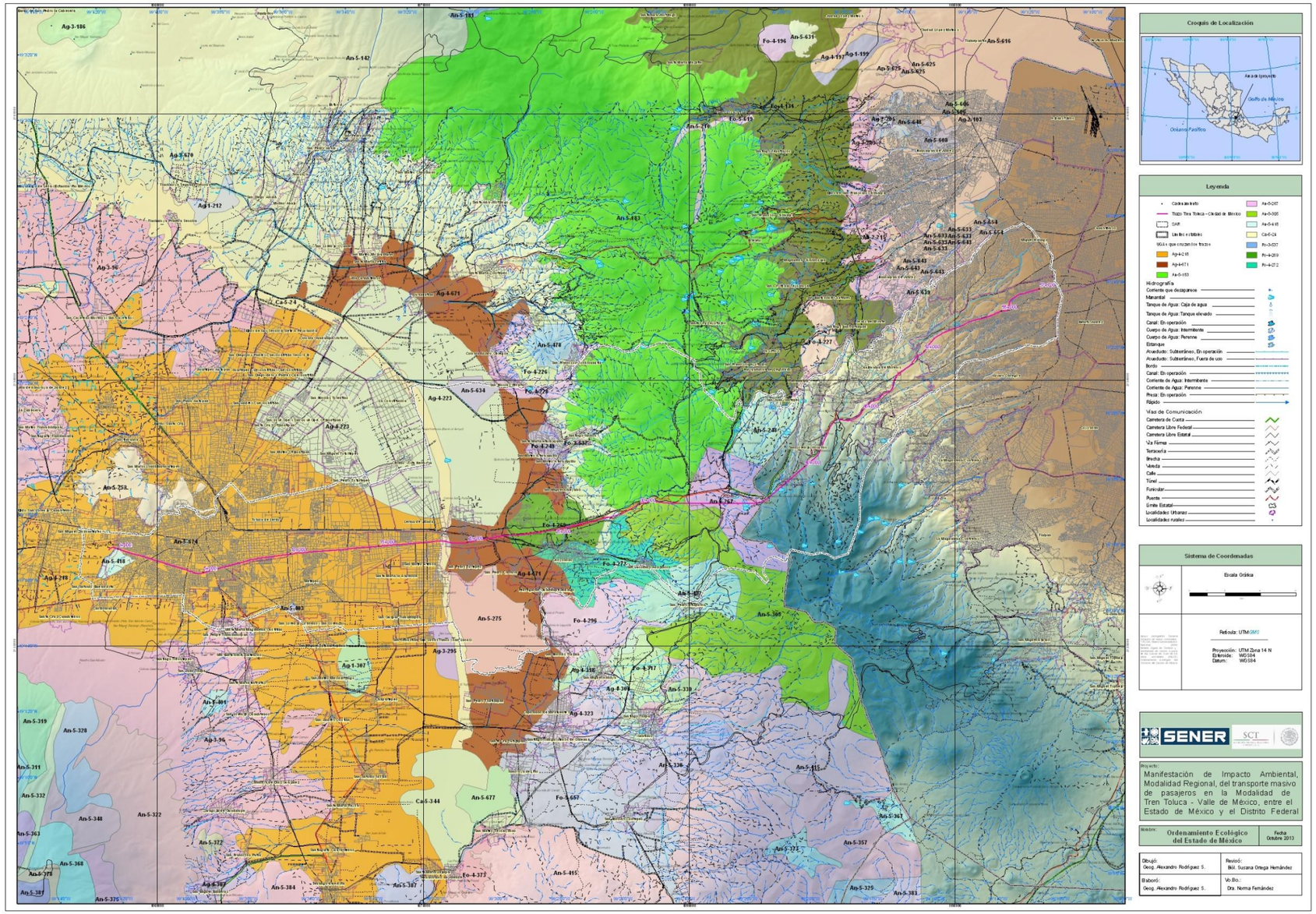


Figura III.3.2. Trazo del Proyecto Ferroviario respecto a las Unidades Ecológicas del MOETEM.

Criterios de Regulación Ecológica

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de México plantea 205 criterios de regulación, los cuales consisten en recomendaciones para ser consideradas en los siguientes ámbitos:

a) Desarrollo urbano

b) Desarrollo rural

c) Actividad minera

d) Manejo de áreas naturales protegidas.

En complemento a la información anterior, en la Tabla III.3.8, se presentan los criterios de regulación ecológica que prescriben las actividades permitidas y no permitidas en cada unidad ecológica que cruza el trazo ferroviario. Asimismo es importante señalar que los criterios que definen cada una de las Unidades Ecológicas por las que incide el trazo del Proyecto, no son aplicables con las obras y actividades que este considera respecto a una obra de Infraestructura (construcción de una vía férrea y transporte masivo regional); no obstante a continuación y en atención a poder establecer medidas precautorias, de mitigación por las afectaciones que pudieran causarse al ambiente se resaltan aquellos criterios de regulación de las UA, relacionados con actividades que requiere el Proyecto en sus diferentes etapas. Adicionalmente en el Anexo III.2 se presentan todos los criterios que no están relacionados con el Proyecto y que regulan las UA referenciadas.

Tabla III.3.8. Vinculación de las obras y actividades del Proyecto Ferroviario aplicables con los criterios de regulación ecológica de las unidades por las que este incide.

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
An-5-418	-0+623 al 0+158		**84.** Se promoverá el impulso a las actividades productivas acordes al decreto, quedando sujetas a la evaluación en materia de impacto ambiental federal o estatal correspondiente. Queda restringida la posibilidad de establecer asentamientos humanos.	El presente Proyecto no considera dentro de sus alcances y objetivos la posibilidad de establecer Asentamientos Humanos por lo que no le aplica de forma directa este precepto, no obstante es congruente en el sentido de que como parte de sus medidas de prevención, control y mitigación promoverá el impulso de actividades acordes al decreto relativas a la conservación y preservación del medio ambiente y sus componentes. Asimismo se presenta a esta Dirección General la MIA-R del proyecto Ferroviario para que sea evaluada quedando sujeta a las disposiciones y/o condicionantes que de ello resulten, siendo congruente con este precepto.
An-5-305	32+498 al 32+653			
An-5-183	31+905 al 32+598			
An-5-267	32+653 al 36+978			

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
			86. Se deberán regular las actividades productivas y recreativas, con énfasis en la protección a las zonas de anidación y reproducción de fauna, así como contar con el visto bueno de la dependencia encargada de la administración.	El Proyecto no contraviene a este precepto, en virtud de que se considera como medida de Prevención y Mitigación por los impactos que pueda ocasionar el proceso constructivo, primeramente la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de la posible fauna ocurrente a las superficies destinadas para el Proyecto, el cual además será presentado para su Autorización y Visto bueno a esta Dirección General, protegiendo con esto las zonas de anidación y reproducción de fauna que pudieran encontrarse en los sitios de construcción del Proyecto. Asimismo es importante señalar que la ubicación del Proyecto la cual resulto de un análisis de factibilidad de más de 30 trazos, se encuentra prácticamente sobre un corredor (derecho de vía de línea eléctrica) en las UGA's que le corresponden, el cual ha estado sometido a tal presión antropogénica que le han sido modificadas sus características ambientales naturales y que si bien cuenta con vegetación que podría ser ocupada como hábitat para la fauna, esto únicamente es factible en algunos parches aislados a lo largo del DV (ver secuencia de fotos satelitales en la Figura III.3.3).
			89. Se promoverá la reforestación en aquellas zonas consideras como prioritarias para su restauración, así como en los predios donde se ha solicitado la implementación de un programa de reforestación.	El Proyecto no contraviene a este precepto, en virtud de que se considera como medida de Prevención y Mitigación la implementación de acciones específicas de Rescate y Conservación de Suelos y de Reforestación que posteriormente se podrán detallar mediante Programas, los cuales deberán incluir la utilización de vegetación nativa de la región. Una vez se tenga desarrollado el Programa de Restauración que incluya la Reforestación se presentarán a esta Dirección General para su Autorización y Visto Bueno.
			92. En aprovechamientos autorizados, si no existen vías para la extracción del material cortado, se utilizarán animales de tiro y carga, por lo que queda prohibido el rodamiento de troncos.	El Proyecto no contraviene a este precepto, debido a que las superficies en donde este se ubicará presentan ya un buen grado de antropización, sobre todo en superficies urbanas sobre un corredor en donde se ubica el DV de una línea eléctrica de CFE y carretera (se ubica paralelo al derecho de vía de estas actividades en su mayor parte), en los casos en donde se realice como tal un desmonte de vegetación natural, se utilizarán los dispositivos adecuados evitando en todo momento el rodamiento

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
				de los troncos.
			93. En el caso de que existan caminos destinados a retirar el material, serán acondicionados en forma manual evitando la eliminación de la vegetación y la utilización de suelos susceptibles a la erosión.	El Proyecto no contraviene con este precepto, debido a que se ubica en el derecho de vía de línea eléctrica y carretera principalmente por lo que los accesos podrán ser a partir de estas superficies.
			94. En las áreas reforestadas, solamente se permite el uso de fertilizantes de origen orgánico, por lo que queda prohibida la introducción de cualquier producto inorgánico o tóxico dentro de estas zonas.	El Proyecto no contraviene con este precepto, ya que no se utilizará de fertilizantes químicos, promoviendo el uso de los fertilizantes orgánicos durante las acciones de reforestación que se incluyan en el programa Específico.
			95. Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización previa competente.	El Proyecto no contraviene con este precepto, en virtud de que se presenta a esta Dirección General para que emita la autorización, por lo cual además se acatará de forma cabal cualquier condicionante que resulte de dicha evaluación.
			96. Se deberá mantener en buen estado la vegetación nativa y representativa de la zona.	El Proyecto no contraviene con este precepto, en virtud de que las superficies en donde se ubica el Proyecto se encuentran antropizadas y la vegetación nativa ha sido fuertemente sustituida por otro tipo de plantas en su mayor parte, no obstante se implementarán acciones de Reforestación con vegetación nativa con el fin de mitigar el impacto de retiro de vegetación por la construcción del Proyecto y revertir la situación de pérdida de cobertura de vegetación nativa que existe actualmente.
			101. Considerar y mantener zonas de recarga de acuíferos para la conservación de la biodiversidad.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que es un proyecto planteado mediante viaductos elevados, con lo cual se mantienen las zonas de recarga de acuíferos para la conservación de la biodiversidad
			102. No se permitirá la explotación de materiales pétreos y minerales.	El Proyecto no contraviene con este precepto, ya que no se prevé la explotación de materiales pétreos o minerales para su construcción. Los materiales pétreos necesarios y requeridos por el Proyecto se obtendrán de sitios autorizados como bancos.
			108. Se prohíbe la ubicación de confinamientos de residuos sólidos (municipales, industriales y peligrosos).	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues dentro de sus medidas de mitigación prevé implementar acciones de Manejo Integral de todos los residuos (RSU, RME y RP) que por el desarrollo de sus actividades se generen, el cual incluirá el manejo desde la fuente de generación, almacenamiento temporal de forma adecuada y segura y su disposición o

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km) Inicio	Final	Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
				tratamiento final. El proyecto no tiene como finalidad el establecer zonas para el confinamiento de residuos sólidos.
Ag-4-218 **Ag-5-418**	-0+623 al -0+158 (444 m) 0+158 al 15+459 (18,301 m)		**5.** Garantizar la conservación de áreas que, de acuerdo a sus características ambientales (flora, fauna, especies con estatus con valor histórico o cultura, entre otros), lo ameriten.	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues plantea la implementación de una serie de medidas de control, prevención y mitigación para garantizar la conservación de áreas que por su valor ambiental, histórico o cultural así lo ameriten.
			6. Conservar las áreas verdes como zona de recarga y pulmón de la zona urbana, con énfasis en áreas de preservación.	El Proyecto no contraviene con este precepto, Pues se implementarán Acciones específicas de Rescate de Flora y de Reforestación de sitios con el objeto de conservar y restaurar las áreas verdes que serán afectadas durante las etapas constructivas.
			7. Toda nueva construcción deberá incluir en su diseño lineamientos de acuerdo al entorno natural.	El Proyecto no contraviene con el precepto, pues desde su diseño está conformado para ser más amigable con el ambiente al transcurrir sobre viaductos elevados que en general perturban en menor medida que la colocación de vías directamente sobre el suelo natural.
			8. No se permitirá la construcción en lugares con alta incidencia de peligros naturales como zonas de cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos, zonas de inundación, deslave, socavones, minas, almacenamiento de combustible, líneas de alta tensión o riesgo volcánico, así como infraestructura que represente un riesgo a la población, a menos que se cuente con un proyecto técnico que garantice la seguridad de las construcciones.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, pues en su incidencia sobre la zonificación de este ordenamiento no se ubica sobre zonas de cárcavas, barrancas, suelos con niveles superficiales de mantos freáticos, fracturas, fallas, taludes, suelos arenosos, zonas de inundación, deslave, socavones, minas, almacenamiento de combustible. Es importante señalar que correrá sobre el derecho de vía de líneas eléctricas, de las cuales algunas de sus torres están inhabilitadas y otras serán removidas (realizando la gestión correspondiente con la CFE para el efecto).
			11. Prohibir todo tipo de obras y actividades en derechos de vía, zonas federales, estatales y dentro o alrededor de zonas arqueológicas cuando no se cuente con la aprobación expresa de la dependencias responsables.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que se realizará la gestión adecuada con todas las dependencias correspondientes y según aplique por las obras del Proyecto; incluyendo la gestión y obtención de la autorización correspondiente por parte del INAH en los tramos que aplique.
			12. Que toda autorización para el desarrollo urbano e infraestructura en el estado, esté condicionada a que se garantice el suministro de agua potable y las instalaciones para el tratamiento de aguas residuales.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, se realizarán las gestiones adecuadas para que se cuente con el suministro de agua potable en donde sea requerido, de igual forma en relación a la descarga o tratamiento de aguas residuales si fuera el caso.

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
			16. Se deberán desarrollar sistemas para la separación de aguas residuales y pluviales, así como el manejo, reciclado y tratamiento de residuos sólidos.	El Proyecto no contraviene al presente precepto. Las obras complementarias que requerirá el Proyecto consisten básicamente en patios de maquinaria y en su caso patios de concreto que podrán establecerse dentro del Derecho de Vía del Proyecto y en terrenos rentados en zonas urbanas para tal efecto; asimismo las aguas residuales que se generarán consistirán en las que resulten del uso de sanitarios, sin embargo se instalarán sanitarios móviles (rentados) a los que la empresa que preste el servicio les proporcionará el mantenimiento adecuado y tratamiento de las aguas residuales generadas; respecto a las de lavados de ollas en donde se prepara el concreto y otros equipos de la construcción se deberán realizar únicamente en los patios instalados en zonas urbanas con el objeto de que estas instalaciones cuenten con una pendiente, además de canaletas o cunetas que sirvan para conducir el agua residual a tanques en donde se almacene el agua para su posterior tratamiento o en su caso gestionar la descarga al drenaje municipal. Asimismo se incluirán acciones para el Manejo integral de todos los residuos que se generen en obra y que incluye a los RSU, a los RME y a los RP. Estableciendo los procedimientos del manejo desde su fuente de generación, del almacenamiento temporal y de su tratamiento y/o disposición final; adicionalmente se promoverá el reciclado y reuso de algunos de los residuos que puedan utilizarse en otras actividades.
			18. En los estacionamientos al aire libre de centros comerciales y de cualquier otro servicio o equipamiento, se utilizarán materiales permeables (adocreto, adopasto, adoquín, empedrado, entre otros); se evitará el asfalto, cemento y demás materiales impermeables y se dejarán espacios para áreas verdes, sembrando árboles en el perímetro y cuando menos un árbol por cada cuatro cajones de estacionamiento.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, debido a que no le aplica de forma directa, sin embargo ya que el Proyecto contempla implementar acciones de reforestación con vegetación nativa de la región, además de la creación de áreas verdes, estas últimas sobre todo en algunos cruces del Proyecto con áreas urbanas principalmente en donde se localicen cada estación (o parada) de tren, cumpliendo con este precepto.
			20. Todo proyecto arquitectónico, tanto comercial, como de servicios deberá contar con sistemas de ahorro de agua y energía eléctrica.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que se promoverá que en los servicios sanitarios se implementen sistemas de ahorro de agua, adicionalmente el Proyecto ferroviario en sí, es un proyecto amigable que funcionará

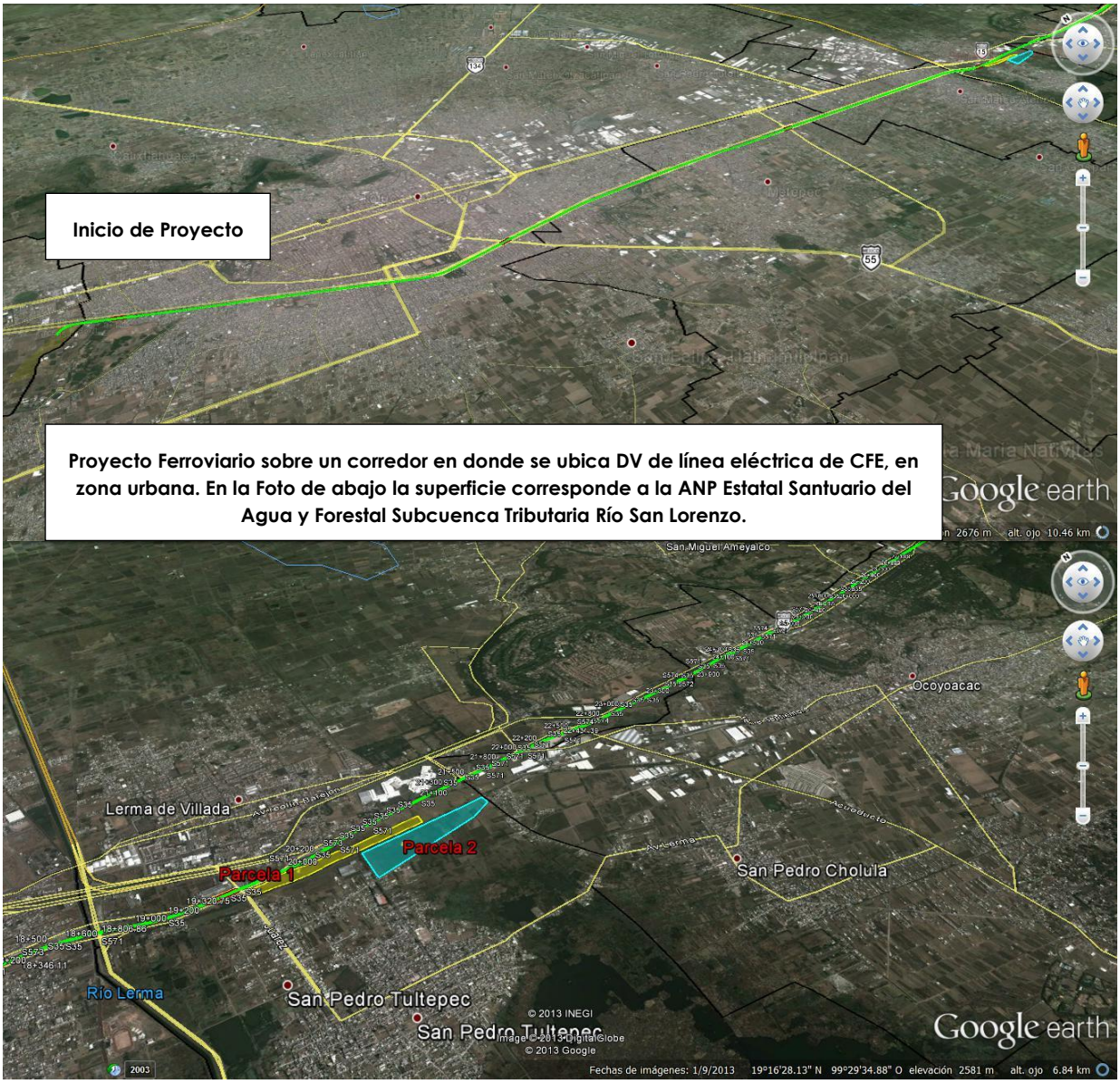
Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
				mediante energía eléctrica. Asimismo se promoverá el uso de sistemas ahorradores de energía que puedan implementarse en cada una de las instalaciones del Proyecto.
			23. Se promoverá en los derechos de vías férreas, dentro de las zonas urbanas, que se cuente con setos o vegetación similar, que ayude a evitar el tránsito peatonal, mejorar la imagen urbana y preservar el medio ambiente.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, debido a que se crearán áreas verdes en donde se podrán formar setos con vegetación nativa de la región, mejorando la imagen urbana y con ello ayudar a la preservación del medio ambiente.
			24. En todo proyecto de construcción se deberá dejar, por lo menos, un 12% de área jardinada.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, ya que se implementarán áreas verdes o jardinadas usando vegetación nativa de la región, en donde se respetara dicho 12 % de superficie verde.
			27. Es necesario considerar en el desarrollo de infraestructura, las obras de ingeniería para evitar siniestros en las zonas de inundación.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que el Proyecto contempla estudios complementarios de mecánica de suelos y geotecnia en donde se establecen las recomendaciones precisas de construcción, adicionalmente se atenderán dichas recomendaciones y se respetará y atenderá lo establecido en el Atlas de Riesgo de la Entidad referente a lo que pudiera repercutir en las superficies en donde se realizará la instalación del Proyecto Ferroviario; cabe señalar que se realizó un estudio de factibilidad de trazo en donde se buscó la mejor alternativa de ubicación de este.
Ca-5-24	15+459	al 19+455	**191.** No se permitirá ningún tipo de actividad a una distancia menor a 100 metros alrededor de afloramientos superficiales de aguas subterráneas.	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues NO considera la construcción de sus obras o actividades una distancia menor a 100 metros alrededor de afloramientos superficiales de aguas subterráneas
			194. Se deberá proteger las corrientes, arroyos, canales y cauces.	El Proyecto no contraviene con este precepto pues NO se verterán aguas residuales o producto del lavado de equipos o maquinaria corrientes, arroyos, canales y cauces.
			195. Se deberá mantener inalterados los cauces y escurrimientos naturales.	El Proyecto no contraviene con este precepto pues en su mayor parte y de acuerdo a su diseño correrá sobre viaductos elevados, con lo que se mantendrán inalterados los cauces y escurrimientos naturales en la región.
			196. Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.	El Proyecto no contraviene pues por su diseño en donde transcurrirá por viaductos elevados permitirá el libre escurrimiento y captación de aguas pluviales
			202. No deberán ubicarse los tiraderos	El Proyecto no contraviene con este

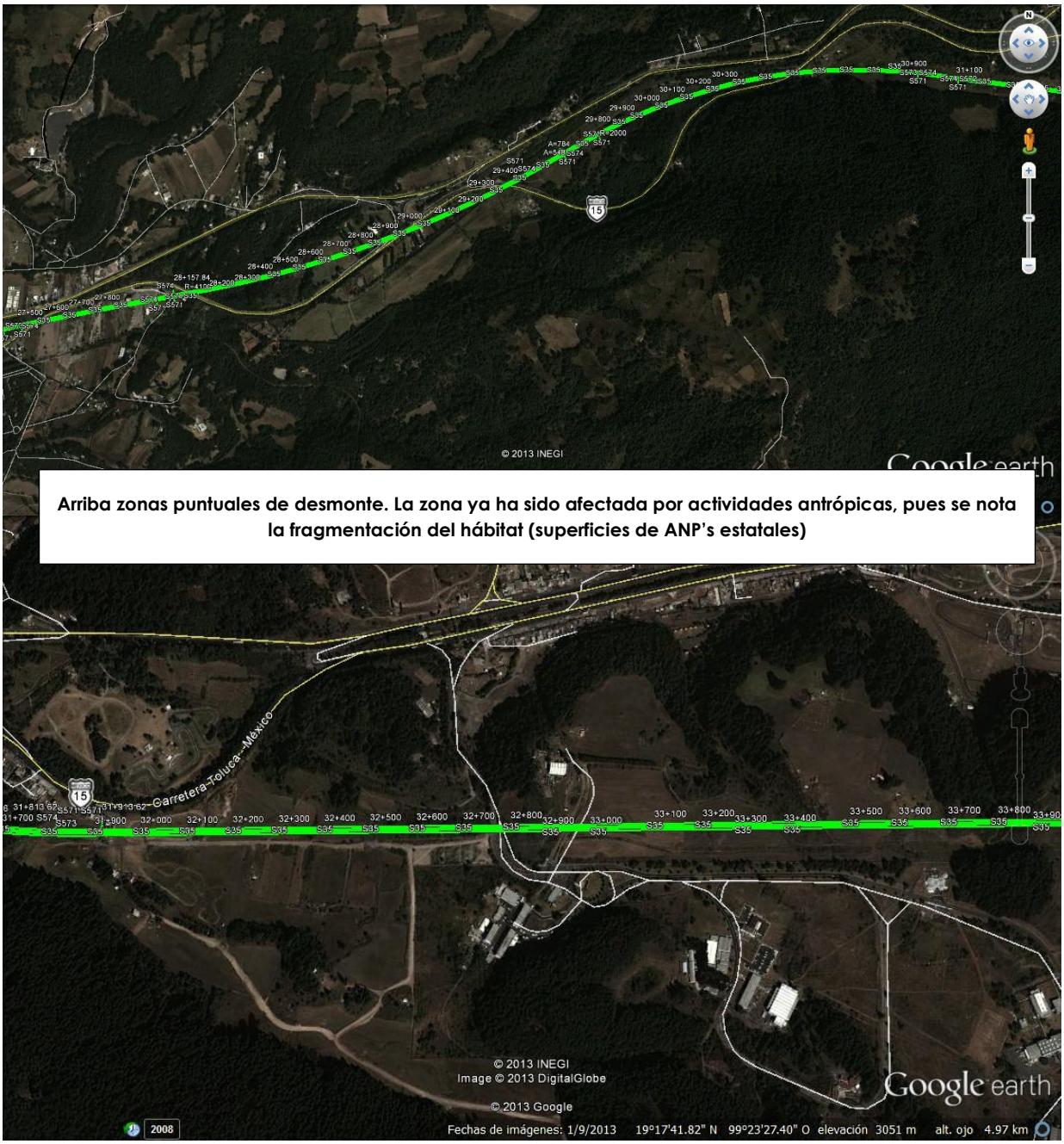
Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
			para la disposición de desechos sólidos en barrancas próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos.	precepto, pues se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos que incluirá los RSU, los RME y los RP, tal programa incluye acciones y actividades de separación y manejo de los residuos desde su fuente de generación, almacenándolos de forma correcta para que se entreguen para su disposición final o tratamiento al servicio de limpia municipal (zonas urbanas) o empresas especializadas para tal fin previo contrato, con estas acciones se nulificará la ubicación de tiraderos o disposición en barrancas, escurrimientos pluviales, ríos o arroyos existentes en la zona.
			203. Se prohíbe la disposición de residuos sólidos y líquidos fuera de los sitios destinados para tal efecto.	El Proyecto no contraviene con este precepto, en virtud de que se realizarán las gestiones necesarias para la adecuada disposición de residuos y descarga de aguas residuales o su tratamiento respetando la legislación y normatividad aplicable en la materia.
Ag-4-671	19+455	al 22+334	**112.** Las áreas verdes, vialidades y espacios abiertos deberán sembrarse con especies nativas.	El Proyecto no contraviene este precepto, ya que en las áreas verdes que se implementarán en las zonas urbanas (en instalaciones como las estaciones del Proyecto Ferroviario), se utilizarán especies nativas de la región.
			121. Incorporar a los procesos de fertilización del suelo materia orgánica (gallinaza, estiércol y composta) y abonos verdes (leguminosas).	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues dentro de las acciones de conservación dentro de las medidas de mitigación, se implementarán abonos verdes (usando leguminosas) con el objeto de realizar un mejoramiento de este para su posterior reutilización.
			122. Se evitará la aplicación de productos agroquímicos y se fomentará el uso de productos alternativos.	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues NO se aplicarán productos agroquímicos a los suelos rescatados (acciones de conservación del suelo).
			171. Promover la instalación de viveros municipales de especies regionales de importancia.	El Proyecto no contraviene con este precepto, en virtud de que NO es aplicable con sus actividades u obras, no obstante debido a que se utilizarán especies de flora nativas de la región, todas las necesarias se adquirirán en viveros de la zona.
			196. Desarrollo de sistemas de captación de agua de lluvia en el sitio.	El Proyecto no contraviene pues por su diseño en donde transcurrirá por viaductos elevados permitirá el libre escurrimiento y captación de aguas pluviales
			144. Para evitar la erosión, la pérdida de especies vegetales con estatus y	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues dentro de las medidas de mitigación se implementarán acciones de

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
Fo-4-269	22+334	27+835	los hábitats de fauna silvestre, es necesario mantener la vegetación nativa en áreas con pendientes mayores al 9%, cuya profundidad de suelo es menor de 10 cm y la pedregosidad mayor al 35%.	rescate y conservación de suelo (este se mantendrá y mejorará mediante abonos verdes para que pueda ser reutilizado posteriormente). Adicionalmente se realizará la estabilización de taludes de corte (según aplique), asimismo se propone la revegetación de laderas con vegetación nativa y arrope de taludes evitando con esto la erosión, promoviendo además el incremento en la cobertura vegetal que pueda servir como hábitat de fauna. Cabe señalar que la superficie de esta Unidad Ecológica se encuentra muy antropizada por los asentamientos humanos existentes muy cercanos al corredor en donde se localiza el DV de la línea eléctrica de la CFE.
Fo-3-537	27+835	28+538		
Fo-4-272	28+538	28+749	**145.** En áreas que presenten suelos delgados o con afloramientos de roca madre, no podrá realizarse ningún tipo de aprovechamiento, ya que la pérdida de la cobertura vegetal en este tipo de terrenos favorecería los procesos erosivos. También deberá contemplarse, de acuerdo al Programa de Conservación y Manejo, su restauración.	El Proyecto no contraviene con este precepto, pues se prevé el rescate de suelos y la implementación de acciones de conservación y mejoramiento de este. No obstante en la zona del cadenamiento del Km 28+000 al Km 28+500 se recomienda la implementación de acciones de restauración en los sitios directamente afectados en el DV del trazo en este tramo, mediante la descompactación del suelo, reutilización de suelo conservado y revegetación, lo que evitará procesos erosivos.
			147. La reforestación deberá realizarse exclusivamente con especies nativas, tratando de conservar la diversidad con la que se contaba originalmente.	El Proyecto no contraviene a este precepto, debido a que se considera implementar acciones de reforestación con especies nativas de la región, por lo que se recomienda la implementación de estas acciones en sitios muy afectados dentro del DV del Proyecto Ferroviario.
			148. La reforestación se podrá realizar por medio de semillas o plántulas obtenidas de un vivero.	El Proyecto no contraviene a este precepto, pues se buscarán semillas y plántulas de especies nativas en viveros regionales para usarlas dentro de las acciones de reforestación en los sitios establecidos.
			151. Los taludes en caminos deberán estabilizarse y reforestarse con especies nativas.	El Proyecto no contraviene a este precepto, en virtud de que se estabilizarán taludes de corte y según su pendiente con vegetación nativa ya que es muy recomendable que se revegeten para facilitar la integración del proyecto en el entorno.
			153. Se prohíbe el derribo de árboles, la extracción de humus, mantillo y suelo vegetal sin la autorización	El Proyecto no contraviene a este precepto, en virtud de que se presenta esta MIA-R, con el objeto de obtener la autorización correspondiente en materia de impacto ambiental, señalando las

Unidad Ecológica	Cadenamientos de incidencia (Km)		Criterio de Regulación Ecológica	Vinculación con el Proyecto
	Inicio	Final		
			previa competente.	acciones tendientes a atenuar y mitigar los posibles impactos causados por el Proyecto en el Capítulo VI de este documento, las cuales en resumen consisten en la implementación de acciones de rescate, conservación y manejo de suelo para su aprovechamiento en la reforestación de sitios estratégicos del proyecto.
			161. En caso de que el material resultante de la corta se desrame y se abandone en la zona, éste será trozado en fracciones pequeñas y mezclado con el terreno para facilitar su descomposición y eliminar la posibilidad de incendios.	El Proyecto no contraviene a este precepto, pues NO aplica de forma directa, no obstante cualquier material resultante de desmonte se acopiará, trozará con el objeto de disponerlo de forma adecuada conforme a la legislación y normatividad vigente en la materia y/o su incorporación al suelo acamellonado para mejorar sus concentraciones de nutrientes y propiedades físicas para su uso en la reforestación.
			164. Las cortas o matarrosa podrán realizarse en forma de transectos o de manchones, respetando la superficie máxima de una hectárea, se atenderá a lo establecido por la utilidad federal o estatal responsable.	El Proyecto no contraviene a este precepto, ya que se prevén desmontes, sin embargo debido a que el Proyecto Ferroviario se ubica prácticamente sobre un corredor en donde se encuentra el DV de una línea eléctrica, a la cual le dan mantenimiento la vegetación, ésta no se encuentra crecida, aunque existen sitios muy puntuales en donde la vegetación es más densa (como el del Km 28+000 al Km 28+500), en este sitio el desmonte se realizará únicamente en los 16 m de ancho del DV del Proyecto Ferroviario en una longitud de 500 m, dando una superficie de aproximadamente 0.8 ha, en atención a este lineamiento. Asimismo se tramitarán los permisos correspondientes en materia de autorización para cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción.

En la Figura III.3.3, Se presenta una secuencia fotográfica satelital, en donde se puede observar como el trazo del Proyecto Ferroviario en el tramo en que cruza por la superficie regulada por este Ordenamiento Ecológico Territorial, se ubica en el corredor o derecho de vía de una línea de eléctrica competencia de la CFE, al respecto es importante mencionar que se están haciendo las gestiones correspondientes, las cuales van procediendo de forma favorable para el emplazamiento del Proyecto en dicha superficie.


Inicio de Proyecto
Proyecto Ferroviario sobre un corredor en donde se ubica DV de línea eléctrica de CFE, en zona urbana. En la Foto de abajo la superficie corresponde a la ANP Estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo.
Google earth
San Miguel Ameyalco
Ocoyoacac
Lerma de Villada
Parcela 1
Parcela 2
San Pedro Cholula
Río Lerma
San Pedro Tultepec
San Pedro Tultenec
© 2013 INEGI
© 2013 Google
Fechas de imágenes: 1/9/2013 19°16'28.13" N 99°29'34.88" O elevación 2581 m alt. ojo 6.84 km



Arriba zonas puntuales de desmonte. La zona ya ha sido afectada por actividades antrópicas, pues se nota la fragmentación del hábitat (superficies de ANP's estatales)

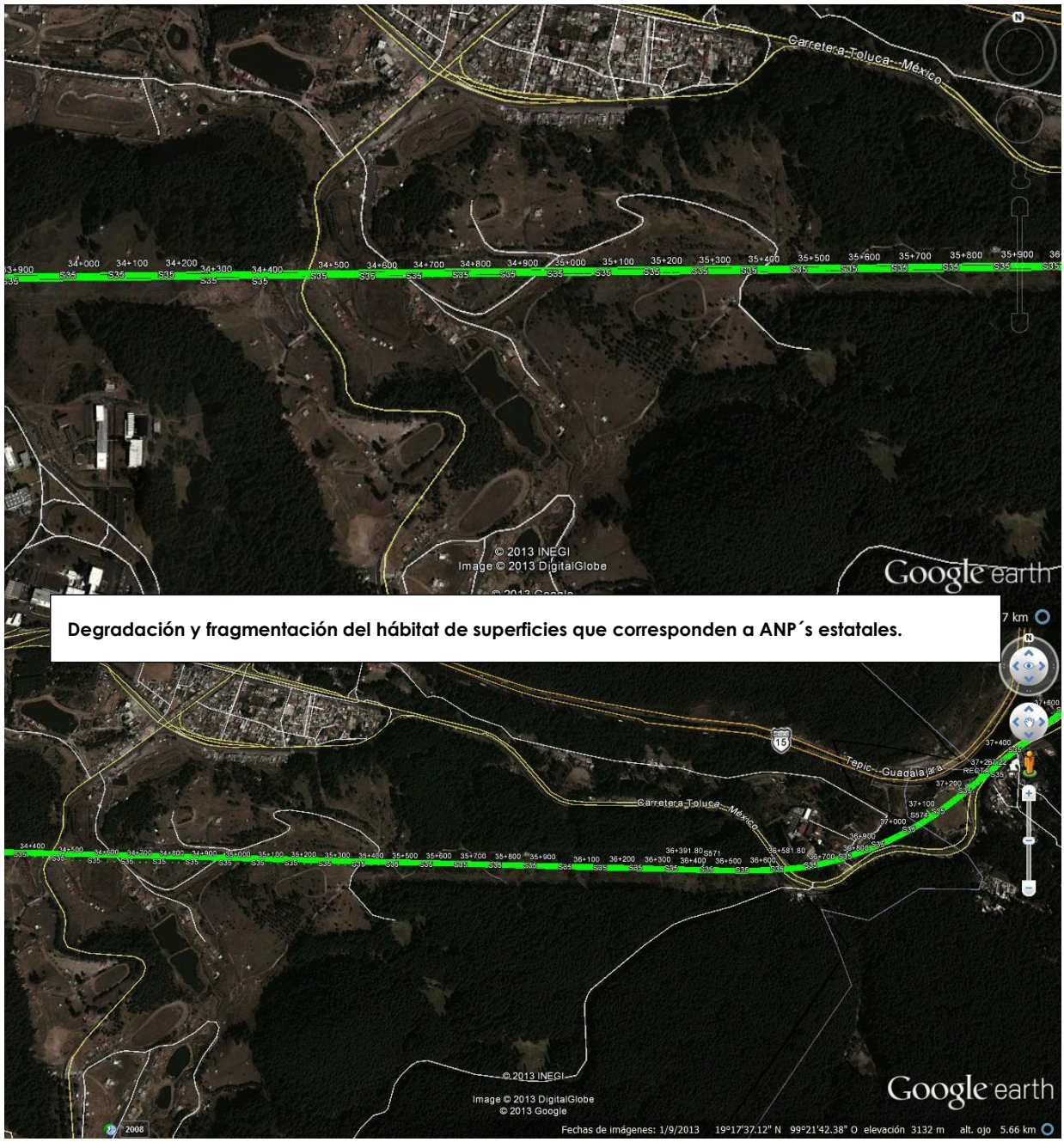


Figura III.3.3. Secuencia de fotos satelitales que abarcan toda la superficie del Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de México, en donde se observa que las superficies ya fueron afectadas de forma previa por diversas actividades antrópicas. La ubicación del Proyecto es por el corredor en donde se encuentra la línea eléctrica de CFE.

Conclusión:

Con relación a los alcances y objetivos de las políticas por las que cruza el Proyecto Ferroviario, es imprescindible establecer que con el cumplimiento de medidas de control, prevención y mitigación propuestas, y con la realización de las gestiones necesarias con las diversas autoridades, garantizando el cumplimiento con todos los lineamientos, el proyecto es congruente con los preceptos que marca este Modelo de ordenamiento aun cuando no establece criterios específicos para la actividad de infraestructura (como vía general de comunicación en su modalidad de Tren). Asimismo debido a la perturbación actual en el sitio donde se localizará el Proyecto, su emplazamiento ha buscado reducir la afectación de los componentes ambientales de la región, lo que se logra al cruzar por zonas previamente afectadas, requiriendo en menor medida la afectación de la cubierta vegetal. Asimismo por su diseño, sobre todo fuera de zonas urbanas; el proyecto es amigable con el ambiente pues transcurre por viaductos elevados que permitirán el libre escurrimiento del agua, movilización de fauna y la recuperación de la vegetación, en su caso. Adicionalmente, dentro de las acciones para la mitigación el proyecto prevé la restauración de sitios perturbados dentro del DV que se ubiquen adyacentes a bosques naturales o zonas menos perturbadas promoviendo la conectividad de los ecosistemas.

III.3.2.3. Vinculación con el Programa de Ordenamiento Ecológico Regional del Territorio de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (POET de la ZMVT)

Publicado en la Gaceta del Gobierno del Estado de México el 06 de Diciembre del 2011.

El presente Ordenamiento es concebido como un proceso de planeación participativa, cuyo objetivo central es definir un patrón de ocupación del territorio que maximice el nivel de consenso y minimice el conflicto entre los diferentes sectores sociales y las autoridades de la región y a través del modelo de ordenamiento ecológico se definen, instrumentan, evalúan y, en su caso, modifican las políticas ambientales de protección, conservación, restauración y aprovechamiento, con el fin de lograr un balance entre las actividades humanas, productivas y la protección del ambiente.

El Estado de México es la entidad federativa más poblada y urbanizada del país con una población mayor a 15 millones de habitantes concentrados mayoritariamente en dos zonas metropolitanas, por lo que el futuro de la entidad dependerá de lo que ocurra en ellas. En este marco, la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) es la segunda concentración urbana de !a entidad, está conformada por siete municipios que son: Lerma, Metepec, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca, Xonacatlán y Zinacantepec, de los cuales el Proyecto Ferroviario cruza en algunos tramos por seis de estos municipios. Asimismo la superficie total de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca es de 123,105 hectáreas, de las

cuales el presente programa se centra en las áreas no urbanizables cuya superficie corresponde a 77,999.32 ha (63.36% del total), toda vez que los espacios urbanizables son regulados por los Planes Municipales de Desarrollo Urbano.

Los usos de suelo predominantes que zonifican mediante este instrumento la superficie de esta entidad, son: el forestal con el 34.97% de la superficie total; agrícola con 29.24%; urbano con 25.24% y el 10.55% restante es ocupado por los cuerpos de agua, predios con usos pecuario, industrial y de servicios.

Este Plan contempla seis zonas prioritarias, considerando su origen geológico, atributos biofísicos, su respuesta a las actividades productivas y sus características socioeconómicas, las cuales se describen en la Tabla III.3.9.

Tabla III.3.9. Zonas de Atención prioritaria zonificadas por el POET Regional de la ZMVT.

Zonas de atención prioritaria	Descripción
Zona Sur-Poniente	Comprende la elevación del Volcán Xinantécatl, o Nevado de Toluca y sus estribaciones, que incluye al piedemonte y corresponde con las partes altas de los municipios de Toluca y Zinacantepec. Presenta problemas de tala clandestina, pastoreo extensivo, bajo control de incendios; surgimiento anárquico de nuevos asentamientos humanos arriba de la cota 3000 m.s.n.m.; avance cie la actividad agrícola en área de reserva protegida y falta orientar la actividad turística para apoyar la economía de las comunidades bajo criterios de sustentabilidad ambiental. El Proyecto Ferroviario en su inicio estaría pasando por esta zona prioritaria
Sierra de las Cruces	Comprende la vertiente occidental de la barrera montañosa que divide al Estado de México con el Distrito Federal, hasta la planicie lacustre, a los 2580 m.s.n.m., cubre parcialmente los municipios de Ocoyoacac, Lerma y Xonacatlán. A pesar de ser considerada corno área natura: protegida, continúa el crecimiento de asentamientos irregulares provenientes, en su mayoría, de los Municipios contiguos como en el caso de Huixquilucan; de igual manera los poblados aledaños a la cabecera municipal de Xonacatlán y todos aquellos situad s en torno al volcán La Verónica, en Lerma, están experimentando un proceso de conurbación lineal, ocupando los suelos más fértiles de la parte baja, agotando los pozos de agua en la zona y generando mayor especificación sobre las tierras aledañas pertenecientes a la zona lacustre. Otras problemáticas son los tiraderos clandestinos de basura y la contaminación generada por las zonas fabriles.
Sierra Morelos	Está referida a la pequeña sierra al norte de Toluca, así como las pequeñas áreas agrícolas del poniente de esta cordillera, en los municipios de Toluca y Zinacantepec. La problemática radica en el cambio de uso de suelo de agrícola a urbano, generado principalmente por la construcción de vialidades y !a aptitud urbana que predomina en las zonas aledañas Parque Estatal Sierra Morelos. La zona es susceptible a riesgos naturales, principalmente remoción en masa.
Agropecuaria Norte	Terrenos agropecuarios del norte del municipio de Toluca hasta la Presa Antonio Álzate. Se trata de tierras fértiles que cuentan con bordos empleados para riego: también comprende los agostaderos de pastizal. En esta zona se observa la tendencia de un crecimiento urbano irregular en zonas agrícolas, que, de

Zonas de atención prioritaria	Descripción
	carecer de servicios, incrementará la contaminación al agua, aire y suelo. La introducción de nueva vialidades regionales contribuye a este proceso de urbanización, especulación y cambio de usos de suelo.
Agropecuaria Sur	Se trata de varios polígonos de fierras agrícolas y los llamados socavones en los municipios de Metepec y San Mateo Atenco; son suelos muy fértiles y con potencial agrícola, aunque pequeños, circundados y presionados por los asentamientos humanos. Tendencialmente esta zona es la de mayor presión antropogénica, en donde la recarga de mantos freáticos se ha visto seriamente afectada; las zonas que se pueden rescatar son: el Cerro del Calvarlo, el Parque Ambiental Bicentenario y la ribera del Río Lerma.
Zona Lacustre	Son predios que se localizan en los lechos de los antiguos lagos y que actualmente son ciénagas y zonas inundables. Al Poniente de esta zona pasa el Río Lerma. El área se ve presionada por la cercanía y crecimiento de las áreas urbanas y áreas urbanizables periféricas y contiguas.

Para la regionalización de las áreas, se conformaron Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), que en la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (ZMVT) se basaron en la identificación de las geoformas presentes y los usos del suelo actuales, la combinación de las unidades geomorfológicas y el uso de suelo dio como resultado 130 Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

Adicionalmente, tomando como referencia la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento en Materia de Ordenamiento Ecológico, así como el Código para la Biodiversidad del Estado de México, dentro de este instrumento se establecieron cuatro políticas que consisten en:

a) Protección: Para promover los ecosistemas nativos, que es necesario preservar y cuidar de manera extrema, por su particularidad. Esta política es aplicable a las áreas naturales protegidas.
b) Conservación: Donde existen condiciones para mantener el equilibrio ambiental, mismo que condiciona al aprovechamiento sustentable y a la propia calidad de vida de la población.
c) Restauración: Cuando las condiciones ambientales da la zona fueron severamente deterioradas por usos inadecuados de los recursos naturales que redujeron la aptitud de uso del suelo para propiciar la continuidad de procesos naturales. La restauración consiste en recuperar la aptitud de las zonas degradadas, para transitar hacia una política de aprovechamiento sustentable o de conservación. Las zonas sujetas a restauración pueden ser puntuales o en superficie, según se establece para cada UGA bajo esta política.
d) Aprovechamiento Sustentable: Cuando existe aptitud para el desarrollo eficiente de actividades productivas, en particular agropecuarias y forestales, que son socialmente útiles.

Dando por resultado que la Política de Protección se aplicará en el 38% de la superficie total de la zona Metropolitana del Valle de Toluca; Conservación 5%; Restauración 3%; Aprovechamiento 18% y el restante 5% corresponde a las Zonas Urbanas y Urbanizables normadas por los Planes de Desarrollo Municipal.

Asimismo se establecen Lineamientos Ecológicos, que son las metas o enunciados generales, que reflejan el estado deseable de una Unidad de Gestión Ambiental. La Estrategia Ecológica se concibe como la integración de objetivos y acciones específicas para el logro de los lineamientos ecológicos y particularizan las formas de actuación de cada UGA. En cuanto a los Criterios de Regulación Ecológica, son el conjunto de orientaciones para llevar a cabo acciones de conservación y restauración del equilibrio ecológico, el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la protección al ambiente.

Como se observó la mayor parte del trazo del Proyecto Ferroviario que está regulada bajo este instrumento en el Territorio de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, lo está mediante la UGA 130. En la Tabla III.3.10, se describen las características de las UGA's por las que cruza el Proyecto.

Tabla III.3.10. Características de las Unidades de Gestión Ambiental del POET de la ZMVT por las que incide el trazo del proyecto Ferroviario.

Cadenamientos de incidencia (Km)	Unidad de Gestión Ambiental	Uso de Suelo	Fragilidad Ambiental	Política Ambiental	Lineamientos	Estrategia	Criterios de Regulación Ecológica
Zinancatepec (-) 0+623.28 al (-) 0+170 Toluca, Metepec y San Mateo Atenco 0+162.43 al 18+328 Lerma 19+578 al 19+920 Ocoyoacac y Lerma 21+453 al 27+373	**130**		Área Urbana (Regida por los PDU)				100-129, 131-133, 135-143, 145, 149-152
Toluca (-) 0+170 al 0+162.40	**110**	-Predominante: Infraestructura y Servicios -Compatible: Recreativo -Condicionado: Infraestructura y Servicios -Incompatible: Área Urbana	Máxima	Protección, Aprovecha-miento Sustentable	Impulsar el de los objetivos y funciones establecidos en el decreto y programa de manejo del área natural protegida	Seguimiento al Programa de Manejo	1-4, 6,8-18, 20-23, 35-37,42, 46-49, 66, 67, 69, 72, 90- 94, 99
San Mateo Atenco 18+328 al 18+732	**89**	-Predominante: Agrícola Compatible: Pastizal Condicionado: Área Urbana, Infraestructura y Servicios	Alta	Aprovecha-miento Sustentable	Impulsar el uso sustentable de la agricultura orgánica	Mejorar la tecnología agrícola y regular las actividades urbanas conforme al plan municipal	1-4, 6, 8-11, 13-18, 20-22, 46-49, 91-94, 100-102

Cadenamientos de incidencia (Km)	Unidad de Gestión Ambiental	Uso de Suelo	Fragilidad Ambiental	Política Ambiental	Lineamientos	Estrategia	Criterios de Regulación Ecológica
		Incompatible: Minería-Industria				de desarrollo urbano	
Límites de San Mateo Atenco y límites de Lerma 18+733 al 18+753	**90**	-Predominante: Cuerpo de Agua -Compatible: Acuícola -Condicionado: Tular **-Incompatible: Área Urbana-Industria-Infraestructura y** Servicios-Agrícola-Pastizal-Recreativo	Alta	Restauración	Recuperar la calidad del agua	Implementar programas de saneamiento	56-67, 69-73, 75, 76, 78-89,146,148
Lerma 18+753 al 19+578 19+920 al 20+480 Lerma y Ocoyoacac 20+820 al 21+453	**67**	-Predominante: Agrícola -Compatible: Pastizal -Condicionado: Área Urbana-Infraestructura y Servicios -Incompatible: Minería	Alta	Aprovechamiento Sustentable	Impulsar el uso sustentable de la agricultura orgánica	Mejorar la tecnología agrícola y regular las actividades urbanas conforme al plan municipal de desarrollo urbano	1-4, 6, 8-11, 13-18, 20-22, 46-49, 91-94, 100-102
Ocoyoacac 27+373 al 27+933	**128**	-Predominante: Bosque -Compatible: Flora y Fauna -Condicionado: Recreativo -Incompatible: Agrícola-Área urbana-Minería-Industria-Pastizal	Alta	Conservación	Incrementar la superficie y la masa boscosa	Reforestación con especies nativas	23-25, 27, 28, 31, 32, 34-50, 66, 67, 69, 70, 72-78
Ocoyoacac 27+933 al 28+963	**4**	-Predominante: Bosque -Compatible: Flora y Fauna -Condicionado: Recreativo-Agrícola-Infraestructura y Servicios -Incompatible: Pastizal-Área Urbana-Industria-Minería	Alta	Conservación	Conservación y recuperación integral del bosque	Promover el cambio de uso de suelo de agrícola a forestal	23-25, 27, 28, 31, 32, 34-50, 66, 67, 69, 70, 72-78
Ocoyoacac 28+963 al 32+700	**50**	-Predominante: Pastizal -Compatible: Bosque -Condicionado: Recreativo-Infraestructura y Servicios -Incompatible: Área Urbana-Minería-Agrícola	Máxima	Protección	Incrementar la superficie y la masa boscosa	Reforestación con especies nativas	18, 20, 22-38, 40, 49, 54, 55, 66, 67, 69, 72, 90, 99
Ocoyoacac 32+700 al 34+268	**49**	-Predominante: Pastizal -Compatible:	Máxima	Protección	Incrementar la superficie y la masa boscosa	Limitar asentamiento humano	2, 10, 12, 14, 15, 35, 46, 47, 48, 49

Cadenamientos de incidencia (Km)	Unidad de Gestión Ambiental	Uso de Suelo	Fragilidad Ambiental	Política Ambiental	Lineamientos	Estrategia	Criterios de Regulación Ecológica
		Bosque -Condicionado: Infraestructura y servicios -Incompatible: Área urbana-Agrícola-Minería					
Ocoyoacac 34+268 al 35+516	**48**	-Predominante: Pastizal -Compatible: Bosque Acuícola -Condicionado: Recreativo-Agrícola-Infraestructura y servicios -Incompatible Área urbana-minería	Máxima	Protección	Incrementar la superficie y la masa boscosa	Reforestación con especies nativas	18-20, 22-38, 40-49, 54,55, 66, 67, 69, 72, 90, 99
Ocoyoacac 35+516 al 37+020	**36**	Predominante: Bosque Compatible: Flora y fauna Condicionado: Recreativo-infraestructura y servicios Incompatible: Agrícola-pastizal-área urbana-minería	Máxima	Protección	Mantener la superficie y masa forestal	Evitar el cambio de uso del suelo forestal	23-49, 66, 70, 72, 78, 99

Relativo a establecer cuáles de estos criterios de regulación ecológica de las UGA's son vinculables con las actividades del Proyecto Ferroviario en sus etapas de implementación, se elaboró la Tabla III.3.11a, en donde únicamente se incluyen los criterios de regulación ecológica que tienen relación con el proyecto. Asimismo se puede consultar en Anexo III.3, todos los criterios que son aplicables a las UGA's: **4, 36, 48, 49, 50, 67, 89, 110, 128, 130**, pero que no son aplicables a las obras y actividades del Proyecto Ferroviario. Adicionalmente es importante aclarar que en la Tabla que se presenta únicamente se describen las UGA's que son reguladas por los criterios que son aplicables al Proyecto; sin embargo de los criterios que regulan las UGA´s **110, 89, 67, 128, 4 y 49,** no tienen ninguna relación con actividad y obra del presente Proyecto Ferroviario. Asimismo en virtud de que el Proyecto incide por la UGA 90 (en los Municipios de San Mateo Atenco y Lerma), la cual presenta como uso incompatible la actividad de Infraestructura y Servicios, entre otras actividades como se reportó anteriormente en la Tabla III.3.10; en la Tabla III.311b, se realiza un análisis particular de los criterios de regulación de la UGA 90, con el objeto de que se tenga el conocimiento de que las obras y actividades que se plantean dentro Proyecto de construcción del Tren, fueron diseñadas para la conservación y protección de los elementos ambientales que actualmente conserva la zona por donde cruza el proyecto y en este caso por la superficie de la UGA 90, la cual presenta un uso de suelo incompatible con los siguientes usos: Área Urbana, Industria, Infraestructura y Servicios, Agrícola, Pastizal y Recreativo.

Tabla III.3.11a. Vinculación de los criterios aplicables de regulación ecológica con el Proyecto Ferroviario.

UGA / incidencia del proyecto	Criterios de regulación aplicables con el proyecto	Vinculación y cumplimiento del proyecto
ZONAS NO URBANIZABLES		
UGA 50 **28+963 al 32+700** **Ocoyoacac** **UGA 48** **34+268 al 35+516** **Ocoyoacac** **UGA 36** **35+500 al 37+020** **Ocoyoacac**	**33.** Regular las zonas de servicios e infraestructura en las zonas de uso público de las Áreas Naturales Protegidas.	Este criterio es de aplicación a las autoridades locales, pues en sus Planes de desarrollo se deberán establecer y estar en concordancia las zonificaciones de los Planes y Programas, con los usos y vocaciones del suelo que actualmente se llevan a cabo. En este sentido y en virtud de que la mayor parte de los tramos por los que incide el trazo en las UGA's que regula este criterio actualmente presentan afectaciones por la presión que están ejerciendo las actividades antropogénicas a los ecosistemas. Asimismo en concordancia con este criterio se entrega el presente estudio para su evaluación con el objeto de obtener la autorización en materia ambiental y cambio de uso de suelo y en el sentido de que se autorice el cambio del uso del suelo en terrenos forestales se realizará el Estudio Técnico Justificativo según corresponda, con el objeto de obtener esta autorización de igual forma. También es importante mencionar que actualmente se están realizando las gestiones correspondientes con las autoridades estatales y locales para el buen desarrollo del proyecto.
UGA 90 **18+733 al 18+753** **San Mateo Atenco**	**63.** Protección de zonas de recarga del acuífero.	Es importante mencionar que en el cruce del Proyecto Ferroviario con estos sitios se deberá proteger la recarga del acuífero, por lo que se implementarán diversas acciones en el sentido de prevenir cualquier contaminación o dispersión de todo tipo de residuos líquidos o materiales. Adicionalmente es importante mencionar que el diseño del tren en este tramo contempla su paso en viaductos elevados, por lo que la estructura sobre nivel de suelo consistirá en los pilotes cimentados, dejando casi toda la superficie libre de esta UGA para la recarga del acuífero. En este sentido, en lo que corresponde a este criterio, el Proyecto no contravienen a lo dispuesto.
	81. Mantener la vida silvestre en las proximidades de los cuerpos de agua.	El proyecto no contraviene con este criterio de regulación en el sentido de que se aplicarán acciones de protección, rescate y reubicación de la fauna existente en todo el trazo del proyecto, no obstante es importante aclarar que en este punto no se observó fauna ya que actualmente el sitio es ocupado por terrenos agrícolas que se encuentran en desuso y las aguas que corren en cauce del río están contaminadas por las descargas continuas de aguas residuales; sin embargo no se hará excepción en la protección de este componente a lo largo de todo el trazo.
	84. Evitar la contaminación de	El proyecto no contraviene con este criterio de

UGA / incidencia del proyecto	Criterios de regulación aplicables con el proyecto	Vinculación y cumplimiento del proyecto
	los cuerpos de agua con desechos sólidos y sustancias tóxicas.	regulación debido a que no se contempla la descarga de aguas residuales generadas por el Proyecto, en este sentido todas las aguas producto de las actividades u obras serán descargadas al drenaje municipal (zonas urbanas: las generadas en oficinas y patios de maquinaria), asimismo en los frentes de obra se instalarán servicios sanitarios móviles (2 por cada 20 trabajadores) lo que garantiza que la empresa contratada proporcione el mantenimiento de los sanitarios y el tratamiento de las aguas generadas en estos. Las aguas producto del lavado de maquinaria en caso de descargarse al drenaje municipal en zonas urbanas deberán cumplir con la NOM-002-SEMARNAT-1996 (Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado), en el sentido de no rebasar los límites establecidos en dicho instrumento. En el caso de que los sitios de ubicación de los patios de mantenimiento y maquinaria no se encuentren cercanos a una sistema de drenaje municipal, todas las aguas producto de la actividad de lavado y mantenimiento se acopiarán mediante un sistema de captación para su posterior tratamiento por una empresa especializada para este fin.
	85. Regular las actividades que se desarrollen en torno a los cuerpos de agua en base a la normatividad vigente	El proyecto no contraviene con este criterio de regulación en virtud de que se instalarán los sistemas adecuados para evitar la contaminación de corrientes y cuerpos de agua (en frentes de obra sanitarios portátiles y en patios de mantenimiento y talleres en su caso y cuando así corresponda sistemas de captación de aguas residuales para su posterior tratamiento). Asimismo las descargas al drenaje municipal deberán cumplir con la Normatividad vigente en la metería (NOM-002-SEMARNAT-1996).
ASENTAMIENTOS HUMANOS		
UGA 90 **18+733 al 18+753** **San Mateo Atenco**	**146.** Todo proyecto que se pretenda desarrollar dentro de área natural protegida deberá ser evaluado en materia de impacto ambiental, con base a lo establecido en la legislación.	El Proyecto no contraviene con este lineamiento en el sentido de que por las UGA's que regula el trazo del proyecto Ferroviario no se encuentran sobre terrenos de áreas naturales protegidas, no obstante en el sentido de dar cumplimiento con todas las disposiciones de la legislación y normatividad ambiental se estrega el presente Estudio a la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para someterlo al procedimiento de evaluación ambiental con la finalidad de obtener la autorización en esta materia para su construcción en el sitio.
UGA 130 **-0+585.05 al -0+170** **Zinacantepec**	**131.** En la preparación del terreno e instalación de equipamiento e infraestructura no se permite el desvío de cauces de ríos.	El Proyecto no contraviene con este lineamiento, pues NO se contempla con su construcción el desvío de cauces de ríos, más a su favor su diseño permitirá el libre escurrimiento del agua, ya que la mayor parte del proyecto transcurrirá sobre viaductos elevados, incluyendo sus estaciones.
	150. Promover el uso de dispositivos para la reducción de los niveles de ruido en los	El Proyecto no contraviene con este lineamiento, pues se colocarán sistemas para la reducción de ruidos como tapiales que servirán como barrera

UGA / incidencia del proyecto	Criterios de regulación aplicables con el proyecto	Vinculación y cumplimiento del proyecto
0+161 al 9+846 Toluca **9+846 al 14+460 Metepec** **14+460 al 18+328 Atenco** **21+453 al 27+373 Ocoyoacac**	sistemas de transporte.	contra el ruido y se le proporcionará el mantenimiento adecuado a los vehículos de transporte de insumos y materiales al proyecto para que reduzcan el ruido que estos provocan. Asimismo se observarán las Normas Oficiales: • NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición. • NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.
	151. Promover el uso de transporte eléctrico en las áreas urbanas.	El Proyecto no contraviene con este lineamiento, de hecho el objeto y alcance del Proyecto está plenamente en concordancia con el precepto, reduciendo emisiones a la atmósfera por la sustitución del sistema normal de transporte (camiones, microbuses, etc.), aportando un medio más seguro de transporte eléctrico que recorrerá distancias mayores en menor tiempo.

Análisis de vinculación del Proyecto con los usos incompatibles de la UGA 90

Esta Unidad de Gestión, presenta las características que se detallan en la Tabla III.3.11b, adicionalmente en la parte inferior se hace la vinculación específica del Proyecto con cada uno de los criterios regulatorios de la UGA 90. Asimismo en la serie de Fotografías III.3.1 se puede observar el estado de conservación del Río Lerma (UGA 90) en el sitio de cruce con el Proyecto Ferroviario; en las colindancias también se puede observar la Carretera Tenango-Lerma (Transversal al Proyecto y Río Lerma) y la Av. de las Torres (paralela al Proyecto y al Río).

Tabla III.3.11b. Características particulares de la UGA 90 del POET de la ZMVT y vinculación específica del Proyecto con sus criterios e regulación ecológica.

Criterios regulatorios de la UGA 90							
Municipios y Cadenamientos de incidencia (Km)	**Unidad de Gestión Ambiental**	**Uso de Suelo**	**Fragilidad Ambiental**	**Política Ambiental**	**Lineamientos**	**Estrategia**	**Criterios de Regulación Ecológica**
Límite Este de San Mateo Atenco y Límite Oeste de Lerma 18+733 al 18+753	**90**	-Predominante: Cuerpo de Agua -Compatible: Acuícola -Condicionado: Tular **-Incompatible: Área Urbana-Industria-Infraestructura y Servicios-Agrícola-Pastizal-Recreativo**	Alta	Restauración	Recuperar la calidad del agua	Implementar programas de saneamiento	56-67, 69-73, 75, 76, 78-89,146,148

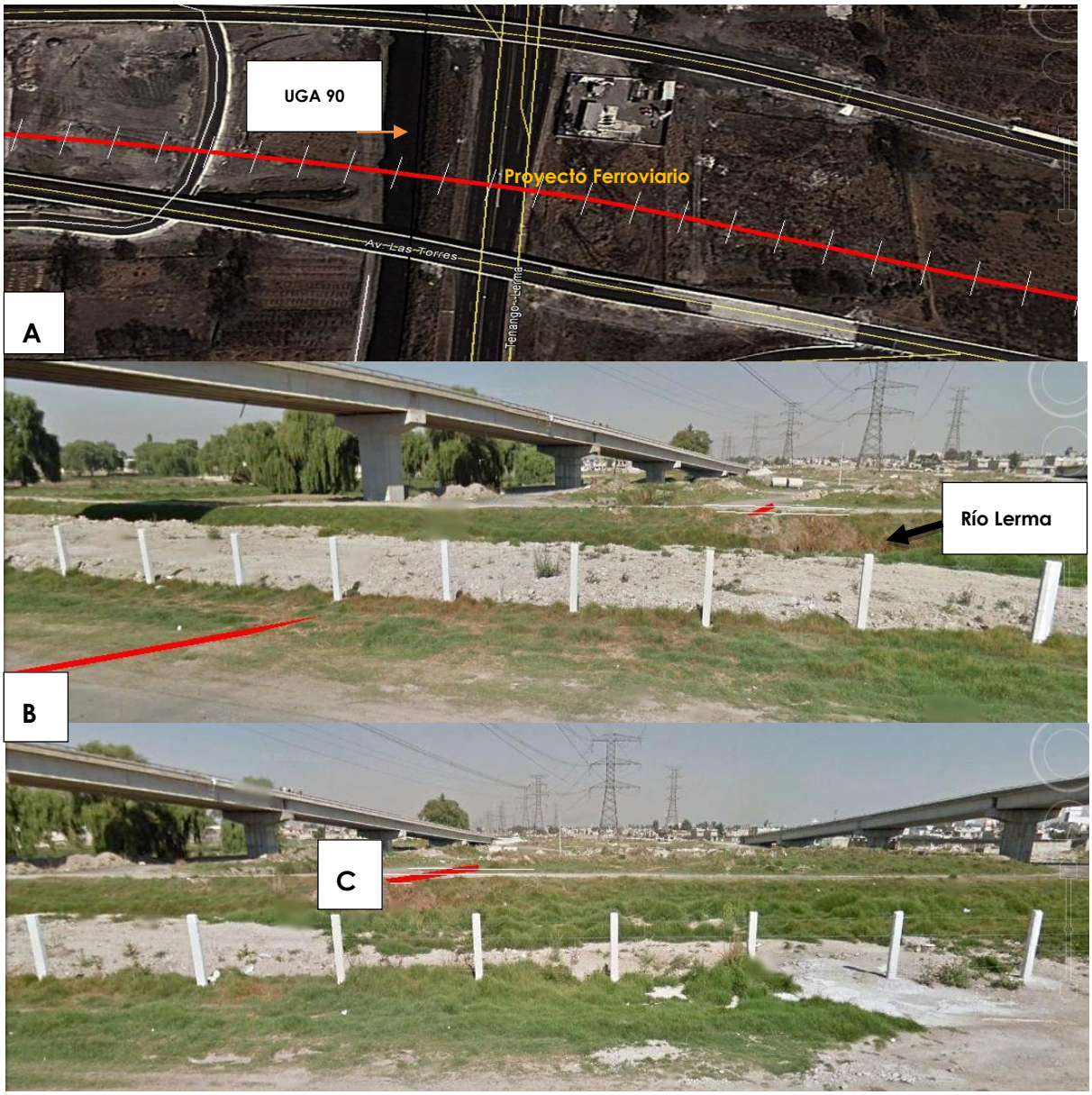
Criterios regulatorios de la UGA 90	
Criterio aplicable a la UGA 90	**Cumplimiento del Proyecto**
56 Evitar la contaminación de los cuerpos de agua con desechos sólidos y sustancias tóxicas.	Si bien el Proyecto Ferroviario no contempla la explotación de cuerpos o corrientes de agua ni su contaminación con sustancias, el Proyecto contempla el cruce por encima de la UGA 90 (que corresponde al Río Lerma) mediante viaducto elevado, teniendo desde su diseño la consigna de respetar el ancho del NAME[3] del Río; por lo cual no se contempla realizar obra o actividad alguna 10 m después del nivel máximo extraordinario y que se estima en aproximadamente en 19 m de cada lado del Río a partir del eje(en total se estiman 38 m de ancho). Asimismo dentro de las medidas de mitigación que se implementarán, se contempla poner en práctica el Programa de Manejo Integral de Residuos (que incluye el manejo desde la fuente de generación de los RSU, los RME y los RP), así como la implementación de buenas prácticas ambientales con el objeto de tener un buen manejo tanto de los residuos como de las aguas residuales que se generen en obra. Adicionalmente se instalarán sanitarios portátiles en los frentes de obra, los cuales tendrán su mantenimiento periódico correspondiente con el objeto de evitar derrames o fugas de aguas residuales (sanitarias) garantizando con esto la no contaminación de cuerpos y corrientes de agua. Asimismo la(s) constructora(s), deberá prever no emplazar talleres de mantenimiento o almacenes de sustancias potencialmente peligrosas dentro de esta UGA 90, ni en los límites con el NAME. Por lo anteriormente descrito, se establece que el Proyecto No contraviene con este precepto regulatorio.
57 Mantener un control permanente y efectivo sobre las represas.	Este precepto No Aplica, en virtud de que a la altura del cruce del Proyecto Ferroviario (sobre viaducto elevado), por la UGA 90, no se ubica o localiza alguna represa del Río Lerma. No obstante se implementarán las medidas de control y protección correspondientes para evitar cualquier fuga o derrame de la maquinaria, equipos y/o materiales utilizados en las obras y actividades del Proyecto es este sitio.
58 Regular las actividades que se desarrollen en torno a los cuerpos de agua en base a la normatividad aplicable.	Las actividades del Proyecto contemplan respetar los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas que están relacionadas con obras o actividades del Proyecto. El proyecto no contraviene con este criterio de regulación debido a que no se contempla la descarga de aguas residuales generadas por el Proyecto, en este sentido todas las aguas producto de las actividades u obras serán descargadas al drenaje municipal (zonas urbanas: las generadas en oficinas y

[3] Nivel de Aguas Máximo Extraordinario

Criterios regulatorios de la UGA 90	
	patios de maquinaria), asimismo en los frentes de obra se instalarán servicios sanitarios móviles (2 por cada 20 trabajadores) lo que garantiza que la empresa contratada proporcione el mantenimiento de los sanitarios y el tratamiento de las aguas generadas en estos. Las aguas producto del lavado de maquinaria en caso de descargarse al drenaje municipal en zonas urbanas deberán cumplir con la NOM-002-SEMARNAT-1996 (Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado), en el sentido de no rebasar los límites establecidos en dicho instrumento. En el caso de que los sitios de ubicación de los patios de mantenimiento y maquinaria no se encuentren cercanos a una sistema de drenaje municipal, todas las aguas producto de la actividad de lavado y mantenimiento se acopiarán mediante un sistema de captación para su posterior tratamiento por una empresa especializada para este fin. No obstante la(s) constructora(s), deberá prever no emplazar talleres de mantenimiento o almacenes de sustancias potencialmente peligrosas dentro de esta UGA 90, ni en los límites con el NAME.
59 Promover el uso sustentable de los cuerpos de agua, evitando su desecación.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues dicho proyecto no contempla el uso o explotación de cuerpos o corrientes de agua, por lo que el Proyecto no contraviene a este criterio.
60 Promover el saneamiento de ríos, canales, Arroyos, presas y bordos.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario en virtud de que se trata de una obra de infraestructura para prestar un servicio público que cruzará los 20 m lineales de ancho de la UGA 90 (Río Lerma) mediante viaducto elevado con el objeto de librar y evitar dentro de su diseño el daño a los componentes ambientales de la zona por donde se emplazará. Adicionalmente el Proyecto contempla la implementación de medidas de prevención, control y mitigación de los posibles impactos ambientales que cause el Proyecto.
61 Fomento de la vegetación ribereña, con las especies del bosque de galería.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario en virtud de que se trata de una obra de infraestructura para prestar un servicio público que cruzará los 20 m lineales de ancho de la UGA 90 (Río Lerma) mediante viaducto elevado. Asimismo es importante mencionar que como parte de los objetivos de conservación y protección de los componentes ambientales el Proyecto contempla la implementación de acciones de reforestación en zonas libres de su derecho de vía que no interfieran con la operación del Proyecto.
62 Vigilar el adecuado aprovechamiento de los manantiales y pozos en coordinación con las dependencias competentes y en cumplimiento a la normatividad vigente.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues dicho proyecto no contempla el aprovechamiento de los manantiales o pozos cercanos a las superficies que ocupará el Proyecto.
63 Protección de zonas de recarga del acuífero.	Es importante mencionar que en el cruce del Proyecto Ferroviario con estos sitios en donde se deberá proteger la recarga del acuífero, se implementarán diversas acciones en el sentido de prevenir cualquier contaminación o dispersión de todo tipo de residuos o materiales. Adicionalmente es importante mencionar que el diseño del Proyecto Ferroviario a través de viaductos elevados mediante pilotes cimentados sobre nivel de suelo librará la superficie de cruce por esta UGA 90. Y en general, por el propio diseño del Proyecto, este dejará un buen porcentaje de la superficie total que se solicita en este manifiesto para su construcción, libre para la recarga del acuífero y para el escurrimiento natural de las aguas pluviales. Por lo que en correspondencia con este criterio el Proyecto no contravienen a lo dispuesto.
64 Se deberá promover la creación de un padrón de pozos artesianos así como un sistema de monitoreo permanente para determinar la calidad del agua extraída de los mismos con el fin de verificar el cumplimiento de la norma correspondiente para uso	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla el uso o explotación de pozos, por lo que el Proyecto no contraviene a este criterio. El agua corriente, tratada y potable que se necesite para desarrollar las obras y/o actividades que requerirá el Proyecto y personal para el desarrollo de las actividades, se comprará en pozos y tomas de agua establecidos y que cuenten con los permisos correspondientes; el agua potable se adquirirá mediante garrafones en purificadoras de agua.

Criterios regulatorios de la UGA 90	
y consumo humano.	
65 En la práctica de la actividad acuícola evitar el desvío de cauces e implementar medidas para el control y mitigación de la contaminación del agua.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues dicho proyecto no contempla la práctica de la actividad acuícola y con ello el desvío de cauces. No obstante si contempla implementar buenas prácticas ambientales que incluyen el manejo de todos los residuos que se generen en la obra y el almacenamiento adecuado y fuera de sitios cercanos a cueces de sustancias potencialmente peligrosas y que por algún derrame o fuga puedan causar la contaminación del agua.
66 Consolidar los sitios con vocación de paisaje y que puedan albergar actividades turísticas de bajo impacto.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues dicho proyecto no contempla actividades turísticas de bajo impacto, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
67 Promover la participación de las comunidades rurales en proyectos turísticos sustentables.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla implementar proyectos turísticos sustentables, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
69 Impulsar entre la población las actividades al aire libre bajo un esquema de educación ambiental.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla implementar actividades al aire libre, sin embargo si considera implementar como parte de las medidas de mitigación, el Proyecto contempla acciones de educación ecológica dirigidas al personal que labore en la etapa operativa del Proyecto y a los usuarios, el cual se describe con detalle en capítulo VI.
70 Prohibir las actividades de esparcimiento que afecten el equilibrio de los ecosistemas.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla implementar actividades de esparcimiento, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
71 Ordenamiento de! comercio y actividades de servicios en las zonas de recreación.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla implementar actividades de comercio y servicios en zonas de recreación, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
72 Proteger y restaurar las corrientes de ríos, arroyos, canales y cauces que atraviesen las zonas turísticas.	El Proyecto en su diseño contempla la protección del cauce del Río Lerma (UGA 90), pues lo cruzará mediante viaductos elevados, asimismo se implementarán buenas prácticas ambientales, como el Programa Integral de Manejo de Residuos (RSU, RME y RP) que se generen en las etapas del Proyecto, instalación de sanitarios portátiles en frentes de obra durante la preparación del sitio
73 En el desarrollo de los proyectos eco turísticos, se deberán mantener los ecosistemas tales como bosque, selva, encinares, ciénagas o lagunas; así corno las poblaciones de flora y fauna con algún estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2001.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla implementar actividades de Proyectos Eco-turísticos, no obstante también es preciso mencionar que la zona aledaña a la UGA 90 (Río Lerma) en el cruce con el Proyecto Ferroviario no cuenta con elementos de ningún ecosistema como bosque, selva, encinares, ciénagas o lagunas, se trata del Río Lerma que ha sido usado anteriormente para las descargas de las poblaciones urbanas. Sin embargo el Proyecto dentro de su diseño contempla librar el cruce directo con esta UGA, mediante la construcción del Proyecto en viaductos elevados, además de la implementación de buenas prácticas ambientales (Programa Integral de Manejo de Residuos, instalación de sanitarios portátiles en frentes de obra, reglamento interno dirigido a los trabajadores de obra para respetar y conservar los elementos ambientales con los que cuente la zona, entre otras), adicionalmente para este sitio no se tienen reportadas especies que se incluyan en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Por lo anterior, el Proyecto Ferroviario no contraviene a este criterio de ordenamiento.
75 Se evitarán desarrollos turísticos en zonas de riesgo hacia la población.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla implementar desarrollos turísticos, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
76 Las actividades recreativas y turísticas deberán contar con un programa de manejo integral de	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla realizar o promover actividades recreativas y turísticas, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción

Criterios regulatorios de la UGA 90	
residuos sólidos y líquidos.	de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
78 Las actividades recreativas deberán contar con un reglamento Que minimice impactos ambientales hacia la flora, fauna y formaciones geológicas.	Este precepto NO Aplica con el presente Proyecto Ferroviario, pues no se contempla realizar o promover actividades recreativas, ya que se refiere a una vía de comunicación para dar un servicio público, mediante la construcción de un viaducto elevado en el cruce con la UGA 90.
89 Cumplir con la normatividad vigente en materia de descargas a los cuerpos de agua; manejo de excretas y agua grises domésticas.	El proyecto no contraviene con este criterio de regulación debido a que no se contempla la descarga de aguas residuales generadas por el Proyecto, en este sentido todas las aguas producto de las actividades u obras serán descargadas al drenaje municipal mediante el permiso correspondiente (zonas urbanas: las generadas en oficinas y patios de maquinaria). Asimismo en los frentes de obra se instalarán servicios sanitarios móviles (2 por cada 20 trabajadores) lo que garantiza que la empresa contratada proporcione el mantenimiento de los sanitarios y el tratamiento de las aguas generadas en estos. Las aguas producto del lavado de maquinaria en caso de descargarse al drenaje municipal en zonas urbanas deberán cumplir con la NOM-002-SEMARNAT-1996 (Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado), en el sentido de no rebasar los límites establecidos en dicho instrumento. En el caso de que los sitios de ubicación de los patios de mantenimiento y maquinaria no se encuentren cercanos a una sistema de drenaje municipal, todas las aguas producto de la actividad de lavado y mantenimiento se acopiarán mediante un sistema de captación para su posterior tratamiento por una empresa especializada para este fin.
146 Todo proyecto que se pretenda desarrollar dentro de área natural protegida deberá ser evaluado en materia de impacto ambiental, con base en lo establecido en la legislación.	El Proyecto no contraviene con este lineamiento en el sentido de que la UGA 90, en el sitio de cruce del Proyecto Ferroviario NO se ubica dentro de alguna área Natural Protegida, no obstante en el sentido de dar cumplimiento con todas las disposiciones de la legislación y normatividad ambiental el Proyecto desde su diseño incluye acciones de conservación y protección de los componentes ambientales, ya que transcurrirá en un muy buen porcentaje del trazo sobre viaducto elevado, permitiendo la permeabilidad del agua y libre escurrimiento, así como el libre desplazamiento de la fauna ocurrente en las zonas de emplazamiento del Proyecto, adicionalmente contempla de forma asociada otras medidas de control, protección y mitigación. Por lo anterior el Proyecto cumple con el criterio de regulación ecológica.
148 Promover la construcción de vialidades con materiales que permitan la infiltración al subsuelo de agua de lluvia.	En el caso del presente Proyecto, no se trata de una vialidad, sin embargo si es una vía de comunicación con el propósito de dar un servicio de transporte público a nivel local y regional; este proyecto está diseñado para dañar lo menos posible los componentes ambientales que aun puedan encontrarse en las zonas de su emplazamiento a pesar de estar perturbados por las actividades antrópicas. Adicionalmente incluye una serie de acciones y medidas con el objeto de reducir y atenuar los posibles impactos ambientales que pueda provocar en sus diferentes etapas (y que se pueden consultar en el Capítulo VI de este Estudio), por lo tanto cumple con el propósito de este criterio de regulación al promover una vía de comunicación con diseño y materiales que permitan la infiltración al subsuelo de agua de lluvia.


UGA 90
Proyecto Ferroviario
Av. Las Torres
Tenango-Jajalpa
A
Río Lerma
B
C



Fotografías III.3.1. Serie fotográfica que muestra el sitio de cruce del Proyecto. A.- Vista satelital del sitio del Proyecto y su cruce con la UGA 90. B y C vista del estado de conservación que presenta la zona en donde se emplazará el Proyecto (zona de disposición de residuos de construcción al fondo de las fotos). D.- Sitio cercano al Proyecto en donde se puede observar el Río Lerma y la ubicación de la Carretera Tenango-Lerma. Cabe señalar la presencia en la zona de otros viaductos viales, similares a los que se construirán para el ferrocarril, y que no ocasionan afectaciones ambientales en la UGA 90.

Asimismo en la Figura III.3.4, se puede observar la incidencia del trazo del proyecto Ferroviario en las UGA's del POET de la ZMVT.

Conclusión:

El Proyecto Ferroviario en general cumple con lo establecido en la mayoría de los criterios de las UGA's por las que incide con excepción de la UGA 90 (el Río Lerma), sin embargo se debe mencionar que debido a que transcurrirá sobre viaductos elevados de manera específica, este diseño afectará en menor proporción los componentes al ambiente, adicionalmente se establece que la mayor parte de la superficie de ubicación del Proyecto sobre este Ordenamiento es sobre el derecho de vía de una línea eléctrica de CFE en donde además se desarrollan otras actividades antrópicas, por lo que las cualidades originales de los componentes ambientales ya fueron modificados, no obstante el diseño del propio proyecto que promueve la conservación y protección de los componentes ambientales y de forma asociada sus acciones y medidas de mitigación que contempla para reducir y atenuar los impactos ambientales, lo sitúa como un proyecto sustentable.

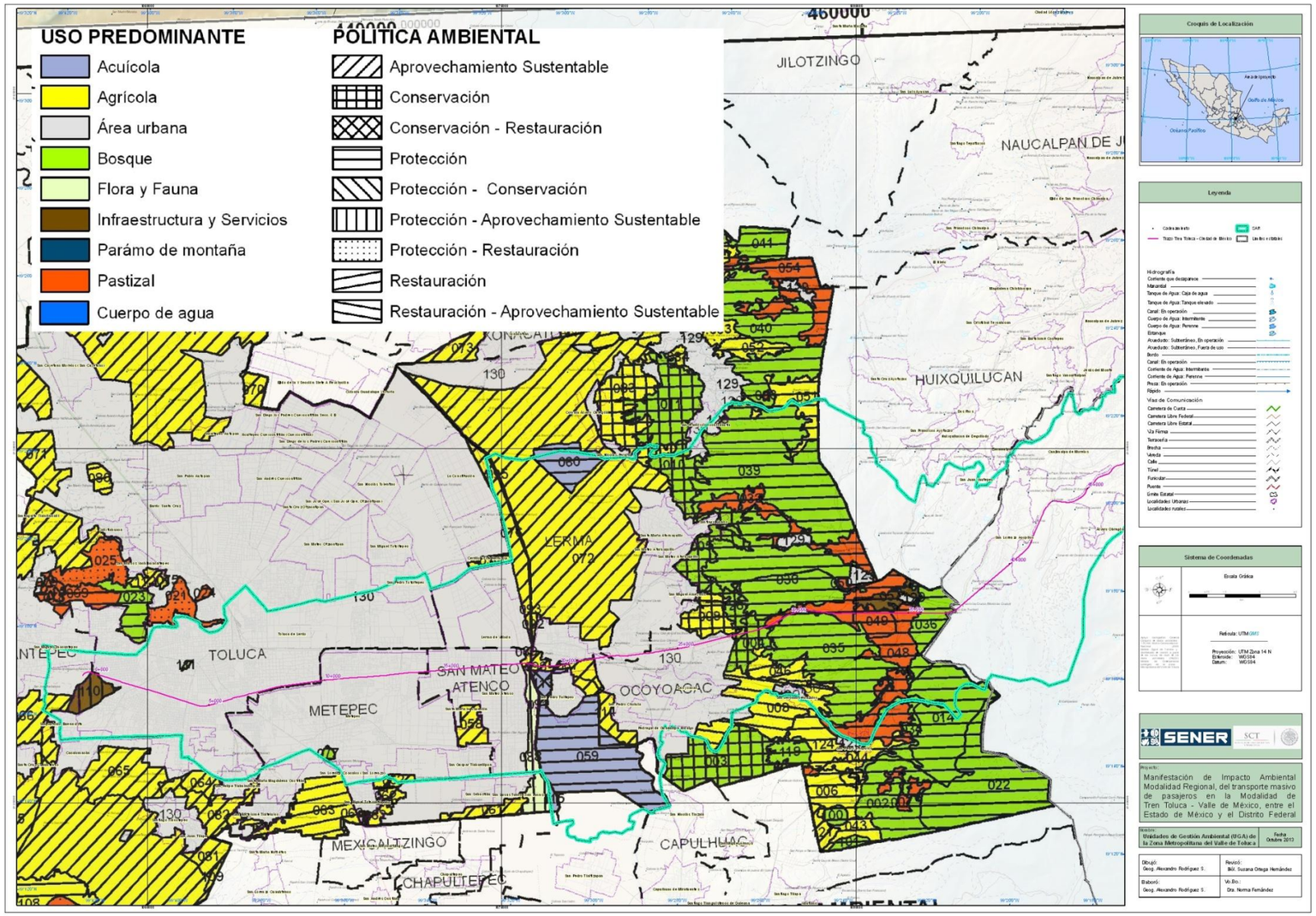


Figura III.3.4. Incidencia del Trazo del Proyecto Ferroviario por las UGA's establecidas en el POET de la ZMVT.

III.3.2.2. Vinculación con Programa General de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Distrito Federal (PGOET)

Publicado en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 01 de Agosto del 2000, el Decreto de Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal.

Este instrumento responde a los mandatos legales y administrativos establecidos en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, a la Ley Ambiental del Distrito Federal, y a otras disposiciones en la materia encargadas de la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. Este programa es rector de cualquier programa, proyecto o actividad que se pretenda desarrollar en el área rural del Distrito Federal denominado Suelo de Conservación. El Suelo de Conservación (SC) es una región crítica para el bienestar de los habitantes de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) por los servicios ambientales que presta.

Tiene por objetivo general determinar el uso del suelo en el área rural del Distrito Federal, así como regular y promover las actividades productivas en concordancia con la estructura y función de los ecosistemas y con las necesidades fundamentales de la población actual y futura. Asimismo es la es la base para la regulación de las actividades humanas en relación con los atributos de un lugar y los impactos ambientales generados por la extracción y transformación de recursos naturales.

De acuerdo con el Programa General de Desarrollo Urbano del Distrito Federal, en su versión de 1996, la clasificación del suelo del Distrito Federal comprende dos grandes dimensiones: la correspondiente al suelo urbano y la que se refiere al suelo para la conservación. El Suelo de Conservación ocupa una extensión de 85,554 ha, ubicadas en ocho delegaciones conforme a la distribución siguiente: Álvaro Obregón (2,268 ha), Cuajimalpa (6,473 ha), Iztapalapa (852 ha), La Magdalena Contreras (4,397 ha), Milpa Alta (28,375 ha), Tláhuac (7,351 ha), Tlalpan (25,426 ha), y Xochimilco (10,012 ha). Asimismo, con base en una modificación al Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la delegación Gustavo A. Madero, se ubicaron 1,220 ha consideradas como Suelo de Conservación.

Zonificación

La meta del Ordenamiento Ecológico es delinear un patrón de usos del suelo que maximice los servicios ambientales y la capacidad productiva del Suelo de Conservación (SC) y que, simultáneamente, minimice tanto los conflictos ambientales in situ, como aquellos con consecuencias al exterior del área de estudio. Para ello, el SC se dividió en zonas homogéneas, denominadas Unidades Ambientales, asimismo con el fin de aplicar las políticas de conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, a continuación se describen las áreas clasificadas en la zonificación del Suelo de

Conservación para instrumentar las acciones de gestión ambiental necesarias para mantener los bienes y servicios ambientales y fomentar el desarrollo rural:

1. Forestal de Conservación

Zonas que se caracterizan por tener las mayores extensiones de vegetación natura l, favorables por su estructura y función para la recarga del acuífero y la conservación de la biodiversidad. Son áreas que por sus características ecogeográficas, contenido de especies, bienes y servicios ambientales que proporcionan a la población hacen imprescindible su conservación. Requieren que su uso sea planificado, controlado y racional para evitar su deterioro y asegurar su permanencia. Las áreas clasificadas con esta zonificación corresponden a la parte boscosa de las Delegaciones Cuajimalpa, Álvaro Obregón, Magdalena Contreras, Tlalpan, Xochimilco, Milpa Alta y Gustavo A. Madero. Abarcan 33,155.5 ha (36.4% del Suelo de Conservación) y están constituidas principalmente por bosques de oyamel, pino y encino.

2. Forestal de Conservación Especial

Ocupa una extensión de 3,210.7 ha que representan 3.6% del Suelo de Conservación. Posee características ecológicas y ambientales relevantes para la captación, infiltración o recarga del acuífero y la conservación de la biodiversidad. En esta área se desarrollan actividades productivas y turísticas que generan recursos económicos para los pueblos, ejidos y comunidades de estas zonas. Estas actividades deben ser reguladas para hacerlas compatibles con la importancia biológica y ambiental de la zona. Los terrenos con esta zonificación se localizan y corresponden a las partes bajas de la Sierra de las Cruces, en las Delegaciones Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras.

3. Forestal de Protección

Por las características de la vegetación natural y de biodiversidad que presentan, así como de la función de captación, infiltración y recarga del acuífero y las actividades productivas que se desarrollan en la zona, se aplican regulaciones a las actividades humanas con base en las políticas de conservación y restauración ecológica. Esta zonificación abarca 6,985.5 ha (7.9% del Suelo de Conservación) y se distribuye principalmente en las delegaciones Tlalpan y Milpa Alta, aunque existen pequeños manchones en casi todas las delegaciones rurales del sur del Distrito Federal. En la Delegación Milpa Alta, estas áreas constituyen la frontera forestal con las zonas en que se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias. En estos terrenos se deberá evitar las prácticas que alteren la estructura y función del suelo y de los ecosistemas naturales; optimizar las condiciones de las áreas que forman parte de ecosistemas con altos valores ecológicos.

4. Forestal de Protección Especial

Terrenos preferentemente forestales, con áreas que contienen vegetación natural en buen estado de conservación. En esta zonificación se desarrollan actividades productivas en mayor intensidad que requieren una regulación que permita su desarrollo en función de los valores ambientales y ecológicos, que induzcan actividades de restauración ecológica y

recuperación de la frontera forestal. Esta zonificación ocupa 2,006.1 ha (2.3% del Suelo de Conservación) y se ubica principalmente en la Delegación Milpa Alta, así como en una pequeña parte de las delegaciones Tlalpan y Magdalena Contreras. En estos terrenos, debido a la presencia de especies endémicas del Distrito Federal y al desarrollo de actividades agrícolas y pecuarias, se requiere asegurar su permanencia a través de un manejo ambiental racional y planificado de los recursos naturales.

5. Agroforestal

Esta zonificación se ubica en todas las delegaciones, aunque la mayor parte se encuentra en las delegaciones Milpa Alta y Tlalpan. La categoría abarca una superficie de 6,141.8 ha (6.9% del Suelo de Conservación), y es una zona de transición entre el bosque y las tierras de cultivo, considerados preferentemente forestales, donde se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias con mayor intensidad. En estas zonas se deberá practicar usos intensivos que permitan desarrollar actividades productivas a través del uso múltiple del suelo sin ocasionar impactos ambientales significativos. La regulación establecida orienta las actividades productivas en función de los valores ambientales y ecológicos de la zona; asimismo, fomenta la reconversión hacia el uso forestal, por lo que se deben propiciar medidas para restituir el valor ecológico de áreas que han sufrido alteraciones por actividades productivas no planificadas; también, permite incorporar estos terrenos a la producción, con restricciones moderadas.

6. Agroforestal Especial

Zonificación localizada principalmente en la delegación Tlalpan, en las inmediaciones de la Sierra del Ajusco y el Volcán Pelado, ocupa una extensión de 5,084.3 ha (5.7% del Suelo de Conservación). Algunas áreas son de gran importancia ecológica, debido a la presencia de especies endémicas distribuidas principalmente en zacatonales. Esta categoría posee lugares que son preferentemente forestales, donde se desarrollan actividades agrícolas y pecuarias con mayor intensidad. Por estar ubicadas en los límites con la zona forestal de conservación, se plantea una normatividad ambiental específica para hacer compatibles las actividades productivas que se desarrollan, con las funciones naturales del territorio. Asimismo, se deben conservar las áreas de distribución de las especies endémicas y bajo otro estatus de conservación e inducir acciones de restauración ecológica.

7. Agroecológica

La zonificación Agroecológica está distribuida sobre las áreas de cultivo existentes, principalmente sobre las áreas bajas con poca pendiente. Ocupa 14,056.2 ha, lo que representan 15.9% del Suelo de Conservación y se encuentra distribuida en todas las delegaciones con Suelo de Conservación, especialmente en la Delegación Milpa Alta, Xochimilco y Tlalpan. Esta categoría agrupó aquellas áreas con alto potencial para el desarrollo de actividades productivas agrícolas y pecuarias; en éstas áreas se deberá evitar las prácticas que alteren la capacidad física y productiva del suelo y de los recursos naturales; en el desarrollo de las actividades productivas se deberán ejecutar técnicas de conservación

del suelo y agua; se promoverá el uso de composta y abonos orgánicos, evitando al máximo el uso de productos químicos.

8. Agroecológica Especial

Esta zonificación abarca 3,114.5 ha (3.5% del Suelo de Conservación y se distribuye sobre las zonas chinamperas de Xochimilco y Tláhuac, así como en los humedales de ambas delegaciones. Debido a su vulnerabilidad, en estas áreas se aplica una regulación especial a fin de conservar estos terrenos por sus valores ecológicos, tradicionales y culturales. Se debe fomentar su conservación a través de la continuidad de los sistemas de manejo tradicionales; el mantenimiento de la hidrodinámica prohibiendo la interrupción del flujo y comunicación de los canales; la reducción al máximo del uso de productos químicos para evitar la contaminación del suelo y agua. Adicionalmente a las zonificaciones descritas, se señalan e identifican en la zonificación normativa del OEDF a las Áreas Naturales Protegidas y a los Programas de Desarrollo Urbano vigentes.

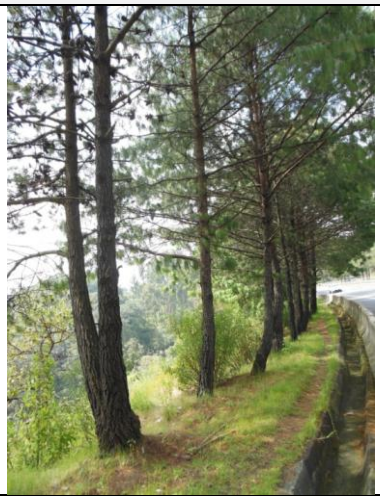
Es importante mencionar que a las zonificaciones descritas anteriormente, se señalan e identifican en la zonificación normativa del PGOEDF a las Áreas Naturales Protegidas y a los Programas de Desarrollo Urbano vigentes, ya que en sus ámbitos de competencia son los Programas de Manejo y los Programas Parciales de Desarrollo Urbano, respectivamente, los instrumentos que definen su regulación específica.

De acuerdo a lo anterior descrito, en la Tabla III.3.12 que a continuación se establecen los tramos del trazo del Proyecto Ferroviario de acuerdo a como cruzan por la zonificación establecida por el PGOET y se describe la Propuesta de Cumplimiento con lo dispuesto en cada Zonificación por las afectaciones que se estima causará el Proyecto Ferroviario.

Tabla III.3.12. Propuesta de cumplimiento con lo dispuesto en la Zonificación del PGOET.

Zonificación Ordenamiento Territorial	Cadenamientos de incidencia (Km)/Long. (m)	Actividades permitidas y no permitidas de acuerdo a la zonificación	Cumplimiento y vinculación del Proyecto
Áreas Naturales Protegidas	37+020 al 37+189	La regulación de estas áreas está bajo lo establecido en el Decreto y Programa de Manejo específico, por lo que los criterios de regulación de actividades se describirán en el siguiente punto.	Se vincula más adelante en relación al Decreto del ANP Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla y; por los Acuerdos entre la entonces SEMARNAP y los Gobiernos del Estado de México y del Distrito Federal en donde se otorga la administración a cada uno dentro de su demarcación (o límite estatal), se vincula con la Legislación aplicable a ANP's estatales con el Código de la Biodiversidad del Estado de México y el Plan Rector de ANP's del D.F. en concordancia con este precepto.

Zonificación Ordenamiento Territorial	Cadenamientos de incidencia (Km)/Long. (m)	Actividades permitidas y no permitidas de acuerdo a la zonificación	Cumplimiento y vinculación del Proyecto
Forestal de Conservación	37+189 al 39+561 45+547 al 45+648	Con el objetivo de asegurar la permanencia de los ecosistemas presentes en esta zonificación, se promoverán estudios, programas y proyectos para la conservación y restauración de los recursos naturales. Asimismo, se deberán diseñar y aplicar programas de manejo para la conservación de las especies de flora y fauna silvestre; está estrictamente prohibido el desmonte y la caza.  	El Proyecto NO contraviene con este precepto, pues en su trayecto por el tramo del Km 37+194 al 39+622 en esta zonificación Forestal de Conservación contempla la implementación de un túnel a partir del cadenamiento Km 36+150.00 al Km 40+785.78, con una longitud de 4,635.78 m, evitando con esto la modificación y afectación (eliminación de cubierta vegetal existente), por lo tanto los desmontes previstos en vegetación natural NO cruzan esta zonificación en este tramo. En el tramo del cruce del Proyecto con los cadenamientos del 45+564 al 45+660 con Política Forestal de Conservación se observaron 27 árboles de *Pinus halepensis* (Pino) Su ficha Técnica se incluye en el Anexo III.3, los cuales por tratarse de vegetación introducida y exótica a México, sembrada como parte del jardinado de la autopista el momento de su construcción, se removerán y serán sustituidjos por especies nativas de la zona. En estos sitios se delimitarán las superficies estrictamente para evitar extender cualquier impacto ambiental y afectar vegetación adyacente. Ver Fotos a la izquierda donde se muestran los árboles de *P. halepensis* sobre el talud del terraplén de la autopista, en el sitio donde se instalarán las pilas del viaducto del tren, y que serán sustituidos por especies de bosque templado nativas de la zona. Adicionalmente es importante mencionar que actualmente los sitios en donde se pretende la ubicación del Proyecto Ferroviario muestran una severa perturbación, fragmentación del hábitat y la existencia de vegetación secundaria debido a que las características de los componentes ambientales y ecosistema fueron afectados previamente por diversas actividades antrópicas. Como parte de la mitigación a este impacto, se implementarán acciones de restauración, que incluyan acciones específicas de reforestación con vegetación nativa sobre el DV del Proyecto y acciones de restauración ecológica en zonas (previamente

Zonificación Ordenamiento Territorial	Cadenamientos de incidencia (Km)/Long. (m)	Actividades permitidas y no permitidas de acuerdo a la zonificación	Cumplimiento y vinculación del Proyecto
			establecidas mediante acuerdos entre la CONANP y la SCT) que se ubiquen cercanas o adyacentes a bosques o vegetación más conservada asegurando y promoviendo con esto la permanencia de los ecosistemas que han sido modificados y afectados previamente por diversas actividades antrópicas.
Forestal de Conservación Especial	40+088 al 43+735 44+120 al 44+200 44+347 al 44+400 44+955 al 44+969 45+092 al 45+123	Se fomentará y apoyará el desarrollo de actividades productivas y de recreación compatibles con la conservación de las características naturales de la zona, compatibilizando su desarrollo con la conservación del bosque; se evitará el establecimiento de asentamientos humanos, así como la introducción de servicios e infraestructura que afecten los valores ecológicos de la zona.	El Proyecto no contraviene al presente precepto pues dentro de sus objetivos o alcances NO contempla el establecimiento de asentamientos humanos, así como la introducción de servicios e infraestructura que afecten los valores ecológicos de la zona, pues en contra parte a lo antes mencionado contempla la implementación de medidas de mitigación tendientes a fomentar primeramente por su diseño la conservación de las características de la zona (1.-en una porción de esta zona todavía cruza el túnel que termina en el Km 40+785.78, 2.- transcurre por viaductos elevados a partir del Km 41+200 y al termino del Proyecto Km 57+740.85). Además de implementar otras acciones compatibles con la conservación como la restauración de sitios libres dentro del DV que no interfieran ni obstruyan en la operación del Proyecto Ferroviario e implementación de acciones de restauración ecológica en superficies previamente acordadas y designadas entre la CONANP y SCT (restauración: conservación y mejoramiento del suelo y reforestación con especies nativas), lo que en su momento podría mejorar la conectividad con el bosque existente en las zonas más conservadas y el cual ha sido fuertemente afectado por

Zonificación Ordenamiento Territorial	Cadenamientos de incidencia (Km)/Long. (m)	Actividades permitidas y no permitidas de acuerdo a la zonificación	Cumplimiento y vinculación del Proyecto
			actividades antrópicas de diversa índole y asentamientos humanos.
Agroecológico	40+735 al 44+120 45+123 al 45+420 45+860 al 46+070 46+190 al 46+548	Esta categoría agrupó aquellas áreas con alto potencial para el desarrollo de actividades productivas agrícolas y pecuarias; en éstas áreas se deberá evitar las prácticas que alteren la capacidad física y productiva del suelo y de los recursos naturales; en el desarrollo de las actividades productivas se deberán ejecutar técnicas de conservación del suelo y agua; se promoverá el uso de composta y abonos orgánicos, evitando al máximo el uso de productos químicos.	El Proyecto no contraviene al presente precepto pues NO contempla ni le aplican las actividades productivas agrícolas y pecuarias. Si bien el Proyecto Ferroviario afectará sitios muy puntuales por la cimentación de las pilas que sostendrán los viaductos elevados, también contempla diversas acciones de control, prevención y mitigación por los posibles impactos que este cause al ambiente, entre las que se incluyen acciones de rescate, conservación y mejoramiento del suelo (mediante abonos verdes principalmente, evitando productos químicos), acciones de revegetación y reforestación con especies nativas en sitios adecuados que promuevan la conectividad de los ecosistemas afectados por el proyecto (dentro del DV), buenas prácticas ambientales y reglamento interno con lo que se cuidarán los cauces, escurrimientos (arroyos y ríos) y cuerpos de agua existentes.
Forestal de Protección	44+200 al 44+347 44+400 al 44+955 44+969 al 45+092 45+420 al 45+547 45+648 al 45+860 46+070 al 46+190	En estos terrenos se deberá evitar las prácticas que alteren la estructura y función del suelo y de los ecosistemas naturales; optimizar las condiciones de las áreas que forman parte de ecosistemas con altos valores ecológicos; fomentar el uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, proteger y restaurar las subcuencas y cauces de los ríos, los sistemas de drenaje natural, así como prevenir y controlar la erosión de los suelos; evitar el desarrollo de la agricultura y ganadería en zonas con pendientes pronunciadas; fomentar e instrumentar técnicas de conservación de suelo y agua en las áreas que se desarrollen actividades agrícolas y pecuarias.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que su cruce por esta zona lo realizará por superficies previamente afectadas por el emplazamiento de la Carretera federal y la Autopista México-Toluca en donde las superficies se encuentran libres de vegetación, pues se ubicará sobre el DV de dicha carretera, con lo que NO necesitará de la apertura de nuevos caminos de acceso, al respecto se implementará la señalización informativa y preventiva adecuada y en casos necesarios se realizarán desvíos coordinados evitando con esto puntos de conflicto vehicular y posibles accidentes.
Programas Parciales	39+561 al 40+088	La regulación de esta superficie aplica de acuerdo a lo establecido en el PDU correspondiente	El Proyecto no contraviene al presente precepto pues en concordancia con él, se vincula con lo establecido en el PDU de la Delegación de Cuajimalpa.

Asimismo, en el Suelo de Conservación del DF se establecen lineamientos para 9 sectores (Agrícola, Pecuario, Forestal, Agroforestal, Acuacultura, Vida Silvestre, Turismo, Infraestructura y Servicios, Minería). De acuerdo a estos lineamientos las actividades del Proyecto pretenden dar cumplimiento a los relacionados con el Sector de Infraestructura y Servicios, el cual es aplicable en las ocho Zonificaciones establecidas por el PGOET. A continuación, en la Tabla III.3.13, se describe la vinculación de las obras y actividades del Proyecto Ferroviario con los Lineamientos aplicables referentes a infraestructura.

Tabla III.3.13. Vinculación de las actividades del Proyecto con los Lineamientos para el SECTOR INFRAESTRUCTURA y SERVICIOS establecidos en el PGOET.

Lineamiento	Vinculación con el Proyecto
Toda construcción u obra, pública o privada, que se pretenda desarrollar en Suelo de Conservación, se entenderá exclusivamente como la infraestructura de apoyo para la realización de las actividades permitidas por el PGOET del DF en el territorio.	El Proyecto en comento se pretende construir sobre superficies impactadas, con lo que NO se modificará ni afectarán más de lo que ya han sido afectadas las cualidades del ecosistema por las actividades antrópicas y asentamientos humanos. Este proyecto trata de una obra pública que pretende dar un servicio de transporte entre dos centros urbanos de gran importancia (Toluca-Cd. de México) mediante el uso de energía eléctrica, con que se reducirán emisiones a la atmósfera (en sustitución del transporte actual). El Proyecto transcurre en gran parte de su trazo sobre viaductos elevados, lo que genera menos impactos de fragmentación y no genera impactos en cuanto a la modificación de los escurrimientos; adicionalmente se implementarán diversas acciones de mitigación, buscando con todo esto tener una mayor viabilidad ambiental y ser acorde con las políticas de conservación en la región. En este sentido se presenta a esta Dirección General para obtener la Autorización en materia de impacto ambiental, con lo que se acatará cabalmente cualquier condicionante establecida. Con todo lo anteriormente mencionado, se considera que el Proyecto NO contraviene este precepto pues será como tal infraestructura de apoyo a la actual Autopista y a las zonas urbanas que comunicará (vía de comunicación permitida en este ordenamiento), siendo más amigable con el ambiente.
En la realización de construcciones se deberá considerar la autosuficiencia en los servicios de agua potable y el manejo y disposición final de las aguas residuales y de los residuos sólidos.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que se realizarán las gestiones adecuadas para que se cuente con el suministro de agua potable en sitios de obra como almacenes, oficinas talleres entre otros (en la etapa constructiva), así como en las estaciones en la etapa operativa; de igual forma en relación a la descarga o tratamiento de aguas residuales si fuera el caso, se realizarán las gestiones correspondientes para descargar las aguas residuales en el drenaje municipal. En los frentes de trabajo se instalarán sanitarios móviles a los cuales se les proporcionará el mantenimiento adecuado por parte de una empresa especializada. Relativo a los residuos se incluirán acciones para el Manejo integral de todos los residuos que se generen en obra y que incluye a los RSU, a los RME y a los RP. Estableciendo los procedimientos del manejo desde su fuente de generación, del almacenamiento temporal y de su tratamiento y/o disposición final; adicionalmente se promoverá el reciclado y reuso de

<table>
<tr><th>Lineamiento</th><th>Vinculación con el Proyecto</th></tr>
<tr><td></td><td>algunos de los residuos que puedan utilizarse en otras actividades.</td></tr>
<tr><td>Las construcciones se deberán instalar preferentemente en zonas sin vegetación natural, a fin de evitar el mayor número de impactos ambientales.</td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que un buen porcentaje de su construcción lo hará en la superficie del DF dentro del derecho de vía de la Carretera y la Autopista México-Toluca, y a la altura del Km 48+200, entra a la zona urbana de Santa Fe, por lo que a partir de este punto lo regulan los lineamientos establecidos en los PDU. En este contexto, es importante mencionar que en realidad son muy pocos los sitios con vegetación natural y conservada en donde se emplazarán las pilas que sostendrán los viaductos elevados del Proyecto Ferroviario, por lo que se cumple en términos de buscar la instalación del proyecto preferentemente en zonas sin vegetación natural.</td></tr>
<tr><td>En el Suelo de Conservación, excluyendo las áreas denominadas Programas de Desarrollo Urbano, sólo se permitirá un nivel de construcción</td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que no le aplica pues no se trata de una construcción en niveles, se trata de una obra pública que comunicará dos centros urbanos importantes, consistente en un tren eléctrico que correrá sobre viaductos elevados (en un buen porcentaje del trazo).</td></tr>
<tr><td>Los porcentajes de superficie cubierta para las zonificaciones Agroecológica Especial, Agroecológica, Agroforestal Especial, Agroforestal, Forestal de Protección Especial y Forestal de Conservación Especial, se realizarán conforme a la tabla siguiente:
<table><tr><th>Superficie total del terreno (m²)</th><th>Porcentaje (%)</th></tr><tr><td>Igual o menor a 2,500</td><td>1</td></tr><tr><td>De 2,500 a 20,000</td><td>2</td></tr><tr><td>Mayores a 20,000</td><td>2.5</td></tr></table></td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que los únicos sitios de construcción directamente sobre el suelo natural en estas zonas serán para la cimentación de las pilas que sostendrán los viaductos, teniendo un porcentaje muy bajo de construcción, beneficiando a su vez la captación y escurrimiento natural del agua.</td></tr>
<tr><td>En las zonas Forestal de Conservación y Forestal de Protección, se permitirá que hasta 1% de la superficie total del predio sea cubierta, sin importar que se utilicen materiales permeables.</td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que los únicos sitios de construcción directamente sobre el suelo natural en estas zonas serán los espacios para la cimentación de las pilas que sostendrán los viaductos, teniendo un porcentaje muy bajo de superficie de construcción, menor al 1% beneficiando a su vez la captación y escurrimiento natural del agua.</td></tr>
<tr><td>Para los predios mayores a 20,000 m² de superficie total, la superficie cubierta se podrá dividir en módulos, sin que la superficie cubierta de cada uno sea menor a 200 m².</td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que los únicos sitios de construcción directamente sobre el suelo natural serán para la cimentación de las pilas que sostendrán los viaductos, teniendo un porcentaje muy bajo de construcción, beneficiando a su vez la captación y escurrimiento natural del agua.</td></tr>
<tr><td>Cuando se requiera el revestimiento de las vías de comunicación, por necesidades de paso vehicular, excluyendo carreteras o autopistas, éste se deberá realizar con materiales que permitan la infiltración del agua al subsuelo para la recarga del acuífero.</td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto pues aunque es una vía de comunicación NO requerirá de revestimiento al no ser una carretera, en este sentido el propio diseño del proyecto ferroviario permitirá la infiltración del agua al subsuelo a través de todo el trazo, pues este transcurrirá en el territorio regulado por este POET, con 3,085.78 m por un túnel que inicia en el Km 36+188 (en el Edo. de Méx.) pero que a partir del Km 37+108 cruza territorio de Distrito Federal y hasta el Km 40+784.20 en donde termina, posteriormente a partir del Km 41+200 y hasta el Km 46+548.</td></tr>
<tr><td>En el trazo y construcción de vialidades, se deberá respetar la topografía, arbolado, características naturales de la zona, y condiciones ecológicas específicas; tales como</td><td>El Proyecto no contraviene al presente precepto, en virtud de que en su diseño se consideró de cierta forma respetar en gran medida la topografía, arbolado, características naturales de la zona, y condiciones ecológicas específicas; tales como</td></tr>
</table>

Lineamiento	Vinculación con el Proyecto
escurrimientos superficiales, vías naturales de drenaje y paso de fauna silvestre.	escurrimientos superficiales, vías naturales de drenaje y paso de fauna silvestre, ya que en esta superficie considera una porción del túnel y transcurrirá además prácticamente por viaductos elevados.
En la estructura vial revestida con materiales impermeables, la autoridad competente de su mantenimiento deberá incorporar las tecnologías apropiadas que permitan la infiltración de aguas pluviales al subsuelo, y no interrumpir el paso natural de los escurrimientos superficiales.	El Proyecto no contraviene al presente precepto, pues no le aplica de forma directa en virtud de que el Proyecto NO requiere revestimiento de superficies naturales y únicamente considera la construcción en sitios muy puntuales de las pilas que sostendrán los viaductos elevados.
Los usos turísticos, recreativos, infraestructura o servicios, no tendrán uso habitacional.	El Proyecto no contraviene al presente precepto pues NO considera implementar o establecer en algún momento un uso habitacional.

En la Figura III.3.5, se puede observar la longitud de cada tramo del Proyecto Ferroviario que cruza la zonificación establecida en este PGOET del Distrito Federal.

Conclusión

El proyecto Ferroviario es compatible con los criterios y lineamientos establecidos en el PGOET del DF. Si bien no se permite el desmonte en la Zona Forestal de Conservación, el Proyecto Ferroviario incide en 100 m lineales dentro del derecho de vía de la Autopista México-Toluca donde se encuentran árboles sobre el talud del terraplén que fueron sembrados como parte de la ornamentación de la autopista en el momento de su construcción y que deberán ser sustituidos. Los 27 individuos de pino que se requiere remover pertenecen a una especie inducida y exótica a México (*Pinus halepensis)*, por lo que su retiro y sustitución por especies arbóreas propias de la región resulta en un beneficio ecológico ya que es bien conocido el problema que implica para los ecosistemas naturales, la incidencia de especies exóticas (desplazamiento competitivo, modificación de polinizadores, introducción de enfermedades y patógenos ajenos al sitio, entre otros). El Proyecto en sí, pretende la conservación y restauración de los sitios por donde cruce, por lo que se decidió por un diseño que considera la construcción de un túnel y transcurre sobre viaductos elevados en la mayor parte de la superficie por la que transcurre sobre las zonificaciones de este ordenamiento. Asimismo, se considera que NO se afectarán de forma significativa los componentes ambientales en virtud de que estos presentan una gran presión antropogénica (desarrollo directo de diversas actividades humanas en la zona), lo que ha provocado que se vayan perdiendo de forma paulatina las cualidades del ecosistema. Las ventajas de esta vía de comunicación sobre una carretera son enormes, pues NO necesita del revestimiento o cubrimiento de grandes superficies, NO fragmenta de forma significativa al sistema y en general permitirá la recuperación activa (por las acciones de reforestación en el DV y restauración en zonas previamente designadas mediante acuerdos entre la CONANP y la SCT; así como sitios afectados temporalmente por las obras) y pasiva al ser un proyecto que permitirá la recuperación de la vegetación por procesos de resiliencia propios de los ecosistemas en los

sitios por donde cruce. Adicionalmente por las medidas que se considera implementar, además de otras que pueda proponer la autoridad, se considera que el proyecto es sustentable y acorde con la conservación del ambiente.

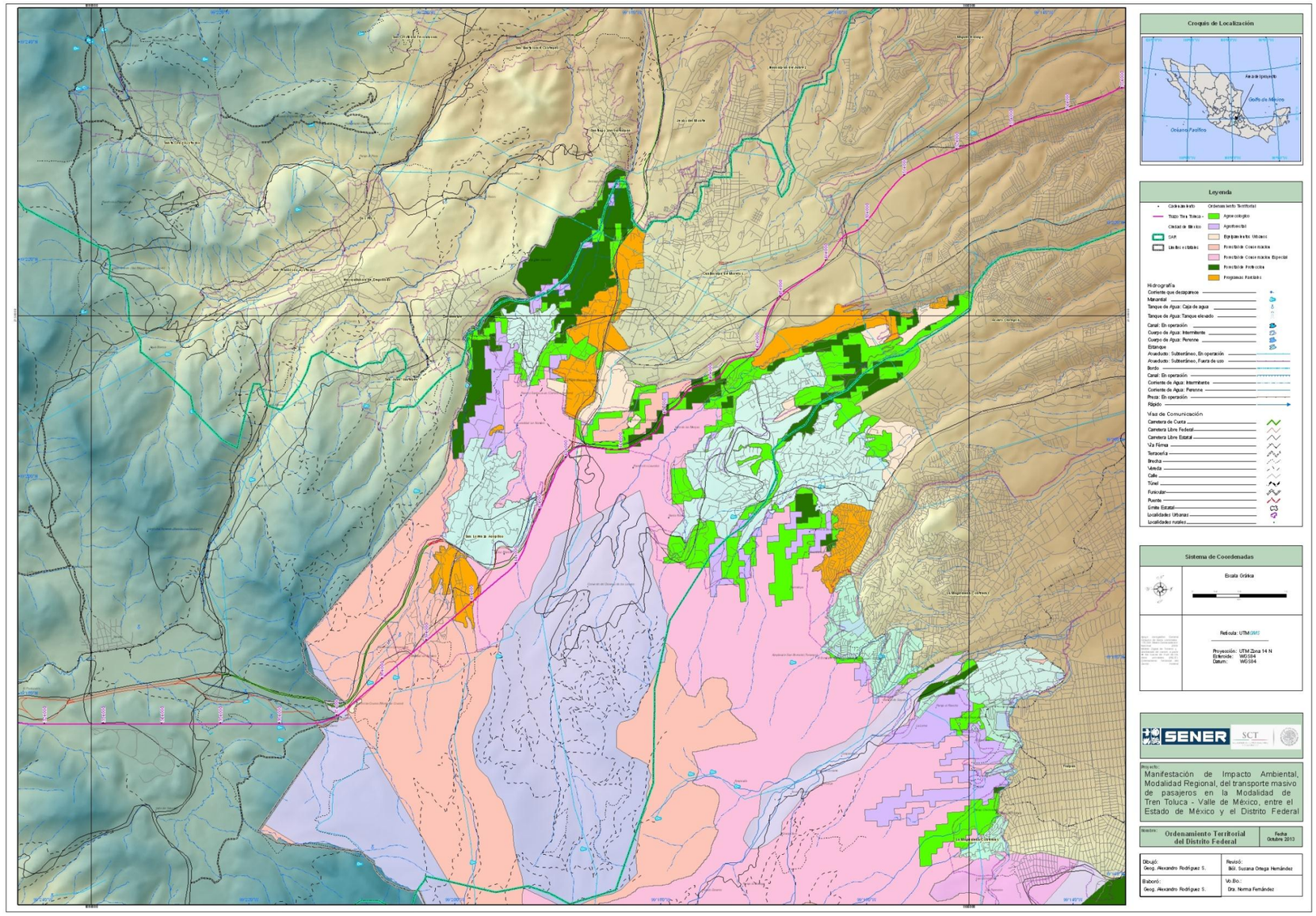


Figura III.3.5. Incidencia del Proyecto Ferroviario en la zonificación del PGOET del DF.

III.3.2. VINCULACIÓN CON ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS

Se define a las Áreas Naturales Protegidas como los espacios físicos naturales en donde los ambientes originales no han sido suficientemente alterados por actividades antropogénicas, o que quieren ser preservadas y restauradas por su estructura y función para la recarga del acuífero y la preservación de la biodiversidad. Son áreas que por sus características ecogeográficas, contenido de especies, bienes y servicios ambientales y culturales que proporcionan a la población, hacen imprescindible su preservación. De acuerdo con el análisis del trazo en imágenes aéreas y el Sistema de Información Geográfico, el Proyecto Ferroviario cruza por ANP dentro del Distrito Federal y Estado de México.

ANP dentro del Distrito Federal

En el Distrito Federal existen 17 ANP, de las cuales 8 son de competencia local y 9 de competencia Federal; comprenden una superficie aproximada de 15,702.7 ha. La Ley Ambiental del Distrito Federal, define a las Reservas Ecológicas Comunitarias como aquellas Áreas Naturales Protegidas propuestas por los pueblos, comunidades y ejidos, en terrenos de su propiedad, para destinarlos a la protección, preservación y restauración de la biodiversidad, sin que se modifique el régimen de propiedad.

ANP dentro del Estado de México

En el Estado de México las Áreas Naturales Protegidas ascienden a 861 mil 487 hectáreas, compuestas por parques nacionales, estatales y municipales, reservas ecológicas federales y estatales; áreas de protección de flora y fauna, parques sin decreto y acuerdos de cimas, montañas, lomeríos y cerros del estado.

Las Áreas Naturales Protegidas por las que cruza el Proyecto Ferroviario y otras áreas de interés ambiental cercanas a éste se describen en la Tabla III.3.14.

Tabla III.3.14. ANP's por las que cruza el Proyecto Ferroviario y otras Áreas de Interés Ambiental.

Nombre del ANP/Área de Interés Ambiental	Longitud de incidencia del Proyecto (Km) y cadenamiento de referencia	Distancia al Trazo (Km) en punto más próximo	Orientación respecto al Trazo
Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla	En los cadenamientos del Km 32+740 al Km 37+106	--	Centro-Este
Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo	En los cadenmaientos del Km 22+025 al Km 23+634 y del Km 24+700 al Km 28+104	--	Centro
Parque Ecológico Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa (Parque Otomí-Mexica del Estado de México	En los cadenamientos del Km 28+850 al Km 36+918)	--	Centro
Parque Nacional Desierto de los Leones	--	0.165	Centro-Este
Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma (Polígono 1)	--	7	Norte
Área de Protección de Flora y Fauna Ciénegas del Lerma (Polígono 2)	--	1.5	Sur
Área de Interés Ambiental			
AICA Ciénegas de Lerma	En los cadenamientos del Km11+740 al Km 15+410	--	Oeste
AICA Sur del Valle de México	En los cadenamientos del Km 34+517 al Km 36+686	--	Centro-Este
RTP Ajusco - Chichinautzin	En los cadenamientos del Km 31+791 al Km 41+467	--	Centro-Este
RHP Cabecera del Río Lerma	En los cadenamientos del Km -0+585.05 al Km 36+722	--	Oeste-Centro
RAMSAR Ciénagas del Lerma (Polígono 1)	--	7	Norte
RAMSAR Ciénagas del Lerma (Polígono 2)	--	1.5	Sur

En los siguientes puntos se describe con mayor detalle la relación y posible interacción que tendrían las actividades y obras del Proyecto Ferroviario con los lineamientos y estatutos regulatorios de la superficie por la que cruza el Proyecto en las ANP's.

III.3.2.1. Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (conocido como la Marquesa)

Decreto publicado en el DOF el 18 de Septiembre de 1936.

Dicho Decreto declara al Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, una zona de los Llanos de Salazar, Estado de México, destinado a la perpetua conservación de la flora y de la fauna y de las aguas, la porción de terrenos montañosos y planicie. Y únicamente describe los linderos físicos del Parque, además de que la administración en su momento estuvo a cargo del entonces Departamento Forestal y de Caza y Pesca. Este decreto no manifiesta ningún tipo de contravención con proyectos como el que se pretende.

El trazo ferroviario cruza por este Parque Nacional en una longitud de aproximadamente 4.38 km en sus cadenamientos 32+740 al 37+106, con tres secciones diferentes; 1) a nivel con una longitud de 1.9 km, en viaducto con una longitud de 1.5 km y en túnel con una longitud de .90 km, es importante recalcar que este tramo se aloja dentro del Derecho de vía existente de la Comisión Federal de Electricidad, el cual en su mayoría carece de vegetación arbórea.

Una vez mencionadas las características específicas del proyecto y como parte de la vinculación del Proyecto en relación con este Decreto es importante establecer que La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 3, fracción II, define las Áreas Naturales Protegidas como "Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano, o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley"; asimismo, el Artículo 46, fracción III de la misma Ley establece que los Parques Nacionales, se consideran Áreas Naturales Protegidas, y en éstos, de acuerdo con el artículo 50 de la LGEEPA, "… sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica".

En este sentido y habiendo realizado una evaluación de las disposiciones en dichos artículos y de los instrumentos jurídicos que han aplicado y aplican actualmente al PNIMHC, se puede señalar que el proyecto ferroviario no se contrapone con las disposiciones de dicho artículo de la LGEEPA, como se presenta y fundamenta en los siguientes incisos:

1. El concepto de Parque Nacional en 1936 y su diferencia con el concepto de Parque Nacional según la actual LGEEPA.

La Ley Forestal de 1926 aplicable en 1936, señalaba en sus artículos 4°, 6° fracción I y II, lo siguiente:

> *ARTÍCULO 1.- La presente Ley tiene por objeto regularizar la conservación, restauración, propagación y aprovechamiento de la vegetación forestal, así como la formación y organización del personal técnico necesario para conseguir este fin.*
>
> *ARTÍCULO 4.- Quedan sujetos a las disposiciones de esta Ley, los **terrenos forestales** baldíos o **nacionales**, los de propiedad municipal, comunal o ejidal y los de propiedad privada. "*
>
> ARTÍCULO 6.- Se *consideran **reservas forestales**:*
>
> *I. Todos los **terrenos forestales** comprendidos en los baldíos o **nacionales**;*
>
> *II. Los terrenos forestales de propiedad particular que la Federación o los Estados expropien para ese fin de acuerdo con el ARTÍCULO 27 Constitucional*

Por su parte el Reglamento de la citada Ley Forestal, de fecha 8 de septiembre de 1927 dedica un Capítulo IV a los Parques Nacionales y señalaba, en sus artículos 39 y 40 que se encontraban vigentes en 1936, que:

> *"Art 39. Los **terrenos forestales nacionales** que por su ubicación, configuración topográfica y otras circunstancias constituyan una belleza natural propicia para el recreo popular y fomento del turismo, serán declarados, por decreto del Ejecutivo, parques nacionales, previa proposición del Servicio Forestal".*
>
> *"Art. 40. Hecha la declaración a que se refiere el artículo anterior, la Secretaría de Agricultura podrá otorgar concesiones que autoricen a particulares para el establecimiento en el parque, de centros de recreo y de turismo.*
>
> *Dichas concesiones se otorgarán en subasta pública, que se convocará cuando la Secretaría de Agricultura y Fomento lo estime conveniente, salvo el caso en que se presente solicitud de concesión, en el cual la convocatoria se hará desde luego.*
>
> *La convocatoria se hará en el Periódico Oficial de la Federación y en el de la entidad en que se encuentre ubicado el parque"*

De la lectura de estos dos ordenamientos jurídicos se desprende que:

- Todos los terrenos forestales nacionales eran por disposición de Ley "Reservas Forestales";
- Estos terrenos forestales, reserva forestal, podían ser declarados parques nacionales;
- Los parques nacionales, luego entonces estaban regulados por la Ley Forestal y eran considerados reserva forestal.

Ahora bien, la legislatura de aquel entonces distinguía, según el régimen de propiedad (ya sea este baldío o nacional, de propiedad municipal, comunal o ejidal y de propiedad privada) el régimen de conservación, restauración, propagación y aprovechamiento de la vegetación forestal.

El artículo 48 del reglamento vigente en aquel entonces señalaba;

> *"Art. 48. En los parques nacionales no podrá hacerse apeo de los árboles con fines comerciales. Cuando tengan que derribarse algunos para la apertura de caminos, vías de comunicación u obras de embellecimiento, el empleado del Servicio Forestal presentará previamente el estudio respectivo a la Jefatura del Distrito correspondiente, quien hará las observaciones del caso, remitiéndolo a su vez a la Secretaría de Agricultura y Fomento para que esta autorice el permiso necesario, en caso de que proceda."*

Es claro entonces que la finalidad de los parques nacionales, eran constituirlos en reservas forestales y por tanto no se podía hacer un aprovechamiento forestal comercial.

El 20 de mayo de 1942 se publicó el Reglamento de Parques Nacionales e Internacionales que era reglamentario del artículo 41 de la Ley Forestal de 1926 y del capítulo IV del reglamento de dicha ley. El Considerando Primero es muy ilustrativo de los motivos por los cuales se declaraban parques nacionales en reservas forestales:

> *"Que el Ejecutivo de mi cargo ha venido declarando parques nacionales aquellos sitios de importancia histórica y de gran belleza natural, que constituyen lugares apropiados para el solaz del turismo que los visita;*

Ahora bien, en 1988 se publicó la LGEEPA que abrogó la Ley Federal de Protección al Ambiente, de 30 de diciembre de 1981.

El sus artículos 46 y 50 se señalaba lo siguiente:

> *"ARTICULO 46.- Se consideran áreas naturales protegidas:*
>
> *III. Parques nacionales;*
>
> *ARTICULO 50.- **Los parques nacionales se constituirán conforme a esta Ley y la Ley Forestal, en terrenos forestales**, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo o de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna de importancia nacional, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones de interés general análogas.*
>
> *Dichas áreas serán para uso público y en ellas podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y, en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica.*

> ***En estas áreas sólo podrán otorgarse autorizaciones para realizar aprovechamientos forestales cuando exista dictamen técnico de la Secretaría que establezca la conveniencia ecológica del aprovechamiento de que se trate.*** *En el otorgamiento de dichas autorizaciones se dará preferencia a quienes ahí habiten en el momento de la expedición de la declaratoria respectiva.*
>
> *Corresponde a la propia Secretaría la organización, administración, conservación, acondicionamiento y vigilancia de los parques nacionales, la que podrá coordinarse con las demás dependencias de la Administración Pública Federal y con los gobiernos locales e instituciones públicas y privadas no lucrativas, para la conservación, fomento y debido aprovechamiento de los mencionados parques."*

Es la Ley Forestal de 1986, que cambia la naturaleza jurídica de los parques nacionales para darles el carácter de área natural protegida, al establecer en su artículo 33 lo siguiente:

> *ARTÍCULO 33.-* ***El ejecutivo Federal podrá decretar, dentro de los terrenos forestales****, el establecimiento de reservas de la biósfera, monumentos naturales,* ***parques nacionales y otras áreas naturales protegidas, para asegurar la conservación de sus ecosistemas****. Las Secretarías de Agricultura y Recursos Hidráulicos y de Desarrollo Urbano y Ecología, elaborarán coordinadamente los estudios que den fundamento al decreto correspondiente.*

Por eso la LGEEPA en su artículo 50 original señalaba:

> *ARTICULO 50.- Los parques nacionales (área natural protegida conforme al artículo 46 fracción III) se constituirán conforme a esta Ley y la Ley Forestal, en terrenos forestales…"*

Y la finalidad era darles a ciertos terrenos forestales que se significasen por su belleza escénica, su valor científico, educativo o de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna de importancia nacional, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones de interés general análogas, un régimen de protección conservación y aprovechamiento especial.

Conforme al multicitado artículo 50 original en estas áreas sólo podían otorgarse autorizaciones para realizar aprovechamientos forestales cuando exista dictamen técnico de la Secretaría que establezca la conveniencia ecológica del aprovechamiento de que se trate.

No es sino hasta el 13 de diciembre de 1996 que es por todos conocidos, la reforma tan profunda que sufrió la LGEEPA. Dentro de esa reforma se modificaron los artículos 3 fracción II 50 para quedar como sigue:

> *"ARTÍCULO 3o.- Para los efectos de esta Ley se entiende por:*
>
> *…II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en donde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren*

ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente Ley;…"

"ARTÍCULO 50.- Los parques nacionales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general.

En los parques nacionales sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos."

De una simple lectura salta a la vista las múltiples diferencias entre uno y otro. No corresponde en este momento hacer un estudio detallado del mismo pero baste hacer notar dos diferencias: La primera es que ya se excluyó a la Ley Forestal y la segunda que se derogó el tercer párrafo que permitía el aprovechamiento forestal en ciertas condiciones.

Es decir, sale por completo de la lógica forestal, para situarse en la lógica ambientalista o de protección al ambiente.

En efecto, en términos del artículo 39 del Reglamento de la Ley Forestal de 1927, "Parque Nacional" es un terreno forestal nacional destinado al recreo popular. Para la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente actual, "Parque Nacional" es un área natural protegida la cual tendrá como finalidad preservar los ambientes naturales para asegurar la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos

A mayor abundamiento, de acuerdo con la legislación vigente, un área protegida tiene como objetivo, mismos que no tenía ni la Ley Forestal de 1926, ni su reglamento de 1927, ni el decreto de 1936:

I.- Preservar los ambientes naturales representativos de las diferentes regiones biogeográficas y ecológicas y de los ecosistemas más frágiles, así como sus funciones, para asegurar el equilibrio y la continuidad de los procesos evolutivos y ecológicos;

II.- Salvaguardar la diversidad genética de las especies silvestres de las que depende la continuidad evolutiva; así como asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de la biodiversidad del territorio nacional, en particular preservar las especies que están en peligro de extinción, las amenazadas, las endémicas, las raras y las que se encuentran sujetas a protección especial;

III.- Asegurar la preservación y el aprovechamiento sustentable de los ecosistemas, sus elementos, y sus funciones;

IV. Proporcionar un campo propicio para la investigación científica y el estudio de los ecosistemas y su equilibrio;

V.- Generar, rescatar y divulgar conocimientos, prácticas y tecnologías, tradicionales o nuevas que permitan la preservación y el aprovechamiento sustentable de la

biodiversidad del territorio nacional;

VI. Proteger poblados, vías de comunicación, instalaciones industriales y aprovechamientos agrícolas, mediante zonas forestales en montañas donde se originen torrentes; el ciclo hidrológico en cuencas, así como las demás que tiendan a la protección de elementos circundantes con los que se relacione ecológicamente el área; y

VII.- Proteger los entornos naturales de zonas, monumentos y vestigios arqueológicos, históricos y artísticos, así como zonas turísticas, y otras áreas de importancia para la recreación, la cultura e identidad nacionales y de los pueblos indígenas.

Por su lado el objetivo del "Decreto que declara Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, una zona de los llanos de Salazar, Estado de México", era muy diferente, como se puede observar de la simple lectura de los considerandos:

CONSIDERANDO, que entre los sitios de mayor belleza natural que se encuentran en las inmediaciones de la capital de la República, figura como lugar sumamente interesante la extensa planicie conocida con el nombre de "Llanos de Salazar", Estado de México, sobre la carretera que une a la ciudad de México con Toluca, y cuyos lugares inmediatos, guardan, indeleble la memoria de los grandes triunfos de las armas del Ejército Libertador durante la cruenta guerra de Independencia; y de igual manera, sus grandes contrastes orográficos y sus bellos bosques, no sólo han servido como exponentes de las bellezas naturales de nuestro suelo, sino que se ha venerado también en tales sitios la gran figura del ilustre precursor de la Independencia Mexicana, el Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, y llevan tales lugares a la mente del viajero, el recuerdo de la sangre derramada en defensa de los derechos del pueblo mexicano; hechos y hombres para los cuales, la generación actual y las futuras, están obligadas a guardar respeto, pues forman parte de dos grandes etapas de la estructura histórica de nuestra Patria;

CONSIDERANDO, que por los estudios efectuados por el Departamento Forestal y de Caza y Pesca, en las aguas de los manantiales y arroyos que se encuentran en la llanura inmediata al monumento a Hidalgo, se ha llegado al conocimiento de su absoluta pureza y de sus excelentes cualidades para hacer la propagación de paces adecuados a la alimentación, por medio de una Estación Piscícola que no solamente será de gran utilidad para poblar las aguas del río Lerma y lagunas de su cuenca hidrográfica con peces de la mejor calidad, sino que proporcionará al público, especialmente a los turistas que recorren el camino nacional México - Toluca, un medio de instruirse en todo lo concerniente a la propagación científica de los peces; y todo lo cual requiere como base esencial, la protección forestal de los manantiales donde se originan tales aguas, especialmente en las estribaciones de los cerros de San Pedro Atlapulco y vertientes inmediatas a la Serranía de las Cruces;

CONSIDERANDO, que para el mejor éxito de los beneficios que proporcionará la Estación Piscícola antes citada, se requiere la protección de los bosques que cubran las eminencias y vertientes inmediatas a la llanura de Salazar, para impedir la erosión que tiende a determinar la polución de las aguas y aún a azolvar los cauces y estanques actualmente por formarse, y además, para conservar la belleza del paisaje

en la citada llanura, rodeada de montañas que le dan un abrigo natural y una bella perspectiva;

CONSIDERANDO, finalmente, que las montañas situadas al Norte de la expresada planicie, conocidas con el nombre de "Monte de La Marquesa," son de propiedad nacional, y se conservan en ellas mismas, bosques hermosísimos, integrados por esbeltos y tupidos oyameles, que interesa también conservar a todo trance para los fines indicados de protección que asegure la pureza de las aguas de los manantiales de la región, así como la belleza peculiar del propio sitio; bosques que con los de las demás eminencias y vertientes de los lados Este y Sur, embellecen el panorama de la citada planicie histórica, haciendo de ella un sitio predilecto de turismo y un monumento que recuerda las proezas de los Ejércitos Insurgentes;"

Es claro que el Parque Nacional Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla desde su creación no compartía los atributos que tienen los Parques Nacionales que tenemos actualmente. La creación de este parque nacional respondió más bien razones históricas y turísticas, como de protección de manantiales.

2. Los Parques Nacionales antes de 1997 y los artículos transitorios de la LGEEPA

Con la reforma del 13 de diciembre de 1996 a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente así como la abrogación de la Ley Forestal, fue deseo expreso del legislador incorporar a la legislación ambiental los parques nacionales exclusivamente como área natural protegida.

El legislador mediante los artículos séptimo y noveno transitorios de la reforma estipuló un candado expreso para dotar de seguridad jurídica a los gobernados, toda vez que, como ya se explicó, los parques nacionales tenían una naturaleza completamente distinta a la actual. En virtud de lo anterior, los artículos séptimo, octavo y noveno transitorios establecen la siguiente normatividad:

ARTÍCULO SÉPTIMO.- La Secretaría, mediante acuerdo que se publicará en el Diario Oficial de la Federación, deberá determinar la categoría de área natural protegida que, conforme a lo dispuesto en este Decreto, corresponderá a las áreas o zonas que hayan sido establecidas con anterioridad a la entrada en vigor del mismo, con la finalidad de cumplir alguno o algunos de los propósitos establecidos en el artículo 45 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, o cuya caracterización sea análoga o similar a la descripción de alguna de las áreas naturales protegidas de competencia federal previstas en el artículo 46 de dicho ordenamiento.

ARTÍCULO OCTAVO.- Tratándose de las reservas forestales, reservas forestales nacionales, zonas protectoras forestales, zonas de restauración y propagación forestal y las zonas de protección de ríos, manantiales, depósitos y en general, fuentes para el abastecimiento de agua para el servicio de las poblaciones, la Secretaría deberá realizar los estudios y análisis que sean necesarios para determinar si las condiciones que dieron lugar a su establecimiento no se han modificado y si los propósitos previstos en el instrumento mediante el cual se declaró su constitución, corresponde a los objetivos y características señalados en los artículos 45 y 53 de la Ley General del

Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

En caso de que conforme a los estudios y análisis que se lleven a cabo, sea necesario modificar los decretos mediante los cuales se declaran las áreas y zonas anteriormente señaladas, la Secretaría deberá promover ante el Ejecutivo Federal la expedición del decreto que corresponda, previa opinión favorable del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas.

Asimismo, la Secretaría deberá poner a disposición de los gobiernos locales, propietarios, poseedores, grupos y organizaciones sociales, públicas o privadas, instituciones de investigación y educación superior y demás personas interesadas, los estudios o análisis que realice para los efectos a que se refiere este artículo, con el propósito de que éstos le presenten las opiniones y propuestas que consideren procedentes. La Secretaría deberá incorporar en dichos estudios y análisis las consideraciones que estime pertinentes en relación con las opiniones y propuestas que le sean remitidas, a fin de hacerlas del conocimiento del Consejo Nacional de Áreas Naturales Protegidas, previamente a que éste emita su recomendación, respecto de la procedencia de la modificación del decreto correspondiente.

ARTÍCULO NOVENO.- En el caso de las áreas y zonas a que se refiere el artículo anterior, sólo se requerirá la autorización en materia de impacto ambiental a que se refiere el artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, cuando la obra o actividad de que se trate quede comprendida en alguno de los supuestos previstos en las fracciones I a X o XII y XIII del precepto citado. Dicha autorización se otorgará de conformidad con lo dispuesto en el propio ordenamiento y las disposiciones que del mismo se deriven.

Es decir: i) La Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales deberá publicar un acuerdo en el Diario Oficial de la Federación en el que se determinará la categoría de área natural protegida que corresponderá a las áreas o zonas que hayan sido establecidas con anterioridad; y ii)Tratándose de reservas forestales como lo son los parques nacionales en términos de la Ley Forestal, únicamente se requerirá de la autorización de impacto ambiental si se actualiza alguna de las hipótesis de las fracciones I a IX o XII y XIII del artículo 28 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Derivado de los artículos transitorios de la reforma de 1996 en cita, se concluye que los parques nacionales que no hayan sido objeto de un acuerdo publicado en el Diario Oficial de la Federación, conservan su estatus original conforme a la normatividad aplicable al momento de su declaratoria. En la especie, para efectos de que el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla adquiera el carácter de "parque nacional" en términos de la actual LGEEPA, la SEMARNAT deberá de publicar en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo respectivo, pues de lo contario, se entenderá que tiene el carácter de "parque nacional" en los términos de la Ley Forestal.

Lo anterior es así, entre otras por la naturaleza jurídica de las normas, disposiciones o artículos transitorios. Su naturaleza jurídica se define por su función, que se refiere a la aplicabilidad de otras normas, ya sea al señalar la entrada en vigor de una disposición o al derogarla. El artículo transitorio pierde su eficacia una vez que ha cumplido su cometido, por ello es que no

puede establecer prescripciones genéricas con carácter vinculante a los particulares.

En efecto los artículos transitorios tienen como característica que normalmente se dirigen a las autoridades aplicadoras sin establecer obligaciones a los particulares, y su objeto es la vigencia o modo de aplicación de las normas que se expiden o derogan. En virtud del cambio que se produce en el sistema jurídico, regulan el tránsito de un orden jurídico a otro, pero la norma es denominada transitoria en razón de su función, no de su estructura.

Un aspecto especial de los artículos transitorios es que carecen de autonomía, es decir, solamente pueden existir en vinculación con otras disposiciones normativas. Por decirlo de alguna manera, son accesorios.

Lo anterior se ve con claridad de la simple lectura de los artículos séptimo, octavo y novenos transitorios. Todo ellos son artículos que obligan a la autoridad aplicadora, en este caso la SEMARNAT, y su objeto es la vigencia y el modo de aplicación de las normas que se derogan, en este caso los decretos de Parques Nacionales.

El artículo séptimo señala "La Secretaría, mediante acuerdo que se publicará en el Diario Oficial de la Federación, deberá determinar la categoría de área natural protegida que, conforme a lo dispuesto en este Decreto, corresponderá a las áreas o zonas que hayan sido establecidas con anterioridad a la entrada en vigor del mismo". Por lo que es competencia de la SEMARNAT, y no de los particulares; y segundo su objeto es fijar la forma en cómo los Parques Nacionales, emitidos con anterioridad que tienen carácter y naturaleza forestal, tomarán el carácter y naturaleza de Área Natural Protegida, conforme a la LGEEPA.

Por tanto, no corresponde a los particulares, darle el carácter de área natural protegida a un Parque Nacional si la SEMARNAT no ha emitido el acuerdo por el que se determina la categoría de área natural protegida que le corresponda, ni a la SEMARNAT pretender aplicarle a un particular el carácter de ANP.

No es momento de hacer un análisis exhaustivo de la naturaleza jurídica y clases de artículos transitorios, baste mencionar que existen, de conformidad con su naturaleza, tres clases de artículos transitorios:

1) Los que determinan la vigencia de una norma:

Entre ellos lo que especifican su modo de aplicación. La vigencia de estas disposiciones debe ser un poco más permanente, ya que mantienen temporalmente vigentes algunas normas derogadas.

2) Los que establecen la derogación de una o varias disposiciones jurídicas; así ponen fin a su vigencia, con lo cual su función se agota, ya que las normas derogadas no pueden recuperar su vigencia.

3) Los que establecen un mandato al legislador. Independientemente de que esté sujeto a plazo o de que se prevea una sanción en caso de infracción, la vigencia de estos artículos depende del cumplimiento de la condición prevista.

Resulta trascendente al caso que nos ocupa del Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, los supuesto 1 y 3, en tanto que los multicitados artículos 7°, 8° y 9° transitorios, especifican el modo de aplicación y por tanto su vigencia es un poco más permanente hasta en tanto la SEMARNAT (como sujeto normativo y autoridad competente de las disposiciones transitorias) no recategorice el Decreto del Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, y por tanto la vigencia de estos artículos para el caso que nos ocupa, dependerá de cuándo la autoridad aplicadora recategorice el Parque Nacional. Obviamente hasta en tanto no lo haga no tiene la naturaleza de Área Natural Protegida y no podrá exigírsele a los particulares lo dispuesto para este tipo de áreas ni mucho menos la aplicación del artículo 50 de la LGEEPA.

Todo lo anterior arroja con claridad que las disposiciones que regulaban los Parques Nacionales hasta antes de la entrada en vigor de la LGEEPA, subsisten particularmente para cada Parque Nacional, hasta en tanto la SEMARNAT no emita el acuerdo por el que se determina la categoría de área natural protegida que le corresponda. Se insiste, en el caso concreto del Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, en tanto que no se ha emitido dicho Acuerdo, le siguen siendo aplicables las normas forestales relativas. Esto en razón de la eficacia individual de las normas derogadas que subsisten temporalmente, por caso, de modo que las normas derogadas tienen eficacia parcial mientras sigan perteneciendo al sistema jurídico y exista la obligación de aplicarlas.

Por otro lado, de acuerdo al Diccionario de Términos Jurídicos Forestales[4], las reservas forestales, son asimiladas a las áreas de protección de recursos naturales. Es decir, para el caso que nos ocupa, los parques nacionales constituidos al amparo de la ley forestal de 1926, se asimilan más a un área natural protegida, considerada en la actual LGEEPA como Área de Protección de Recursos Naturales, que a un Parque Nacional, conforme a la actual tipología de áreas naturales protegidas.

A mayor abundamiento el artículo 2° Transitorio del Reglamento de la LGEEPA en materia de Áreas Naturales Protegidas, señala:

> SEGUNDO.- Los parques nacionales y los monumentos naturales que se hayan establecido con anterioridad a la expedición del presente Reglamento, podrán utilizar zonas alternativas, además de las exigidas por el artículo 52 del presente Reglamento, que permita compatibilizar los objetivos de conservación del área natural protegida, con las actividades que se han venido desarrollando hasta ese momento.

Conviene recordar que el citado reglamento fue publicado el veintidós de noviembre de dos mil y la reforma mencionada a la LGEEPA en 1997. Por tanto, conforme al artículo 50 de la LGEEPA original los decretos de Parque Nacionales se emitirán conforme a la Ley Forestal y la propia LGEEPA, y los decretos anteriores a la LGEEPA, conforme a la ley forestal en vigor al momento de su publicación.

De tal manera que aunque el artículo 2° transitorio se refiere a los decretos de Parque Nacionales emitidos con anterioridad a noviembre de dos mil, pero posteriores a la entrada

[4] ROMERO HERNÁNDEZ, Antonio Alejandro. *Diccionario de Términos Jurídicos Forestales*. Comisión Nacional Forestal. México.

en vigor de la LGEEPA, éstos, podrán utilizar zonas alternativas, además de las exigidas por el artículo 52 (subzonas de protección y de uso restringido, dentro de las zonas núcleo; y subzonas de uso tradicional, uso público, asentamientos humanos, y de recuperación, en las zonas de amortiguamiento y excepcionalmente subzonas de aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en superficies de extensión reducida). Con mayor razón los parques nacionales que se hayan establecido con anterioridad a la LGEEPA.

Lo anterior, interpretándolo armónicamente con el artículo 9° transitorio de la LGEEPA, significa que, cualquier otra obra o actividad alternativa a las contempladas en el artículo 52 del Reglamento, requerirán autorización en materia de impacto ambiental, para cuando se trate, por lo menos, de Parque Nacionales cuyo decreto fue emitido con anterioridad a noviembre de dos mil y posterior a la entrada en vigor de la LGEEPA. El Decreto del Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, es anterior a todo ello.

3. No prohibición específica de cambio de uso de suelo en el decreto del Parque Nacional

De un análisis detallado del Decreto que declara Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, una zona de los Llanos de Salazar, Estado de México, se concluye que no hay disposición expresa que prohíba o restringa el cambio de uso de suelo de las áreas forestales. La Ley Forestal aplicable al momento de creación del Decreto en cuestión permitía según su artículo 8° el aprovechamiento forestal siempre y cuando no se "perjudique las tierras, manantiales, corrientes, o cualquiera otra riqueza natural que en aquellas exista o tenga origen".

Adicionalmente el artículo 3° transitorio de la citada Ley señalaba que cuando se pretenda realizar un cambio del terreno forestal para "otros fines" deberán obtener "el permiso correspondiente".

Adicionalmente el decreto original de creación del Parque Nacional no prohíbe proyectos como el presente, por lo que no se detecta contravención específica para el desarrollo del proyecto.

Finalmente mediante de medidas de mitigación y compensación es posible recuperar algunas partes del Parque Nacional a su vocación original de reserva forestal para fines de esparcimiento y de conservación de manantiales.

Conclusión

Con base en el análisis realizado anteriormente se concluye lo siguiente:

El Proyecto Ferroviario se aloja en el Derecho de Vía de la Comisión Federal de Electricidad, la cual se caracteriza por ser una franja de terreno fuertemente perturbada en donde en su mayoría la vegetación es periódicamente removida como parte de las labores de limpieza y

mantenimiento que requieren este DV. En menor proporción existen algunos rebrotes de vegetación secundaria y herbáceas, como resultado del abandono en las acciones de mantenimiento de las mismas en algunos sectores.

El proyecto ferroviario no se contrapone con el Articulo 50 de la LGEEPA, debido a que el decreto de Parque Nacional fue establecido originalmente con base en la Ley Forestal y en virtud de que la SEMARNAT no ha recatergorizado el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla, tal como lo dicta la reforma de la LGEEPA en 1996 en donde se establecía que la Secretaria debería publicar un acuerdo en el Diario Oficial de la Federación donde se determinara la categoría correspondiente del área natural protegida que hubiera sido establecida con anterioridad a la publicación de la LGEEPA, por lo cual dicho parque mantiene su carácter de "Parque Nacional " pero en términos de la Ley Forestal de 1926 por lo que no aplica las restricciones del Árticulo50 de la LGEEPA.

No habiendo contraposición con el Articulo 50 y con el espíritu de contribuir a la conservación y mejoramiento ambiental del parque, dado que este proyecto ferroviario se contempla como un proyecto sustentable, y con base en las acciones que refiere la LEGEEPA para ello, "… *sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológica*", … como parte del proyecto se contempla la elaboración y ejecución de un programa de restauración ecológica en sitios estratégicos y en común acuerdo con la autoridad correspondiente, orientados acciones de rescate de flora y fauna , acciones de conservación de suelo, acciones de reforestación y revegetación implementando diferentes técnicas según el sitio de intervención, acciones que incrementarán la flora existente y mejorarán las condiciones de hábitat para la fauna, aumentando la densidad de plantas nativas y restaurando las especies del bosque original, mejorando las condiciones paisajísticas y ambientales actuales del Parque.

Adicional a ello se contempla que el proyecto además cumpla con la función de "educación ecológica" dirigida tanto a los trabajadores (en obra durante la construcción del Proyecto, como los que participen en la etapa Operativa) como a los usuarios; se considera implementar esta campaña de educación ecológica de forma permanente mediante espectaculares y posters en los espacios de mayor vista de las instalaciones del Proyecto Ferroviario, adicionalmente en un corto plazo se propone la instalación de monitores (TV's) en donde se televisen especiales (capsulas televisivas) sobre la importancia ecológica, imágenes y documentales de los servicios ambientales que presta el ecosistema en la Sierra de las Cruces y en el Parque Nacional que serán presentados previo a su paso por el Parque en ambos sentidos. No pasa desapercibido el hecho de que, al tratarse de un servicio de transporte público masivo, el cual servirá para movilizar a las poblaciones del Estado de México y el Distrito Federal, mejorando su calidad de vida en la reducción del tiempo de traslado, así como la reducción de emisiones a la atmosfera por el uso intensivo de vehículos, por lo que esto ayudara a conseguir los objetivos trazados en los diferentes instrumentos legales aplicables.

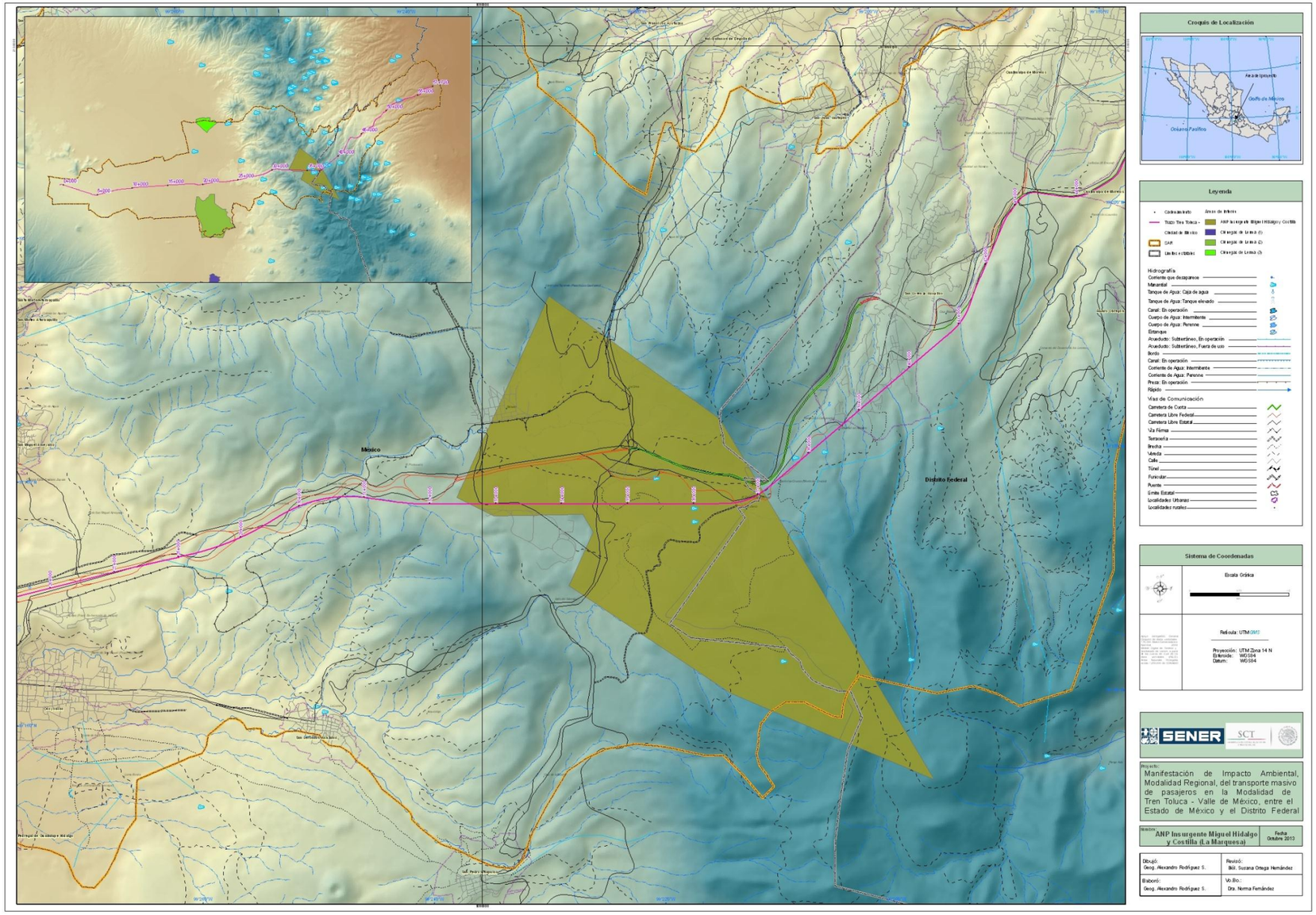


Figura III.3.6. Ubicación del Proyecto en el Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla.

III.3.2.2. Vinculación con el Parque Ecológico Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa (Parque Otomí-Mexica)

Decreto Publicado en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 08 de Enero de 1980.

En este se establece que el Parque tiene una longitud de 85 kilómetros y una extensión aproximada de 105,875 Hectáreas, arriba de la cota 2,800 metros sobre el nivel del mar, que abarca a partir del macizo de Zempoala: La Sierra de Ocuilán, Jalatlaco, estribaciones del Ajusco, Las Cruces, Sierra de Monte alto y la Sierra de La Bufa, con los linderos que se detallan en el plano correspondiente. Además de que las causas de utilidad pública, que justificaron la creación de este Parque son: forestación y reforestación, control de corrientes pluviales, absorción de aguas, prevención de inundaciones y erosiones, mejoramiento de suelos, desarrollo de programas silvícolas, de saneamiento y aprovechamiento forestal, agrícolas y ganaderos de montaña, infraestructura turística, prohibición de construcciones que dificulten su buen funcionamiento y restricción de asentamientos humanos.

Programa de Conservación y Manejo del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala-La Bufa, Denominado Parque Estatal "Otomí-Mexica".

Publicado En la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 07 de Abril de 2009

El Parque Estatal "Otomí-Mexica" se encuentran distribuido en 17 municipios de la entidad, entre los que se encuentran dos de los Municipios por los que cruza el Proyecto Ferroviario que son: Lerma y Ocoyoacac.

Zonificación

La zonificación del Programa permite establecer normas de uso específicas para ciertas zonas, basadas en criterios claros y acordes a los requerimientos particulares de protección. La zonificación hace más efectiva la conservación sin disminuir el potencial de aprovechamiento sustentable de los recursos existentes en el área. Esta se fundamenta en lo establecido en el decreto de creación del Parque Estatal "Otomí— Mexica" y emplea los lineamientos señalados en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) y su Reglamento en Materia de Áreas Naturales Protegidas. A continuación se describe dicha Zonificación, en la Tabla III.3.20.

Tabla III.3.20. Zonificación que plantea el Programa de Manejo del Parque Otomí-Mexica

Zonificación	Descripción
Zonas de Protección	Esta zona pretende el resguardo de cañadas, áreas de recarga de manantiales, zona de vegetación con alta densidad o espacios relictos con alta integridad ecológica, hábitat frágil de flora y fauna silvestre. En las zonas de protección será posible llevar a cabo una serie de actividades condicionadas que minimicen el impacto ambiental producido por las obras de ingeniería, incentiven la conservación del bosque, la belleza escénica, conservación y restauración de los suelos, captación e infiltración de agua de lluvia y a la vez permita a los dueños de la tierra generar bienestar económico
Zonas de Conservación	Son sitios que aún mantienen vegetación natural en buen estado en donde se pueden llevar a cabo actividades productivas sustentables, que estén condicionadas a no rebasar la capacidad de carga; o degradar el ecosistema; o reducir la provisión de los servicios ambientales. Entre las actividades permitidas se encuentran las mismas que en las zonas de protección, además de permitirse desarrollos urbanos de baja densidad.
Zonas de aprovechamiento	Son sitios sin la vegetación nativa original, o en los cuales el estado de los ecosistemas es tal, que contribuyen de forma limitada a la provisión de servicios ambientales. En estas zonas se permitirá el uso sustentable e intensivo de los elementos naturales que lo integran con fines de producción económica y consolidación urbana con base en las limitantes y lineamientos que imponga el programa de manejo y el ordenamiento ecológico. Asimismo, las acciones a desarrollar estarían sujetas a la normatividad vigente.
Zonas de Restauración	En función de la importancia ecológica que tenga la recuperación, la modalidad de uso será fundamentalmente con acciones que coadyuven a la recuperación ecológico-productiva, como plantaciones forestales comerciales; protección de taludes, bordes de cauces, cárcavas y canalillos, propagación de especies vegetales pioneras, pastización y plantación de arbustos rústicos como agaves, nopales, jarilla, tepozán, madroño, aile, leguminosas, capulín, fresno, granadillo, entre otras, con el afán de estabilizar taludes; construcción de estructuras de contención de sedimentos y azolves.

De acuerdo con la ubicación que se plantea para el trazo del proyecto Ferroviario, en la Tabla III.3.21, se describe por cadenamiento la incidencia del Proyecto en cada una de las zonas del Parque. En total el trazo del proyecto Ferroviario cruza en un tramo de 8.068 Km por la Superficie del Parque. Asimismo en el Programa se establecen las actividades permitidas, prohibidas y condicionadas para la actividad de construcción de Infraestructura; sin embargo en estas no plantea la construcción o implementación de infraestructura ferroviaria, no obstante referente a vías de comunicación se considera la actividad de construcción de caminos pavimentados por ejemplo y dicha actividad es "permitida" en la Zonificación de Aprovecho y de Restauración del Parque y "condicionada" en la Zonificación de Protección y Conservación; de la misma forma la actividad de líneas eléctricas aéreas, para todos los

casos de Zonificación es permitida con excepción de la Zonificación de Protección en donde es "condicionada"; se mencionan estos ejemplos por el hecho de que el trazo del proyecto ferroviario se ubica generalmente en el derecho de vía de una línea eléctrica de la CFE y derecho de vía de la Carretera México-Toluca.

Tabla III.3.21. Incidencia del Proyecto por zonificación en el Parque.

Zonificación	Cadenamientos de incidencia		Longitud (m)
	Inicio (Km)	Final (Km)	
Aprovechamiento	28+850	32+818	3,968
Zona urbana	32+818	32+915	97
Aprovechamiento	32+915	33+657	742
Conservación	33+657	33+761	104
Aprovechamiento	33+761	34+185	424
Conservación	34+185	34+419	234
Aprovechamiento	34+419	35+505	1,086
Protección	35+505	36+510	1,005
Zona urbana	36+510	36+918	408

En el Programa se menciona de la existencia actualmente de infraestructura férrea que si bien es cierto no es eficiente y mucho menos adecuada para los fines que persigue este proyecto, debido a la falta de mantenimiento, hasta el momento ha favorecido el intercambio de bienes y servicios que satisfacen a la población que reside tanto dentro del parque así como a la que se encuentra en la periferia del mismo; en este rubro dentro del parque existen 16.8 Km de vías férreas.

El Programa de manejo se encuentra estructurado en 6 "Sub-Programas" de conservación, tanto directa (protección, manejo, restauración), como indirecta (conocimiento, cultura y gestión), en donde cada uno de ellos con sus respectivos componentes, objetivos, metas, actividades y acciones específicas a desarrollar, de acuerdo a la situación actual que presenta el territorio que compone el Parque Estatal, así como los plazos de ejecución por cada acción, ya sea corto, mediano, largo o permanente. Asimismo dispone de una serie de Reglas de Observancia general de las cuales las aplicables y que pueden ser vinculadas con el Proyecto son, las que se describen en la Tabla III.3.22. En esta misma, se describe la propuesta de cumplimiento durante las etapas de implementación del proyecto Ferroviario.

Tabla III.3.22. Reglas de Observancia General en el Parque Otomí-Mexica.

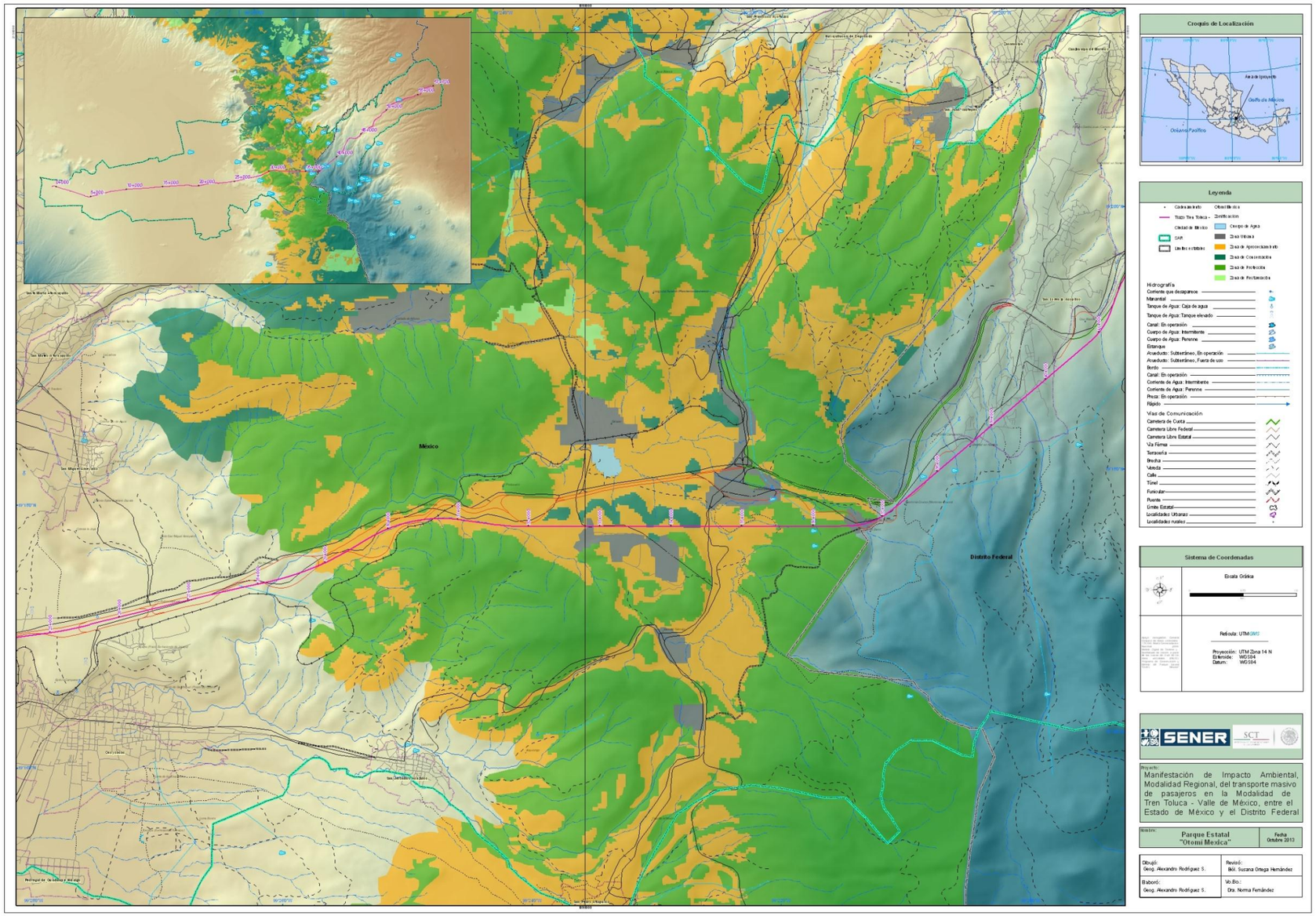
Regla (No.)	Propuesta de Cumplimiento
Capítulo I. Disposiciones generales	
Regla 1. Las presentes reglas son de observancia general y obligatoria para todas las personas físicas o morales que realicen obras o actividades dentro del Parque Ecológico, Turístico y Recreativo Zempoala La Bufa, denominado Parque Estatal "Otomí-Mexica".	La ejecución del proyecto Ferroviario y sus actividades, no pretenden en ningún momento, desacatar las disposiciones establecidas en este Plan Rector, por lo contrario, debido a que el proyecto se refiere a la implementación de una vía general de comunicación, dentro de la presente MIA-R, se establecen las medidas de prevención, control y mitigación, con el objeto atenuar los posibles impactos ambientales en una zona que ya ha sido afectada por otras actividades humanas que en ella se desarrollan. Asimismo, por el hecho de que el proyecto incide en Áreas Naturales Protegidas en algunos de sus tramos, la aplicación de estas medidas será en carácter prioritario. Por lo que el Proyecto NO contraviene con esta Regla.
Regla 4. Los usos y aprovechamientos que se pretendan realizar dentro del bosque, se sujetarán a las disposiciones que establece la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Desarrollo Rural Sustentable y la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, sus respectivos reglamentos y demás disposiciones aplicables en su materia.	El Proyecto no contraviene con esta Regla, ya que se acatarán y respetarán todas las disposiciones establecidas en las Leyes y Reglamentos Federales aplicables en la materia, en la Normatividad, así como en Leyes y Reglamentos Locales, con el objeto de NO afectar de forma significativa al ambiente y hacer buen uso de los recursos (NO se pretende en ningún momento el aprovechamiento).
Capítulo II. De los permisos, Autorizaciones y Concesiones	
Regla 7. Se requerirá de Autorización por parte de la SEMARNAT para la realización de las siguientes actividades: I. Colecta de ejemplares, partes o derivados de la vida silvestre. II. La investigación o monitoreo de especies que requiera manipular ejemplares de especies en riego. III. Aprovechamiento forestal.	El Proyecto no contraviene con esta Regla, pues NO le aplica de forma directa debido a que dentro de sus alcances y objetivos NO se pretende realizar las actividades detalladas en la presente Regla.
Regla 11. Con la finalidad de proteger los recursos naturales del bosque y al mismo tiempo brindar el apoyo necesario por parte de la Dirección, los responsables de los proyectos y/o trabajos de investigación deberán presentar previamente un oficio dirigido al representante del área, el cual deberá incluir además el nombre del proyecto y los objetivos correspondientes.	El Proyecto no contraviene con esta Regla. No obstante, en conformidad con ella se dará aviso oportuno y entregará una memoria descriptiva del Proyecto y sus medidas de mitigación a los responsables de la administración del área en cumplimiento con esta Regla.
Capítulo VI. De los aprovechamientos	
Regla 20. Las personas que realicen actividades de aprovechamiento de los recursos naturales, deberán contar con la autorización correspondiente que para tal efecto expida la SEMARNAT; así como sujetarse	El Proyecto no contraviene con esta Regla, en virtud de que NO se contempla el aprovechamiento de recursos naturales en ninguna de sus etapas.

Regla (No.)	Propuesta de Cumplimiento
a los términos establecidos en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, la Ley General de Desarrollo Rural Sustentable, la Ley General de Vida Silvestre, la Ley de Aguas Nacionales, sus respectivos reglamentos y las Normas Oficiales Mexicanas aplicables.	
Regla 27. El uso, explotación y aprovechamiento del agua que procede de las corrientes que hay en el Parque Estatal, deberán apegarse a lo dispuesto en la Ley de Aguas Nacionales. La LGEEPA y demás disposiciones aplicables.	El Proyecto no contraviene con esta Regla en virtud de que el agua que se utilice para el proyecto será preferentemente tratada a través de pipas y en su caso para los trabajadores será potable abastecida mediante garrafones hasta el sitio del proyecto.
Regla 28. Para la construcción de infraestructura, en las zonas permitidas se deberán emplear ecotecnias, materiales tradicionales de construcción propios de la región; así como procurar la utilización de diseños que vayan acorde a la arquitectura del paisaje.	El Proyecto no contraviene con la presente Regla, pues desde su diseño se ha buscado afectar lo menos posible a los sitios en donde se emplazará, ya que estos actualmente cuentan con una severa perturbación antrópica.
Capítulo VII. De las prohibiciones.	
Regla 29. En la totalidad de la superficie del Otomí-Mexica queda prohibido: I. Modificar las condiciones naturales del área, salvo que sea necesario para el adecuado manejo de los recursos naturales. II. Verter o descargar aguas residuales, aceites, grasas, combustibles o cualquier tipo de contaminantes que puedan ocasionar alteraciones al ecosistema en general. III. Depositar residuos sólidos fuera de los sitios designados por la Autoridad Municipal. IV. La introducción de especies de flora o fauna consideradas como exóticas. V. La creación de nuevos centros de población. VI. Alterar los sitios de reproducción de las especies. VII. El aprovechamiento forestal maderable y no maderable sin la autorización	El Proyecto no contraviene con la presente Regla pues en ningún momento pretende realizar las acciones en ella establecidas, al contrario implementará acciones que pretenden atenuar, subsanar o reducir los posibles impactos ambientales. Entre sus principales medidas se encuentran: 1.- Desarrollo e Implementación de Programa de Manejo Integral de Residuos (Incluye los RSU, los RME y los RP), en el cual se detallaran actividades para la colocación de contenedores para RSU separándolos desde su fuente de origen por Orgánicos e Inorgánicos (colocándoles las etiquetas correspondientes). Disposición final, previa gestión con autoridades locales en Sitios de Disposición Final o Rellenos Sanitarios de la zona. 2.- Acopio, almacenamiento temporal y disposición adecuada de RME. Reutilización de residuos maderables y en su caso donación a lugareños 3.- Manejo adecuado de RP acopio y almacenamiento temporal en contenedores adecuados, señalados con etiqueta y tapa respectiva según tipo de residuo. Se realizará la contratación de una empresa especializada para su tratamiento y/o disposición final. En relación se deberá dar de alta la empresa constructora ante la SEMARNAT con el objeto de que reporte los RP que genera según lo establece la autoridad. 4.- Implementación de Reglamento interno 5.- Implementación de Buenas Prácticas Ambientales 6.- Campaña "educación ecológica" (posters, carteles, espectaculares en las instalaciones o estaciones; especiales o capsulas televisivas con información sobre la importancia ecológica, imágenes y documentales de los servicios ambientales que presta los ecosistemas sobre las ANP y regiones de importancia ecológico por las que cruza el Proyecto.

Regla (No.)	Propuesta de Cumplimiento
	7.- Acciones de Rescate, conservación, Protección y Reubicación de los recursos naturales (suelo, vegetación nativa y fauna), que deberá establecerse formalmente mediante Programas Específicos.

Conclusión:

En relación a este Instrumento como a todos los analizados en este capítulo, es muy importante señalar que el Proyecto Ferroviario, así como sus actividades y obras NO contravienen con sus Reglas Administrativas y Disposiciones.



En la Figura III.3.7. Se puede observar el tramo del Proyecto Ferroviario que cruza por este Parque Estatal.

III.3.2.3. Vinculación con el Parque Estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo

Declaratoria publicada en la Gaceta de Gobierno del Estado de México el 12 de Mayo de 2006.

Este Parque cuenta con una superficie de 12.657-94-10.15 ha que comprenden la zona forestal de pastizales, matorrales, de uso agropecuario, sus afluentes, manantiales, barrancas y cañadas, áreas de investigación y desarrollo agrícola, acuícola, zonas urbanas y urbanizables ubicadas al interior de su superficie.

En este instrumento se establece de forma muy general la caracterización de sus principales ecosistemas y usos de suelo, así como los límites físicos. Y Adicionalmente también se estipula que cualquier obra de infraestructura de beneficio social deberá ser acorde con el crecimiento de los pueblos y comunidades, sujetándose a la normatividad aplicable y autorizaciones correspondientes de las Dependencias y Municipios involucrados.

Programa de Conservación y Manejo del ANP Estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo

Publicado en la Gaceta de Gobierno el 27 de Febrero de 2009

Este Parque se ubica en la parte central del Estado de México, limitando al Norte con la Subcuenca Río Mayorazgo, al Sur con la Subcuenca Arroyo Muerto Ocoyoacac, al Este con la Subcuenca Río de los Remedios y al Oeste con las Lagunas de Chignahuapan o Tarasquillo. Se caracteriza por ser una zona importante de recarga para el acuífero de la cuenca del Río Lerma, por su cobertura forestal en las partes altas, lo que favorece a la retención e infiltración del agua de lluvia y escurrimientos.

Zonificación

La zonificación del Programa permite establecer normas de uso específicas para ciertas zonas, basadas en criterios claros y acordes a los requerimientos particulares de protección. La zonificación hace más efectiva la conservación sin disminuir el potencial de aprovechamiento sustentable de los recursos existentes en el área. Este se estableció en función de coberturas forestales, pendientes, presencia de manantiales, grado de erosión y de conservación, representatividad de sus ecosistemas, vocación natural del terreno y su uso actual y potencial del suelo.

La zonificación se distribuye de acuerdo a lo siguiente:

Zonas de protección

Esta zona pretende el resguardo de cañadas, áreas de alimentación de manantiales, zona de vegetación con alta densidad o espacios relictos con alta integridad ecológica, hábitat frágil de fauna y flora silvestre. En las zonas de protección será posible llevar a cabo una serie de actividades condicionales que minimicen el impacto ambiental producido por las obras de ingeniería, incentiven la conservación del bosque, la belleza escénica, conservación y restauración de los suelos, captación e infiltración de agua de lluvia y a la vez permitan a los dueños de la tierra generar bienestar económico.

Zonas de conservación

Son sitios que aún mantienen vegetación natural en buen estado en donde se pueden llevar a cabos actividades productivas sustentables, que estén condicionadas a no rebasar la capacidad de carga o degradar el ecosistema o reducir la provisión de los servicios ambientales. Entre las actividades permitidas se encuentran las mismas de las zonas de protección pero también se podrán llevar a cabo desarrollos urbanos de baja densidad.

Zonas de aprovechamiento

Son sitios sin la vegetación nativa original, o en los cuales el estado de los ecosistemas es tal, que contribuyen de forma limitada a provisión de servicios ambientales. En estas zonas se permitirá el uso sustentable e intensivo de los elementos naturales que lo integran con fines de producción económica y consolidación urbana con base en las limitantes y lineamientos que imponga el programa de manejo y el ordenamiento ecológico. Asimismo, las acciones a desarrollar estarían sujetas a la normatividad vigente.

Zonas de restauración

En función de la importancia ecológica que tenga la recuperación, la modalidad de uso será fundamentalmente con acciones que coadyuven a la recuperación ecológico-productiva, como plantaciones forestales comerciales: protección de taludes, bordes de cauces, cárcavas y canalillos, propagación de especies vegetales pioneras, pastización y plantación de arbustos rústicos como agaves, nopales, jarilla, tepozán, madroño, aile, leguminosas, capulín, fresno, granadillo, entre otras, con el afán de estabilizar taludes; construcción de estructuras de contención de sedimentos y azolves.

La incidencia del proyecto sobre la superficie de este Parque se establece en la Tabla III.3.23. Y su ubicación puede consultarse en la Figura III.3.8.

Tabla III.3.23. Incidencia del Proyecto por zonificación en el Parque.

Zonificación	Cadenamientos de incidencia		Longitud (m)
	Inicio (Km)	Final (Km)	
Zona urbana	22+025	23+634	1,609
Zona urbana	24+700	25+123	423
Aprovechamiento	25+123	25+362	239
Zona urbana	25+362	27+423	2,061
Aprovechamiento	27+423	28+104	681

De acuerdo con lo anterior el tramo del Proyecto Ferroviario que incide por esta ANP se encuentra en las zonas señaladas como: "Zona Urbana", que no presenta ninguna restricción o actividad prohibida; y la de "Aprovechamiento", en la que tampoco existe alguna restricción con el emplazamiento de infraestructura.

El Programa de manejo se encuentra estructurado en 6 "Sub-Programas" de conservación, tanto directa (protección, manejo, restauración), como indirecta (conocimiento, cultura y gestión), en donde cada uno de ellos cuenta con sus respectivos componentes, objetivos, metas, actividades y acciones específicas a desarrollar; esto en función de la situación actual que presenta el territorio que compone el Parque Estatal, así como los plazos de ejecución por cada acción, ya sea corto, mediano, largo o permanente. Asimismo dispone de una serie de Reglas de Observancia general, de las cuales, las aplicables y que pueden ser vinculadas con el Proyecto son las que se describen en la Tabla III.3.24. En esta misma, se describe la propuesta de cumplimiento durante las etapas de implementación del proyecto Ferroviario

Tabla III.3.24. Reglas de Observancia General en el ANP Estatal Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria Río San Lorenzo.

Regla (No.)	Propuesta de Cumplimiento
Para el Desarrollo Urbano	
-Garantizar la conservación de áreas que, de acuerdo con sus características ambientales, lo ameriten.	El Proyecto NO contraviene con la presente Regla porque pretende implementar una serie de medidas de prevención, control y mitigación en pro de la conservación de los elementos naturales que actualmente persisten a la presión antropogénica que presenta esta zona, entre los que se encuentran: 1.- Implementación de Reglamento interno 2.- Implementación de Buenas Prácticas Ambientales 3.- Campaña "educación ecológica" (posters, carteles, espectaculares en las instalaciones o estaciones; especiales o capsulas televisivas con información sobre la importancia ecológica, imágenes y documentales de los servicios ambientales que presta los ecosistemas sobre las ANP y regiones de importancia ecológico por las que cruza el Proyecto. 4.- Acciones de Rescate, conservación, Protección y

Regla (No.)	Propuesta de Cumplimiento
	Reubicación de los recursos naturales (suelo, vegetación nativa y fauna), que deberá establecerse formalmente mediante Programas Específicos 5.- Los que se mencionan en la siguiente Regla
Para las Áreas Naturales Protegidas	
Se deberán desarrollar sistemas para la separación de aguas residuales y pluviales, así como el manejo reciclado y tratamiento de residuos sólidos.	El Proyecto NO contraviene con la presente Regla pues implementará acciones que pretenden atenuar, subsanar o reducir los posibles impactos ambientales. Entre sus principales medidas se encuentran: 1.- Desarrollo e Implementación de Programa de Manejo Integral de Residuos (Incluye los RSU, los RME y los RP), en el cual se detallaran actividades para la colocación de contenedores para RSU separándolos desde su fuente de origen por Orgánicos e Inorgánicos (colocándoles las etiquetas correspondientes). Disposición final, previa gestión con autoridades locales en Sitios de Disposición Final o Rellenos Sanitarios de la zona. 2.- Acopio, almacenamiento temporal y disposición adecuada de RME. Reutilización de residuos maderables y en su caso donación a lugareños 3.- Manejo adecuado de RP acopio y almacenamiento temporal en contenedores adecuados, señalados con etiqueta y tapa respectiva según tipo de residuo. Se realizará la contratación de una empresa especializada para su tratamiento y/o disposición final. En relación se deberá dar de alta la empresa constructora ante la SEMARNAT con el objeto de que reporte los RP que genera según lo establece la autoridad. 4.- Conectarse a descargas municipales (en zonas urbanas) evitando cualquier descarga a cauces o escurrimientos de agua. En su caso se implementarán sistemas para la captación de aguas residuales, contratando a una empresa especializada para su recolección y para su posterior tratamiento.
Con la finalidad de conservar los recursos, los usos permitidos se definirán en el plan de manejo respectivo.	Respecto a esta Regla se establece que para la Zonificación de Aprovechamiento por la que cruza el proyecto en distintos tramos se PERMITEN todas las actividades de infraestructura, con lo cual el Proyecto NO contraviene con esta Regla.
Queda restringida la posibilidad de establecer asentamientos humanos.	El proyecto NO contraviene con esta Regla en virtud de que dentro de sus alcances NO se encuentra establecer asentamientos humanos

Conclusión:

De acuerdo a lo anterior se establece que el trazo del proyecto incidirá por la zonificación de Aprovechamiento en dos tramos con una longitud total de 920 m; y sobre Zona Urbana dentro de esta ANP. Según su Programa de Manejo, todas las actividades relativas a la infraestructura que se contemplan en el proyecto se encuentran permitidas para ejecutarse, por lo que se tomarán las debidas precauciones y se implementarán las medidas de mitigación correspondientes.

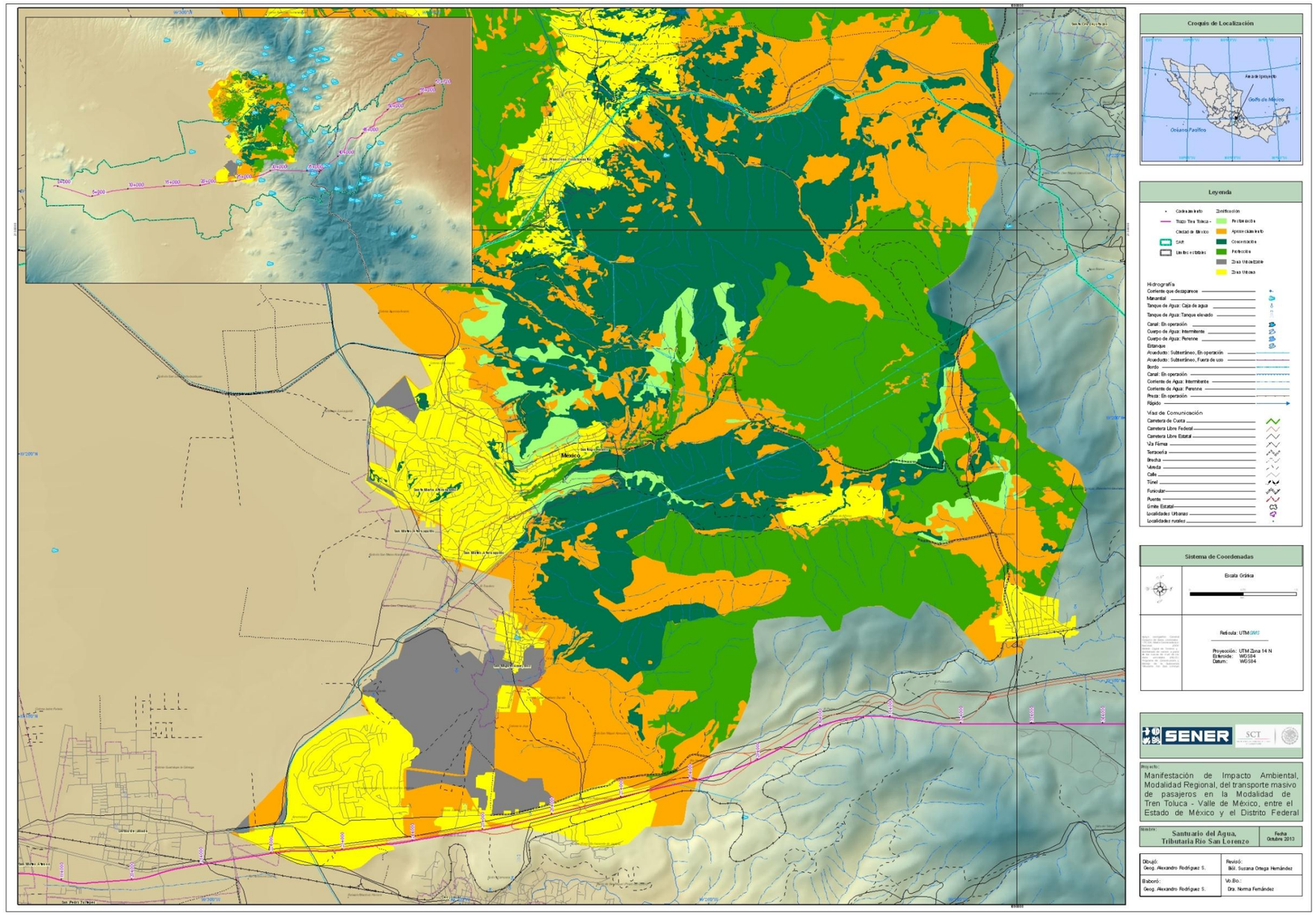


Figura III.3.8. Ubicación del Proyecto Ferroviario en esta ANP Estatal.

III.3.3. ZONAS DE IMPORTANCIA AMBIENTAL

Dentro de esta categoría se incluye a la Barranca de Tacubaya, la cual presenta un Decreto con el que se le declara como Área de Valor ambiental del Distrito Federal, con la categoría de Barranca, a la denominada "Barranca Tacubaya". Que fue publicado en la Gaceta Oficial el 28 de Noviembre del 2012.

Dicho decreto obedece a la línea Política 6.6.17 del Eje 6. Desarrollo sustentable y de Largo Plazo, del PGDU del DF (2007-2012), en donde se tuvo como meta establecer un sistema de áreas de valor ambiental con por lo menor, 20 áreas verdes protegidas bajo este esquema. De acuerdo con la Ley Ambiental del D.F. esta área quedo sujeta bajo el esquema de "área de valor ambiental" mediante el Artículo 90 BIS, que establece las categorías de áreas de valor ambiental de competencia del Distrito Federal y en su Fracción II incluye a las Barrancas (última reforma a la Ley Ambiental publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal el 27 de Junio del 2013). La vinculación de los lineamientos aplicables con la Ley Ambiental del D.F. se realiza en el apartado de vinculación con Leyes Estatales más adelante en este documento.

En resumen, del contenido del Decreto, los siguientes Artículos son relevantes en relación con el Proyecto Ferroviario: en el Artículo Primero del Decreto, se establece que la Barranca Tacubaya cuenta con una Superficie total de 1,581,858.095 m^2 ubicada en la Delegación Álvaro Obregón, marcando además sus vértices mediante coordenadas geográficas dando el polígono que se muestra en la Figura III.3.9.



Figura III.3.9 Polígono de la Barranca Tacubaya y ubicación del Proyecto respecto a esta.

Asimismo en el Artículo Cuarto se mencionan las características generales de la Barranca, estableciendo que es parte importante del sistema hidrológico, contando con un área verde conformada principalmente por vestigios de un bosque de encino (*Quercus spp*.) el cual contribuye a la captación de agua pluvial entre otros servicios ambientales que presta esta vegetación. Adicional a lo anterior se establece la presencia de especies de fauna incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en donde habitan dos especies en la subcategoría de Amenazadas (A): la Culebra sorda mexicana (*Pituophis deppei*), que es también endémica de México, y el Carpintero volcanero (*Picoides stricklandi*); así como ocho especies en el status de Sujetas a Protección especial (Pr), una correspondiente a flora, el Cedro blanco (*Cupressus lusitanica*) y siete de fauna: el Mirlo pinto (*Ridgwayia pinicola*), endémica del país, el Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperii*), la Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*), el Jilguero común (*Myadestes occidentalis*), el Mirlo acuático norteamericano (*Cinclus mexicanus*), el Mosquero de balsas (*Xenotriccus mexicanus*) y la Aguililla pecho rojo (*Buteo lineatus*), por lo que dicho Artículo del decreto menciona que la presencia de esta fauna y flora refleja que en la "Barranca Tacubaya" aún se conservan las condiciones propicias para el desarrollo y mantenimiento de la fauna y flora silvestre en el Distrito Federal, además de los numerosos beneficios ecológicos que proporciona tales como la generación de oxígeno, la captación de partículas contaminantes, regulación del régimen térmico, entre otros, lo cual deberá considerarse en la toma de decisiones que se realicen en lo referente a su protección y recuperación, así como su preservación.

Relativo a lo antes mencionado en el Artículo cuarto sobre las características ambientales en la Barranca Tacubaya, se puede establecer que al día de hoy, la superficie por donde cruzará el trazo del Proyecto Ferroviario ya NO cuenta con las características antes detalladas. Es importante mencionar que el Proyecto ferroviario incide en la Barranca Tacubaya en los cadenamientos del Km 55+265 al Km 55+570 (con una longitud de 305 m) y de los cadenamientos del Km 55+640 al Km 56+530 (con una longitud de 890 m) con un derecho de vía de 16 m de ancho, ubicados prácticamente en el límite Oeste casi pegado con la zona urbana (estimando afectar una superficie total de 0.65 ha en total en la Barranca). Estos sitios en particular carecen prácticamente de sus cualidades naturales, pues la vegetación que se observa es introducida conformada por las siguientes especies: *Eucalyptus camaldulencis* (Eucalipto con 12 individuos), *Ecucalyptus globosus* (Eucalipto con 13 individuos), *Casuarina equisetifolia* (Casuarina con 8 individuos), *Pinus cembroides* (Pino con 6 individuos), *Schinus molle* (Pirul con 8 individuos), *Fraxinus udhei* (Fresno con 7 individuos), *Ricinus communis* (Higuerilla con 33 individuos), *Acer negundo* (Maple con 5 individuos), *Pinus sp*. (Pino con 4 individuos), *Eysenhardtia polystachya* (con 12 individuos), *Baccharis conferta* (con 21 individuos) y finalmente de *Gymnosperma sp*. (con 8 individuos), estimando afectar por el Proyecto un total de 136 individuos de diferentes estratos. Los suelos en los sitios de emplazamiento del Proyecto Ferroviario sobre la barranca son de tipo Feozem lúvico (INEGI 2000) presentan una notable degradación debido a la compactación, por lo que su fertilidad se ve limitada a las zonas donde se encuentran plantados los árboles y algunas zonas de

pastizales que durante la época de estiaje, quedan expuestos a los procesos erosivos. Posteriormente a la altura del Km 55+950, el trazo se dirige la parte baja de la ladera Noroeste de la barranca, donde los suelos presentan una degradación severa debido a la gran cantidad de residuos sólidos urbanos y de manejo especial (como materiales de construcción y escombros) que son vertidos de forma clandestina en esta zona. En este mismo sitio, el trazo del Proyecto Ferroviario va paralelo a un canal de aguas negras que posteriormente es entubado a la altura del Km 56+330 del proyecto. Lo anterior ha provocado en estos sitios una permanente degradación de los suelos y una disminución notable de las cualidades ambientales, **por lo que al respecto se considera que el emplazamiento del Proyecto Ferroviario NO alterará ni perjudicará el sistema ambiental en estos sitios, debido a que este ya ha sido alterado anteriormente por la actividad antrópica**; por el contrario, la construcción del Proyecto representa un área de oportunidad para mejorar las condiciones ambientales y paisajísticas de la zona, pues dentro de las medidas de mitigación se planea implementar actividades de restauración en dichos sitios, consistentes en el retiro de escombros y todo tipo de residuos, acciones para la retención del suelo mediante revegetación y reforestación con especies nativas de la región, en donde la pendiente lo permita, y por consiguiente un seguimiento periódico (por 5 años) de las acciones implementadas.

En el Artículo Quinto del decreto, se establecen los usos de suelo que están prohibidos en la Barranca, los cuales son:

1. Vivienda (habitacional, no habitacional y mixto);
2. Industria;
3. Comercio; y
4. Los demás que estén expresamente prohibidos en el Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental "Barranca Tacubaya".

Por lo que al respecto se establece que en primera instancia dicha barranca NO cuenta con un Programa de Manejo como Área de Valor Ambiental en donde se puedan reconocer los usos prohibidos del suelo en su superficie: En este sentido se puede señalar que el uso del suelo que se plantea con el emplazamiento del Proyecto Ferroviario, NO corresponde a algún uso prohibido, establecido en el Presente decreto.

Por otro lado, en el Artículo Séptimo se menciona que *los recursos naturales del Área de Valor Ambiental "Barranca Tacubaya" estarán sujetos a acciones y actividades de protección, preservación, forestación, reforestación, prevención, control, rescate, conservación, restauración, rehabilitación, investigación, educación ambiental y aprovechamiento sustentable y controlado de los recursos naturales, de conformidad con las disposiciones jurídicas establecidas en la Ley Ambiental del Distrito Federal y demás aplicables en la materia*. Y que el Programa de Manejo respectivo *establecerá las líneas de acción, criterios, regulaciones, lineamientos y modalidades que se deberán tomar en cuenta para la realización de las acciones del manejo sustentable de los recursos naturales del área*. Por lo

que en este sentido es importante mencionar que el área de valor ambiental Barranca Tacubaya NO cuenta con un Programa de Manejo en donde se establezcan las líneas de acción, criterios, regulaciones, lineamientos y modalidades para ejecutar o implementar acciones y/o actividades en su superficies; no obstante, dado que este proyecto ferroviario corresponde a una obra que busca su mejor integración en los sistemas naturales, como parte de su programa de implementación de medidas de control, prevención y mitigación, el proyecto contempla actividades como la restauración, rehabilitación, forestación, reforestación, prevención, control y rescate enfocadas principalmente a la conservación de los componentes naturales de la "Barranca Tacubaya", por lo que es congruente con este artículo. Por último en el Apartado de Vinculación del Proyecto con Leyes y Reglamentos Estatales en este mismo Capítulo, se pueden consultar los artículos relacionados y aplicables con las áreas de valor ambiental del D.F.

En su Artículo Octavo se establece que en el Área de Valor Ambiental "Barranca Tacubaya" sólo podrán realizarse obras de infraestructura, servicios y actividades que mejor preserven las condiciones ambientales, mismas que deberán desarrollarse conforme a la zonificación y directrices específicas que el Programa de Manejo establezca y siguiendo los supuestos de los artículos 90 BIS 6, 93 BIS 1 y 93 Bis 2 de la Ley Ambiental del Distrito Federal. A lo cual se puede mencionar en el mismo sentido de lo que se ha venido describiendo, que el Proyecto Ferroviario lejos de afectar de forma significativa las condiciones ambientales de la Barranca Tacubaya en los sitios de construcción del proyecto, en un mediano y largo plazo por las acciones de mitigación y compensación ambiental que se plantean, se podrán revertir las actuales condiciones ambientales adversas que imperan en el sitio, para que puedan recuperarse de la mejor manera posible las bondades y servicios ambientales en esta parte de la barranca.

En el Artículo Décimo Tercero del decreto se mencionan las prohibiciones de acciones y/o actividades en el Área de Valor Ambiental Barranca Tacubaya, por lo que en la Tabla III.3.25, se presenta el análisis del cumplimiento del Proyecto Ferroviario en relación con las disposiciones aplicables de este Artículo.

Tabla III.3.25. Cumplimiento del Proyecto relativo a las prohibiciones del Decreto de la Barranca Tacubaya.

Prohibición	Cumplimiento del Proyecto
1. La construcción de cualquier tipo de edificación, construcción u obra dentro de la poligonal del Área de Valor Ambiental, que no está definida por el Programa de Manejo, y no esté dirigida a proteger, conservar y/o potenciar los servicios ambientales que el área está proporcionando.	En correspondencia con lo que se mencionó en el Artículo Quinto de este decreto, se establece que el uso que pretende dar el Proyecto Ferroviario NO se contempla en los usos prohibidos de este Decreto, asimismo dicha área NO cuenta con un programa de manejo de referencia en donde se especifiquen otros usos prohibidos, por lo que en este sentido el Proyecto NO contraviene a las Prohibiciones de acciones y/o actividades establecidas. Adicionalmente y como parte de las medidas de control, prevención y mitigación se promueve la conservación y preservación de los recursos naturales que actualmente se observan en los sitios de construcción, los cuales por la actividad antrópica que se ha desarrollado previamente han sido afectados severamente, por lo contrario mediante la implementación de Acciones Específicas como: El Rescate y Reubicación de Flora y Fauna, de Restauración (que incluye acciones de conservación, protección y mejoramiento de suelos rescatados que sean reutilizados en actividades de reforestación con vegetación nativa y originaria de la región), además de otras medidas precautorias y de control que son de aplicación general en todo el Proyecto, beneficiando de esta forma las condiciones ambientales que actualmente presentan los sitios de emplazamiento del proyecto ferroviario.
2. Las actividades de reforestación, que utilicen especies no aprobadas por el Programa de Manejo del Área de Valor Ambiental, y por la Dirección General de Bosque Urbanos y Educación Ambiental.	El Proyecto Ferroviario NO contraviene a este lineamiento, en virtud de que se plantea la sustitución de la vegetación introducida que actualmente presentan los sitios de emplazamiento del proyecto por flora originaria y nativa de la región, mediante la implementación de una restauración de la ladera (sureste) de la Barranca Tacubaya, limpiándola de los residuos, implementando acciones de retención de suelo, revegetando y reforestando los sitios de menor pendiente; condiciones que son acordes a lo señalado en este inciso.
3. El establecimiento de cualquier asentamiento irregular.	El Proyecto Ferroviario NO contraviene a este lineamiento en virtud de que no se plantea ni se promoverá como alcance u objetivo, el establecimiento de asentamiento humano alguno en los sitios de emplazamiento del proyecto sobre esta barranca u otra superficie de construcción.
4. La realización de actividades que afecten los ecosistemas del Área de acuerdo con la Ley Ambiental del Distrito Federal, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas, las Normas Ambientales para el Distrito Federal, el Decreto de Declaratoria del Área, su Programa de Manejo o la Evaluación de Impacto Ambiental respectiva.	El Proyecto NO contraviene a este lineamiento, ya que el proyecto en sí por su diseño, ha buscado ser amigable con el ambiente al transcurrir por viaductos elevados en su cruce por esta barranca. Cabe señalar que NO se afectarán los ecosistemas del área y/o sitios de construcción debido a que estos ya habían sido afectados de forma previa por las actividades desarrolladas por el hombre. Asimismo se respetarán todas las disposiciones aplicables con la Ley Ambiental del Distrito Federal, su Reglamento, las Normas Oficiales Mexicanas, las Normas Ambientales para el Distrito Federal y el Decreto de Declaratoria del Área (al no contar con un programa de manejo del área). En este sentido se presenta la MIA-R para su evaluación en esta Dirección General, acatando cabalmente, las disposiciones y condicionantes que se establezcan en el resolutivo de autorización del Proyecto, en correspondencia con este lineamiento.
5. La realización de actividades riesgosas.	El Proyecto NO contraviene a este lineamiento en virtud de que NO se pretende la realización de actividades riesgosas dentro de sus alcances y objetivos.
6. Las emisiones contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo, así como el depósito o disposición de	El Proyecto Ferroviario NO contraviene con este lineamiento debido a que se respetarán e implementarán todas las acciones necesarias en correspondencia con la Normatividad aplicable para evitar emisiones

residuos de cualquier tipo y el uso de los equipos anticontaminantes sin la autorización correspondiente.	contaminantes al aire, agua, suelo y subsuelo. Adicionalmente es importante establecer que quedará expresamente prohibido verter aguas residuales en cauces de corrientes de aguas y escurrimientos, por lo que dentro de las medidas de mitigación se recomienda implementar una supervisión de actividades durante el proceso constructivo del proyecto Ferroviario. Relativo a los residuos, se implementará un Programa de Manejo Integral de Residuos (que incluye los RSU, los RME y los RP siguiendo los lineamientos marcados en la Legislación, Reglamento y Normatividad Federal y Local aplicable).
7. La extracción de suelo o materiales del subsuelo con fines distintos a los estrictamente científicos.	El Proyecto NO contraviene con este lineamiento en virtud de que se rescatará el suelo mediante acciones de conservación, protección y mejoramiento para su posterior reutilización en las acciones de Restauración. Asimismo, se considera únicamente realizar excavaciones muy puntuales en donde se construirán las zapatas para la cimentación de los pilotes que sostienen el viaducto elevado, rescatando el suelo en estos sitios y colocándolo en sus inmediaciones de manera posterior a la obra para su reforestación.
8. La interrupción o afectación del sistema hidrológico de la zona.	El Proyecto NO contraviene este lineamiento debido a que por su diseño al transcurrir como un viaducto elevado sobre las superficies que cruzan la Barranca Tacubaya, permitirá el libre escurrimiento de las aguas pluviales no afectando o interrumpiendo el sistema hidrológico de la zona.
9. La realización de actividades cinegéticas o de explotación ilícitas de especies de fauna y flora silvestres.	El Proyecto NO contraviene con este lineamiento, debido a que dentro de los objetivos y alcances del Proyecto Ferroviario NO se contempla realizar actividades cinegéticas o de explotación ilícitas de especies de fauna y flora silvestres. El Proyecto contempla implementar acciones de rescate y reubicación de la flora y fauna que ocurra en los sitios de emplazamiento del tren y que se encuentre en buen estado de conservación; además de que mediante la implementación de Restauración, se contempla la sustitución de la vegetación exótica que actualmente se encuentra en los sitios de construcción del Proyecto, por vegetación originaria y nativa de la región, en la ladera (sureste) de la Barranca que se pretende restaurar.
10. Las demás actividades previstas en la Ley Ambiental del Distrito Federal, su Reglamento y en las disposiciones jurídicas aplicables.	El Proyecto NO contraviene con este lineamiento debido a que contempla el cumplimiento y observancia de la Ley Ambiental del Distrito Federal, de la LGEEPA, además de otras leyes federales en las disposiciones jurídicas aplicables, sus Reglamentos y Normatividad, que se puede consultar más adelante en este mismo Capítulo.

Conclusión

Finalmente después del análisis realizado a este instrumento, se considera que las actividades y obras del Proyecto NO se contraponen a sus disposiciones regulatorias. Asimismo el Proyecto Ferroviario contempla implementar acciones para mitigar, atenuar y reducir los impactos ambientales que el Proyecto pueda provocar a los componentes ambientales de los sitios de construcción de la Barranca, entre los que se contempla la restauración de la ladera (sureste) mediante la aplicación de Programas de Rescate y Reubicación de Flora y Fauna susceptible de ser afectada y el Programa de Restauración que contempla acciones de rescate, protección, conservación y mejoramiento de suelo para su aprovechamiento en el sitio como base de la restauración, la estabilización del suelo en la ladera a restaurar, las acciones de revegetación y reforestación con especies originarias y nativas de la región, sobre todo donde lo permita la pendiente.

III.3.3. VINCULACIÓN CON ÁREAS DE INTERÉS ECOLÓGICO

Dentro de esta categoría se encuentran las regiones prioritarias establecidas por la CONABIO. En este sentido es importante describir que la conservación de la biodiversidad es una prioridad nacional ante la crisis ambiental que enfrenta el país, la cual se ha incrementado durante las últimas décadas, lo que ha dado pauta a que se propongan nuevas metodologías que permitan medir los cambios espaciales y temporales en la integridad de los ecosistemas naturales; que implica que se disponga de un marco de referencia para realizar los análisis espaciales y temporales de la cobertura, de la diversidad biológica, de la estructura y función de los ecosistemas, así como de su respuesta a distintas intensidades de disturbio o modificación (Hannah et al. 2002; Lugo 2008; Pretty y Smith 2004; Regan et al. 2008).

La regionalización que considera análisis basados en ecorregiones y grandes unidades de paisaje es la que ha tenido como objetivo principal mantener el conjunto de condiciones ecológicas que prevalecen en una determinada escala geográfica, hábitat o áreas con funciones ecológicas vitales y que presentan una alta acumulación de especies, especies sensibles o bien procesos ecológicos y servicios ambientales en general (INEGI, CONABIO e INE 2007; Myers et al. 2000; Olson y Dinerstein 2002; Olson et al. 2001).

Con estos criterios, las Regiones Prioritarias, que fueron promovidas por la CONABIO son: a) Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), b) Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y c) Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

En la Tabla III.3.26, se presentan las Regiones Prioritarias por las que cruza el Proyecto Ferroviario, posteriormente en la figura se puede observar la ubicación del mismo respecto a estas Regiones Prioritarias. En tanto a observar las necesidades de dichas regiones se realiza una breve descripción de las Regiones Prioritarias por las que incide el proyecto. Ver Tabla III.3.23.

Tabla III.3.26. Regiones Prioritarias establecidas por CONABIO por las que el Proyecto Ferroviario atraviesa.

Tipo de Región o Área Prioritaria	Nombre	Cadenamientos por los que atraviesa el Proyecto		Longitud (km)
		Inicio (Km)	Final (Km)	
AICA (C 11)	Ciénegas de Lerma	11+740	15+410	3.67
AICA (C 19)	Sur del Valle de México	34+517	36+686	2.169
RTP 108	Ajusco - Chichinautzin	31+791	41+400	9.676
RHP 65	Cabecera del Río Lerma	-0+585.05	36+722	37.307

- **Características principales de las áreas prioritarias por las que cruza el Proyecto**

AICA Ciénegas de Lerma

Entidades: Estado de México
Superficie: 7,445.69 ha
Rangos de Altitud: 2500 a 3000
Tenencia de la Tierra: Ejidal
Descripción:
Humedal del altiplano central de la República Mexicana. Ciénega-Tulares y áreas sujetas a la inundación, incluyendo tierras dedicadas al cultivo y a la ganadería.
Justificación:
Uno de los remanentes de los humedales centrales del país, importante área de invernación de aves acuáticas migratorias (particularmente anátidos) y hábitat de las siguientes especies (según CONABIO): *Anas diazi, Coturnicops noveborascencis, Geothlypis speciosa, Ixobrychus exilis, Rallus elegans tenuirostris, Rallus limicola*.
Vegetación:
75% Agricultura (maíz), 25% Humedales de los cuales 70% tulares y 30% claros y otras plantas acuáticas.
Categorías a las que aplica
G-1 Coturnicops noveborascensis goldmani y Geothlypis speciosa.
G-4-A Se congregan en números variables las siguientes especies de aves acuáticas: *Anas acuta, A. americana, A. strepera, A. crecca, A. cyanoptera, A. discors, A. clypeata, Oxyura jamaicensis, Aythya affinis, A. valisineria, A. americana y Gallinago gallinago*.
MEX-1 *Rallus elegans tenuirostris, Rallus limicola, Anas diazi, Ixobrychus exilis*
NA-2 *Anas diazi*

AICA Sur del Valle de México

Entidades: Distrito Federal
Superficie: 100,152.72 ha
Tenencia de la Tierra: Ejidal y Privada
Descripción:
El sur del Valle de México ha sido estudiado por Velázquez (1993) en términos de las comunidades vegetales y su asociación con las principales unidades geomorfológicas, generando un mapa paisajistico-vegetacional en donde predominan los bosques de pino con pastizal de altura, bosques mixtos de pino-encino, bosques de oyamel, zacatonales de alta montaña y praderas que se encuentran asociadas a geoformas como cráteres, planicies, laderas, pedregales, pies de monte y cañadas.
Justificación:
El área representa un sistema ecológico altamente diverso y de gran importancia para el funcionamiento de la ciudad de México. Recientemente ha sido nominado como área prioritaria para la conservación a nivel nacional (SEMARNAP, 1996). Resguarda una gran riqueza de especies de flora y fauna, muchas de ellas endémicas y bajo alguna categoría de vulnerabilidad y/o protección. Se estima para la zona la existencia de aproximadamente 200 especies de aves (20 endémicas y 20 en algún estatus de riesgo).
Vegetación:
Las comunidades mejor representadas son los Bosques de Coníferas, de Quercus y Pastizal.
Categorías a las que aplica
G-1 *Xenospiza baileyi*
MEX-1 *Cyrtonyx montezumae merriami, Ridwayia pinicola, Picoides stricklandi aztecus, Dendroica magnolia, Bubo virginianus, Xenospiza baileyi, Accipiter cooperii, A.striatus, Asio flammeus. A. stygius, Atthis heloisa, Buteo jamaicensis, Catherpes mexicanus, Dendroica virens, Glaucidium brasilianum, G. gnoma, Icterus wagleri, Melanotis caerulescens, Myiborus mineatus, M. pictus, Utus asio, Toxostoma ocellatum y Xenospiza baileyi.*
NA-2 *Dendrortyx macroura, Streptoprocne semicollaris, Picoides stricklandi, Campylorhynchus megalopterus, Catharus occidentalis, Ridwayia pinicola, Ergaticus ruber, Geothlypis nelsoni, Oriturus superciliosus, Atlapetes virenticeps. A. pileatus, Toxostoma ocellatum y Xenospiza baileyi.*

RTP Ajusco – Chichinautzin

Coordenadas extremas: Latitud N: 18° 53' 32'' a 19° 20' 02''; Longitud W: 99° 51' 54'' a 99° 25' 07''
Entidades: D.F., Estado de México, Morelos.
Municipios: Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Cuernavaca, Huitzilac, Juchitepec, La Magdalena Contreras, Lerma, Milpa Alta, Ocoyoacac, Ocuilán, Tepetlixpa, Tepoztlán, Tianguistenco, Tlalnepantla, Tlalpan, Tlayacapan, Totolapan, Xalatlaco, Xochimilco, Yautepec.
Superficie: 1,261 km^2

Características generales:
Las características ambientales de esta región, al formar parte del SVT, la convierten en una región prioritaria. Comprende un gradiente muy marcado de ecosistemas, derivados de la altimetría que favorece, asimismo, su gran riqueza específica y presencia de endemismos. Es un corredor que asegura la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos de la biota de la zona y es, además, una barrera para evitar el avance del proceso de urbanización del DF y Cuernavaca. Comprende dos ANP: Cumbres del Ajusco, decretada en 1947 y el corredor biológico Ajusco- Chichinautzin, decretada en 1988. El tipo de vegetación que se distribuye con una superficie mayor es el bosque de pino.

Diversidad ecosistémica:
Cuenta con vegetación primaria establecida en zonas del derrame volcánico.
Los principales tipos de vegetación y uso del suelo, representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:

Bosque de pino	Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse también en zonas templadas, son característicos de zonas frías.	44%
Agricultura, pecuario y forestal	Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal.	31%
Bosque de oyamel	Bosques de pino oyamel. Suelen encontrarse en climas templados o fríos y espaciados.	13%
Selva baja caducifolia	Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura en donde más del 75 % de las especies pierden las hojas durante la época de secas.	6%
Otros		6%

Riqueza específica (superficies más conservadas):
Algunas especies características de la región son teporingo (*Romerolagus diazi*), gorrión zacatero (*Xenospiza baileyi*), colibrí (*Amazilia beryllina*), vencejo (*Streptoprocne semicollaris*), halcón cernícalo (*Falco sparverius*), conejo silvestre (*Sylvilagus sp.*), lince (*Lynx rufus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ajolote (*Rhyacosiredon zempoalensis*), ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) y codorniz arlequín (*Cyrtonyx montezumae*).

RHP Cabecera del Río Lerma

Ubicación: Estado de México
Principales poblados: Almoloya de Juárez, Xonacatlán, Villa Cuauhtémoc, Toluca, Lerma
Actividad económica principal: agricultura de riego y de temporal (cultivo de maíz) e industrial (metal-mecánica y química)
Extensión: 2 460.13 km^2
Coordenadas extremas: Latitud 19°35'24" - 19°04'12" N; Longitud 99°54'36" - 99°18'36" W
Recursos hídricos principales:
Lénticos: presas Antonio Alzate e Ignacio Ramírez, ciénega del Lerma, lagos, manantiales
Lóticos: río Lerma
Limnología básica: aguas subterráneas del acuífero del valle de Toluca
Biodiversidad:
Tipos de vegetación: bosques de pino-encino, de pino, de oyamel, pastizal inducido. Diversidad de hábitats: reservorios, ríos, arroyos y humedales. Vegetación acuática: *Nymphaea gracilis*. Fauna característica: de peces *Algansea tincella, Chirostoma humboldtianum, Ocyurus chrysurus*; de aves *Anas acuta, A. crecca, A. clypeata, A. cyanoptera, A. discors, A. strepera, Aythya affinis, A. americana, A. valisineria, Gallinago gallinago*. Endemismos del protozoario *Sagittaria deveersa*; de peces *Algansea barbata, Chirostoma riojai, Goodea atripinnis, Notropis sallei, Girardinichthys multiradiatus, Poeciliopsis infans*; de anfibios *Ambystoma lermaensis*. Las especies de *Algansea spp, Ambystoma lermaensis y Daphnia pulex*; así como las aves *Geothlypis speciosa, Ixobrychus exilis y Rallus elegans tenuirostris* se encuentran amenazadas por contaminación del agua y pérdida de hábitat. Las especies de *Ambystoma mexicanum y Poecilia reticulata* son especies indicadoras de contaminación.

Conclusión:

La regionalización establecida por la CONABIO para estas Áreas Prioritarias, en donde presenta las condiciones de las áreas delimitadas, NO establece lineamientos, criterios o restricciones para el desarrollo de cualquier tipo de obra o actividad (como resulta ser el presente proyecto) dentro de las regiones definidas debido a que son documentos orientadores más que reguladores, por lo cual no existen actividades dentro de estas regiones prioritarias que estén vinculadas con el proyecto. Sin embargo, y como parte del cumplimiento e implementación de las medidas de prevención, control y mitigación, en todas las etapas del proyecto, se atenderá a las características particulares de cada Área Prioritaria, así como a las condiciones ambientales y a la problemática establecida, con el fin de atenuar las afectaciones ambientales y evitar un incremento en el deterioro ambiental de estas áreas, por causa de los efectos antropogénicos.

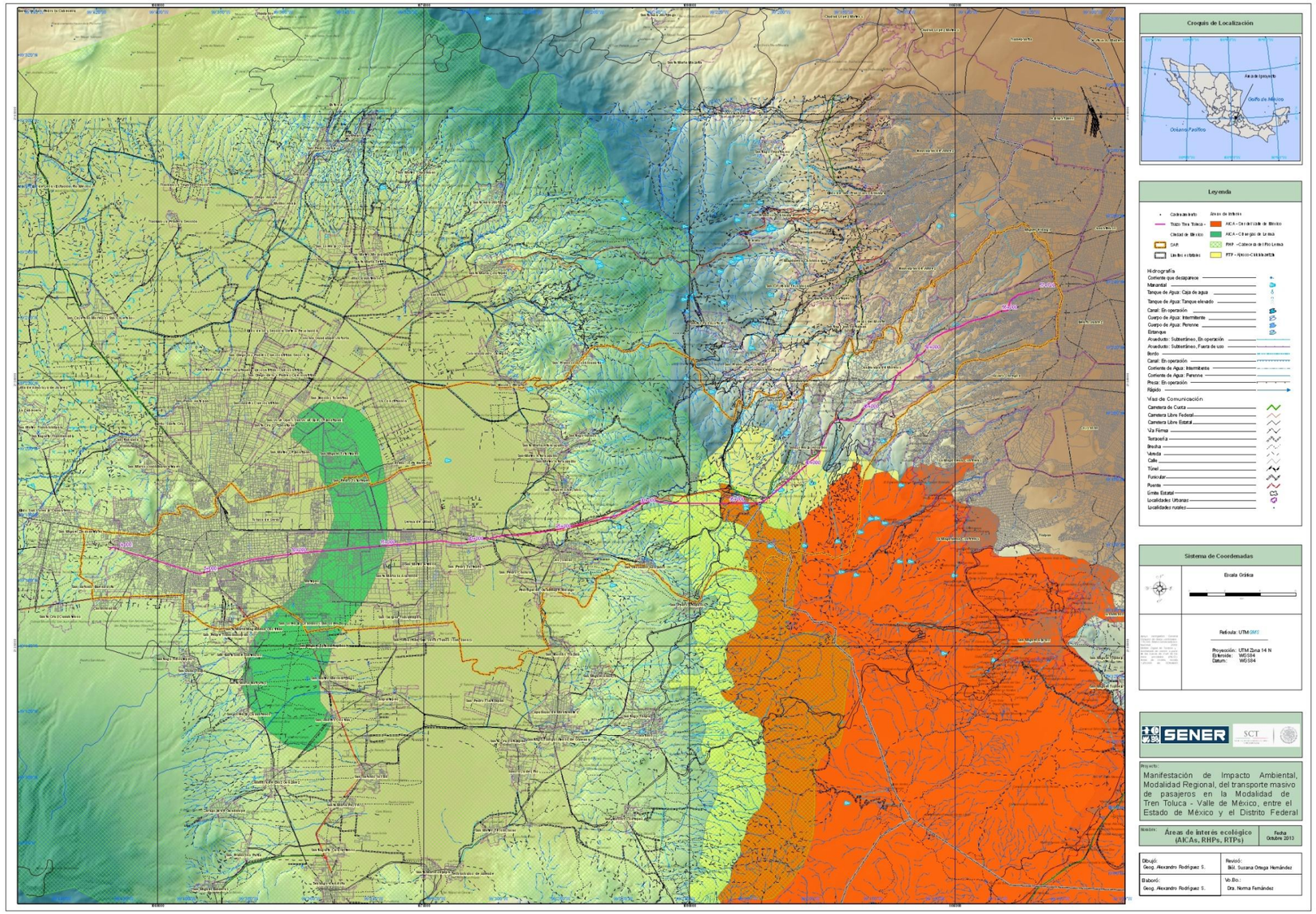


Figura III.3.10. Ubicación del Proyecto respecto a las áreas de interés ambiental.

III.4 CUMPLIMIENTO DE LAS REGULACIONES EN MATERIA DE PROTECCIÓN AMBIENTAL (LEYES, REGLAMENTOS Y NORMAS)

III.4.1. LEYES Y REGLAMENTOS A NIVEL FEDERAL

III.4.1. LEYES Y REGLAMENTOS A NIVEL FEDERAL

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

La *Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente*, publicada en 1988 (actualizada el 07 de junio de 2013), es un ordenamiento reglamentario de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la preservación y restauración del equilibrio ecológico, así como a la protección al ambiente, en el territorio nacional y las zonas sobre las cuales la nación ejerce su soberanía. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable.

Con respecto al proyecto ferroviario, es de señalarse que esta Ley solo establece condiciones y requisitos que deberá cumplir el desarrollo del citado proyecto en sus diferentes etapas, como lo es la preparación del sitio, la construcción y la operación.

A continuación se señalan los preceptos aplicables al proyecto ferroviario.

Art. 28 fracciones I, VII y XI, 30 Primer Párrafo, 50, 134, 136, 150, 151, 152 Bis y155.

Tabla III.4.1.- Condiciones señaladas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente respecto del proyecto ferroviario.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
Artículo 4	La Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios ejercerán sus atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, de conformidad con la distribución de competencias prevista en esta Ley y en otros ordenamientos legales.	Conforme a lo establecido en esta ley, corresponde al ejecutivo federal la evaluación de impacto ambiental de obras y actividades relacionadas con las vías generales de comunicación, como lo es la construcción del tren, es por ello que la presente Manifestación de Impacto Ambiental se someterá a la evaluación de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del gobierno federal.

Artículo 5	Son facultades de la Federación: 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	Siendo congruente con este precepto, el presente proyecto Ferroviario se someterá a la Evaluación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, para obtener la autorización de impacto ambiental, por estar contemplado en el artículo 28 de esta misma ley.
Artículo 28	La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello, en los casos en que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría: I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos; VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; XI. Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación;	De acuerdo con el precepto anterior, se tiene la obligación de someter el proyecto al procedimiento de evaluación de impacto ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, por encontrarse en el supuesto del artículo 28 fracción I, VII y XI. Bajo este contexto, previamente al inicio de construcción del proyecto ferroviario éste se someterá al procedimiento de evaluación de impacto ambiental para su autorización.
Artículo 30, Primer Párrafo	Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas que pudieran ser afectados por la obra o actividad de que se trate, considerando el conjunto de los elementos que conforman dichos ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.	En concordancia con este lineamiento, el presente documento se ingresará ante la SEMARNAT en su modalidad regional misma que no incluye riesgo por no contemplar manejo de sustancias (y cantidades) enlistadas en el primer y segundo listado de actividades riesgosas publicados en el Diario Oficial de la Federación, solicitando la autorización de impacto ambiental. Dicho documento, se compone de diversos capítulos en los cuales se establecen detalladamente las características del proyecto Ferroviario, los posibles efectos en los ecosistemas presentes en el área en donde se ubica el proyecto bajo estudio y las medidas preventivas y de mitigación que se proponen para contrarrestar dichos efectos. En caso de requerir alguna modificación del proyecto original, el promovente hará del conocimiento de la autoridad dicha situación, en los términos señalados en el presente capítulo. .
Artículo 50	Los parques nacionales se constituirán, tratándose de representaciones biogeográficas, a nivel nacional, de uno o más ecosistemas que se signifiquen por su belleza escénica, su valor científico, educativo, de recreo, su valor histórico, por la existencia de flora y fauna, por su aptitud	Refiriendo al párrafo segundo del citado precepto. El proyecto cruza por esta Área Natural Protegida del km 32+413 al 37+00; no obstante, del cadenamiento 36+150 al 37+000 el proyecto cruzará por un túnel, con lo que no se alterará ni modificará el

para el desarrollo del turismo, o bien por otras razones análogas de interés general.

En los parques nacionales sólo podrá permitirse la realización de actividades relacionadas con la protección de sus recursos naturales, el incremento de su flora y fauna y en general, con la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, así como con la investigación, recreación, turismo y educación ecológicos.

sistema ambiental presente. En lo referente al cadenamiento del km km 32+413 al 37+000 (4.587 km) el proyecto de ferrocarril se aloja en el Derecho de Vía de unas torres de alta tensión de la CFE, sobre una franja de terreno fuertemente perturbada en donde la vegetación es periódicamente removida como parte de las labores de limpieza y mantenimiento que requieren estos DV, así como una zona donde existen actualmente unas torres de alta tensión fuera de servicio con algunos rebrotes de vegetación secundaria y herbáceas como resultado del abandono en las acciones de mantenimiento de las mismas; con lo que el sitio ya no cumple con lo que corresponde a una Área Natural Protegida en términos de estar integrada por ambientes originales que no hayan sido significativamente alterados por la actividad humana. No obstante, acatando lo descrito en la normatividad aplicable a las actividades de construcción del proyecto y respetando las definiciones y propósitos de este estudio, la construcción del proyecto se sujetara a medidas de prevención, mitigación, restauración necesarias que buscarán la restauración y preservación del bosque a lo largo del cruce del proyecto por esta ANP.

Asimismo, esta franja del DV por donde se ubicará el proyecto ferroviario se visualiza como una "área de oportunidad" para mejorar las condiciones paisajísticas y ambientales actuales de la zona mediante acciones de reforestación.

Al respecto se puede decir que aunque el Parque cuenta con un decreto que le da un carácter de protección y el artículo 50 de la LGEEPA solo contempla el realizar actividades para la preservación de los ecosistemas y de sus elementos, los artículos 88 del RLGEEPAANP y 28 de la LGEEPA, dan la posibilidad de autorizar obras y actividades en esta ANP, siempre y cuando éstas se sometan al procedimiento de evaluación del Impacto Ambiental.

En este sentido se puede decir que con el proyecto, sus obras asociadas, y las medidas de mitigación que se propongan y determinen en la autorización de impacto ambiental, se podrán realizar actividades para la protección de los recursos naturales del Parque, el rescate e incremento de flora y fauna, así como la preservación de los ecosistemas y sus elementos, recuperando los corredores naturales y biológicos.

		En conclusión se afirma que el proyecto y sus obras asociadas, no se contraponen con el espíritu del decreto del Parque y el sentido del artículo 50 de la LGEEPA, ya que al someterse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental, se evitaran daños adversos al ambiente (ver análisis en párrafos anteriores).
Artículo 134	Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios: **II.** Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;	El proyecto dará cabal cumplimiento a este lineamiento, impulsara la elaboración y ejecución de acciones de rescate de suelo sobre todo el existente fuera de zonas urbanas. Dicho suelo u horizonte orgánico se acopiará temporalmente en lugares previamente establecidos, para su posterior reutilización en los sitios a reforestar y en las áreas jardinadas. Se tiene considerado ejecutar acciones para un adecuado manejo de los residuos.
Artículo 136	Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar: **I.** La contaminación del suelo; **II.** Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos; **III.-** Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y **IV.** Riesgos y problemas de salud.	El proyecto dará cabal cumplimiento a este precepto. Se tiene considerado prevenir y evitar afectaciones al suelo y alteraciones nocivas en su proceso biológico; se ejecutaran acciones de manejo de los residuos sólidos y líquidos para evitar cualquier tipo de contaminación. Así mismo, el suelo que este fuera de zonas urbanas, se rescatara y acopiará en lugares previamente establecidos para su posterior reutilización en los sitios a reforestar y en las áreas jardinadas.
Artículo 150	Los materiales y residuos peligrosos deberán ser manejados con arreglo a la presente Ley, su Reglamento y las normas oficiales mexicanas que expida la Secretaría, previa opinión de las Secretarías de Comercio y Fomento Industrial, de Salud, de Energía, de Comunicaciones y Transportes, de Marina y de Gobernación. La regulación del manejo de esos materiales y residuos incluirá según corresponda, su uso, recolección, almacenamiento, transporte, reúso, reciclaje, tratamiento y disposición final. El Reglamento y las normas oficiales mexicanas a que se refiere el párrafo anterior, contendrán los criterios y listados que identifiquen y clasifiquen los materiales y residuos peligrosos por su grado de peligrosidad, considerando sus características y volúmenes; además, habrán de diferenciar aquellos de alta y baja peligrosidad. Corresponde a la Secretaría la regulación y el control de los materiales y residuos peligrosos.	El proyecto no contraviene este precepto, dispondrán en sitios autorizados todos los desechos sólidos y líquidos que se generen durante las diversas actividades que requiere la obra. Así mismo, mediante el procedimiento que integra el manual de buenas prácticas ambientales en la construcción del tren se llevara a cabo un programa de procedimiento de Manejo de Residuos No Peligrosos y Peligrosos para toda la obra.
Artículo 151	La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contrate los servicios de manejo y disposición final de los residuos peligrosos con empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas independientemente de la	El proyecto no contraviene este precepto, todos los residuos que se generen durante la construcción de la obra, incluyendo los de lenta degradación, serán manejados conforme lo establece la legislación y las normas oficiales mexicanas correspondientes.

	responsabilidad que, en su caso, tenga quien los generó. Quienes generen, reúsen residuos peligrosos, deberán hacerlo del conocimiento de la Secretaría en los términos previstos en el Reglamento de la presente Ley.	
Artículo 152 Bis	Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones del mismo, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.	El proyecto dará cabal cumplimiento a este precepto. Durante las etapas de construcción y operación, se tiene considerado que los residuos que se generen se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la legislación y en las normas oficiales mexicanas vigentes. La empresa constructora se encargará de dejar libre de cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado dichos residuos. Dentro de las medidas propuestas para contrarrestar los impactos, se ejecutaran acciones de rescate del suelo ubicado fuera de zonas urbanas, se rescatara y acopiará temporalmente en lugares previamente establecidos para su posterior reutilización en la reforestación y en las áreas jardinadas.
Artículo 155	Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones; así como en la operación o funcionamiento de las existentes deberán llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio y el ambiente.	En el desarrollo del proyecto, se debe cuidar de no rebasar los límites máximos permisibles de emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, así como la generación de contaminación visual, atendiendo a lo establecido en este precepto y la Normas Oficiales Mexicanas aplicables.

Derivado de lo antes expuesto, es de señalarse que el proyecto ferroviario, en el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), no presenta ninguna prohibición expresa para el desarrollo del mismo, ya que se llevarán a cabo todas las acciones pertinentes, a efecto de cumplir con lo que se establece en el cuadro antes expuesto.

III.4.2. LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE. (LGFS)

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional y su objeto es regular y fomentar la conservación, protección restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable.

El proyecto cumplirá con lo ordenado en esta ley previa y durante su ejecución del mismo y sus obras asociadas, pues se solicitara la autorización en materia de impacto ambiental del cambio de uso de suelo, así como el cambio de uso de suelo en terrenos forestales ante la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla III.4.2.-Condiciones señaladas en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable respecto del proyecto ferroviario.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
Artículo 58	Corresponderá a la Secretaría otorgar las siguientes autorizaciones: I. Cambio de uso de suelo en terrenos forestales, por excepción;	En caso de que la SEMARNAT solicite un Estudio técnico Justificativo, éste se elaborará, bajo lo establecido en el artículo 117 y 118 de esta misma ley.

III.4.3. LEY GENERAL DE VIDA SILVESTRE. (LGVS)

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

Tabla III.4.3.- Condiciones señaladas en la Ley General de Vida Silvestre respecto del proyecto ferroviario.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
Artículo 4	Es deber de todos los habitantes del país conservar la vida silvestre; queda prohibido cualquier acto que implique su destrucción, daño o perturbación, en perjuicio de los intereses de la Nación.	Se dará cumplimiento a lo establecido en este precepto aplicable, en el sentido de que no se contemplan acciones de daño o destrucción sobre la vida silvestre en perjuicio de los intereses de la Nación. Por el contrario y con el fin de preservar los recursos naturales se implementarán acciones de rescate y reubicación tanto de Fauna como de Flora, para garantizar los procesos naturales de reproducción y permanencia de la vida silvestre.
Artículo 31	Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.	Previo al inicio de los trabajos de construcción, todos los ejemplares de fauna que se encuentren en la zona, serán ahuyentados y reubicados en sitios con características similares al ecosistema donde fueron localizados; dichas actividades serán realizadas por personal experto y/o capacitado para tal fin, con el objeto de evitar al máximo la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, considerando las características de las diferentes especies y los métodos más eficaces.

III.4.4. LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (LGPGIR)

Esta Ley tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente adecuado y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación.

Resulta inconcuso que en las diferentes etapas del proyecto ferroviario, se generaran residuos, al respecto a continuación se señala lo que establece la Ley en comento, para el adecuado manejo de los diferentes tipos de residuos.

Para efecto de esta Ley, de conformidad con el artículo 5, se entiende por Residuo, el material o producto cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentra en estado sólido o semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final conforme a lo dispuesto en esta Ley y demás ordenamientos que de ella deriven.

Tabla III.4.4.- Condiciones señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos respecto del proyecto ferroviario.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
	Manejo Integral de los Residuos Peligrosos Disposiciones Generales	
Título Quinto, Capítulo I y II		
Artículo 40	Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven. En las actividades en las que se generen o manejen residuos peligrosos, se deberán observar los principios previstos en el artículo 2 de este ordenamiento, en lo que resulten aplicables.	El proyecto es congruente con este precepto en virtud de que los residuos que se generen por el proyecto se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la legislación, en el artículo 2 de dicho ordenamiento y en las normas oficiales mexicanas vigentes.
Artículo 41	Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.	El PROMOVENTE y en su caso la empresa constructora deberán en atención a esta Ley responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto. La empresa constructora se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.
Artículo 42	Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría, o bien transferirlos a industrias para su utilización como insumos dentro de sus procesos, cuando previamente haya sido hecho del conocimiento de esta dependencia, mediante un plan de manejo para dichos insumos, basado en la minimización de sus riesgos. La responsabilidad del manejo y disposición final de los residuos peligrosos corresponde a quien los genera. En el caso de que se contraten los servicios de manejo y disposición final de residuos peligrosos por empresas autorizadas por la Secretaría y los residuos sean entregados a dichas empresas, la responsabilidad por las operaciones será de éstas, independientemente de la responsabilidad que tiene el generador. Los generadores de residuos peligrosos que transfieran éstos a empresas o gestores que presten los servicios de manejo, deberán cerciorarse ante la Secretaría que cuentan con las autorizaciones respectivas y vigentes, en caso contrario serán responsables de los daños que ocasione su manejo.	El proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se contratará a una empresa especializada y autorizada por la Secretaría para el transporte y disposición final de los residuos peligrosos. Así mismo, los residuos que se generen por el proyecto se identificarán, clasificarán y manejarán conforme a lo establecido en la legislación correspondiente y en las normas oficiales mexicanas vigentes.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
	Manejo Integral de los Residuos Peligrosos **Disposiciones Generales**	
Título Quinto, Capítulo I y II		
Artículo 43	Las personas que generen o manejen residuos peligrosos deberán notificarlo a la Secretaría o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, de acuerdo con lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.	El PROMOVENTE notificara a la Secretaría y/o a las autoridades correspondientes de los gobiernos locales, sobre la generación y manejo de los residuos peligrosos conforme a lo previsto en esta Ley y las disposiciones que de ella se deriven.
Artículo 44	**Generación de los Residuos Peligrosos** Los generadores de residuos peligrosos tendrán las siguientes categorías: **I.** Grandes generadores; **II.** Pequeños generadores, y **III.** Microgeneradores.	El PROMOVENTE y en su caso la empresa constructora aplicara el correcto manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto. En este sentido, el proyecto generara residuos catalogados en el numeral III. Microgenerador.
Artículo 45	Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. En cualquier caso los generadores deberán dejar libres de residuos peligrosos y de contaminación que pueda representar un riesgo a la salud y al ambiente, las instalaciones en las que se hayan generado éstos, cuando se cierren o se dejen de realizar en ellas las actividades generadoras de tales residuos.	El PROMOVENTE deberá en atención a esta Ley responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto. Identificara, clasificara y manejara los residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. Así mismo, la empresa constructora se encargará de dejar libre las instalaciones en las que se hayan generado y almacenado cualquier residuo peligroso que pudiera representar un riesgo a la salud o al ambiente.
Artículo 48.-	Las personas consideradas como microgeneradores de residuos peligrosos están obligadas a registrarse ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda; sujetar a los planes de manejo los residuos peligrosos que generen y que se establezcan para tal fin y a las condiciones que fijen las autoridades de los gobiernos de las entidades federativas y de los municipios competentes; así como llevar sus propios residuos peligrosos a los centros de acopio autorizados o enviarlos a través de transporte autorizado, de conformidad con las disposiciones legales aplicables. El control de los microgeneradores de residuos peligrosos, corresponderá a las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas y municipales, de conformidad con lo que establecen los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.	El PROMOVENTE y en su caso la empresa constructora será la responsable en dar la atención a esta Ley, para el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos y peligrosos que se generen durante el desarrollo del proyecto. Así mismo, la empresa constructora estará registrada ante las autoridades competentes de los gobiernos de las entidades federativas o municipales, según corresponda, someterá a su consideración el Programa de Manejo Integral de Residuos Sólidos y Peligrosos, también generara una

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
Título Quinto, Capítulo I y II	**Manejo Integral de los Residuos Peligrosos Disposiciones Generales**	
		bitácora y presentará el informe correspondiente según lo especifique la autoridad correspondiente. Dara cabal cumplimiento a lo establecido en los artículos 12 y 13 del presente ordenamiento.
Artículo 49	La Secretaría, mediante la emisión de normas oficiales mexicanas, podrá establecer disposiciones específicas para el manejo y disposición final de residuos peligrosos por parte de los microgeneradores y los pequeños generadores de estos residuos, en particular de aquellos que por su peligrosidad y riesgo así lo ameriten. En todo caso, la generación y manejo de residuos peligrosos clorados, persistentes y bioacumulables, aun por parte de micro o pequeños generadores, estarán sujetos a las disposiciones contenidas en las normas oficiales mexicanas y planes de manejo correspondientes.	El PROMOVENTE dará cabal cumplimiento a esta Ley, en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría. Se responsabilizara del manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos que se generen durante el desarrollo del proyecto.
Título Sexto Capítulo Único **Artículo 95**	**De la prevención y manejo integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial** 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.	Durante las tres etapas (preparación del sitio, construcción y operación), se le dará un adecuado manejo a los residuos. El PROMOVENTE y en su caso la empresa constructora deberá en atención a esta Ley responsabilizarse por el manejo comprometido, adecuado y oportuno de los residuos sólidos que se generen durante el desarrollo del proyecto.

III.4.5. Ley de aguas nacionales (LAN)

Publicada en el diario oficial de la federación el 1º de diciembre de 1992

La presente Ley es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en materia de aguas nacionales; es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social y tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la reservación de su cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable.

Lineamiento	Cumplimiento
ARTÍCULO 16. La presente Ley establece las reglas y condiciones para el otorgamiento de las concesiones para explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales, en cumplimiento a lo dispuesto en el Párrafo Sexto del Artículo 27 Constitucional. **ARTÍCULO 20**. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por parte de personas físicas o morales se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley, sus reglamentos, el título y las prórrogas que al efecto se emitan. La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales por dependencias y organismos descentralizados de la administración pública federal, estatal o municipal, o el Distrito Federal y sus organismos descentralizados se realizará mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que establece esta Ley y sus reglamentos. Cuando se trate de la prestación de los servicios de agua con carácter público urbano o doméstico, incluidos los procesos que estos servicios conllevan, la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales, se realizará mediante asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o por ésta cuando así le competa, a los municipios, a los estados o al Distrito Federal, en correspondencia con la Fracción VIII del Artículo 3 de la presente Ley. Los derechos amparados en las asignaciones no podrán ser objeto de transmisión. La asignación de agua a que se refiere el párrafo anterior se regirá por las mismas disposiciones que se aplican a las concesiones, salvo en la transmisión de derechos, y el asignatario se considerará concesionario para efectos de la presente Ley. Las concesiones y asignaciones crearán derechos y obligaciones a favor de los beneficiarios en los términos de la presente Ley. **ARTÍCULO 21 BIS.** El promovente deberá adjuntar a la solicitud a que se refiere el Artículo anterior, al menos los documentos siguientes: I. Los que acrediten la propiedad o posesión del inmueble	El proyecto se construirá en cabal cumplimiento con las disposiciones aplicables en la presente ley. El promovente realizará el trámite de concesión y permisos de construcción correspondiente ante CONAGUA. Dará cumplimiento a los artículos 20, 21 y 21 Bis. En su caso Adjuntará a la solicitud correspondiente: La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; el proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes motivo de la solicitud; la memoria técnica con los planos correspondientes que contengan la descripción y características de las obras a realizar; un croquis que indique la ubicación del predio, con los puntos de referencia que permitan su localización y la del sitio donde se realizará la ocupación del proyecto; los estudios y proyectos a que se refiere este Artículo, se sujetarán a las normas y especificaciones técnicas que en su caso emita "la Comisión".

Lineamiento	Cumplimiento
en el que se localizará la extracción de aguas, así como los relativos a la propiedad o posesión de las superficies a beneficiar; II. El documento que acredite la constitución de las servidumbres que se requieran; III. La manifestación de impacto ambiental, cuando así se requiera conforme a la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente; IV. El proyecto de las obras a realizar o las características de las obras existentes para la extracción, aprovechamiento y descarga de las aguas motivo de la solicitud; V. La memoria técnica con los planos correspondientes que contengan la descripción y características de las obras a realizar, para efectuar la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas a las cuales se refiere la solicitud, así como la disposición y tratamiento de las aguas residuales resultantes y las demás medidas para prevenir la contaminación de los cuerpos receptores, a efecto de cumplir con lo dispuesto en la Ley; VI. La documentación técnica que soporte la solicitud en términos del volumen de consumo requerido, el uso inicial que se le dará al agua y las condiciones de cantidad y calidad de la descarga de aguas residuales respectivas, y VII. Un croquis que indique la ubicación del predio, con los puntos de referencia que permitan su localización y la del sitio donde se realizará la extracción de las aguas nacionales; así como los puntos donde efectuará la descarga. Los estudios y proyectos a que se refiere este Artículo, se sujetarán a las normas y especificaciones técnicas que en su caso emita "la Comisión".	
ARTÍCULO 86 BIS 2. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El proyecto en su etapa de preparación y construcción, dará cumplimiento al presente lineamiento. Implementará diferentes medidas para contrarrestar los impactos, tiene considerado elaborar un manual de buenas prácticas, donde estará prohibido arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las respectivas Normas Oficiales Mexicanas.

III.4.4 LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS

Lineamiento	Cumplimiento
El Artículo 6º: Los propietarios de bienes inmuebles declarados monumentos históricos o artísticos, deberán conservarlos y, en su caso, restaurarlos en los términos del artículo siguiente, previa autorización del Instituto correspondiente. Los propietarios de bienes inmuebles colindantes a un monumento, que pretendan realizar obras de excavación, cimentación, demolición o construcción, que puedan afectar las características de los monumentos históricos o artísticos, deberán obtener el permiso del Instituto correspondiente, que se expedirá una vez satisfechos los requisitos que se exijan en el Reglamento. Según se fija en el Artículo 29, "El que encuentre bienes arqueológicos deberá dar aviso a la autoridad civil más cercana. La autoridad correspondiente expedirá la constancia oficial del aviso, o entrega en su caso, y deberá informar al Instituto Nacional de Antropología e Historia, dentro de las 24 horas siguientes, para que éste determine lo que corresponda". En caso de no cumplirse con los requisitos, el Artículo 32º establece: "El Instituto Nacional de Antropología e Historia suspenderá los trabajos que se ejecuten en monumentos arqueológicos sin autorización, que violen la concedida o en los que haya substracción de materiales arqueológicos. En su caso, procederá a la ocupación del lugar, a la revocación de la autorización y a la aplicación de las sanciones correspondientes".	El proyecto del Tren Suburbano no cruzar por ningún monumento o zona arqueológica. No obstante, a la altura del Km. 24+100 colinda con la zona arqueológica de Ocoyoacac, la cual se ubica en sentido del cadenamiento, de lado derecho. Es importante resaltar que el proyecto no afectara dicha zona en ninguna de sus etapas. Asimismo, no se contrapone con este lineamiento, porque en su caso el promovente, realizará los trámites o permisos correspondientes.  Zona Arqueológica Ocoyoacac. Estado de México. 

III.4.6. Reglamentos

III.4.6.1. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (RLGEEPAIA)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000

Esta Ley tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Al respecto, se señalan los artículos correlativos que resultaron aplicables del análisis de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Tabla III.4.6.- Condiciones señaladas en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente respecto del proyecto ferroviario.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
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: B) VÍAS GENERALES DE COMUNICACIÓN; Construcción de carreteras, autopistas, puentes, o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, **vías férreas**, ……. O) CAMBIOS DE USO DE SUELO DE ÁREAS FORESTALES, ASÍ COMO EN SELVAS Y ZONAS ÁRIDAS; I. Cambio de uso de suelo para actividades agropecuarias, acuícolas, de desarrollo inmobiliario, de infraestructura urbana, de **vías generales de comunicación** ….. S) OBRAS EN ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS; Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación….	El proyecto ferroviario, en cumplimiento con este precepto someterá al procedimiento de evaluación, la presente manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional ante la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales por ser competencia de la Federación, sin embargo, si así lo requiere la autoridad del Distrito Federal, se presentará la solicitud respectiva por lo que se refiere a las áreas naturales protegidas y áreas de valor ambiental competencia del D.F.
Artículo 9	Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización. La Información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto	En congruencia con este lineamiento, el presente estudio se someterá a la Evaluación de Impacto Ambiental ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, en la modalidad regional, el cual está integrado por ocho capítulos señalados en los términos de referencia (guía) propuestos por la autoridad ambiental, para que de esta forma se atienda a lo que establece dicho precepto.
Artículo 11	Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de: I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, carreteras y **vías férreas**, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;	Previo al inicio de construcción del proyecto se someterá al trámite del procedimiento de evaluación del impacto ambiental, mediante el ingreso de un Estudio de Manifestación de Impacto

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
	IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.	Ambiental (MIA), en su modalidad regional por tratarse de una vía férrea, tal y como lo establece el presente precepto.

III.4.7. REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS (RLGPGIR)

Publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2000

Este ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Tabla III.4.7.- Condiciones señaladas en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, respecto del proyecto ferroviario.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
Artículo 40	La mezcla de suelos con residuos peligrosos listados será considerada como residuo peligroso, y se manejará como tal cuando se transfiera.	El presente proyecto contempla la implementación de un Programa de manejo integral de residuos, con acciones tendientes a evitar derrames o fugas de residuos peligrosos. Sin embargo, para el caso de que por accidente se mezclara con el suelo, se manejará como se establece en este y otros preceptos normativos.
Artículo 43	Las personas que conforme a la Ley estén obligadas a registrarse ante la Secretaría como generadores de residuos peligrosos se sujetarán al siguiente procedimiento: I. Incorporarán al portal electrónico de la Secretaría la siguiente información: a) Nombre, denominación o razón social del solicitante, domicilio, giro o actividad preponderante; b) Nombre del representante legal, en su caso; c) Fecha de inicio de operaciones; d) Clave empresarial de actividad productiva o en su defecto denominación de la actividad principal; e) Ubicación del sitio donde se realiza la actividad; f) Clasificación de los residuos peligrosos que estime generar, y g) Cantidad anual estimada de	De acuerdo con el presente artículo, la empresa constructora se registrará ante la Secretaría como generador de residuos peligrosos, conforme a la clasificación establecida en el reglamento.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
	generación de cada uno de los residuos peligrosos por los cuales solicite el registro; II. A la información proporcionada se anexarán en formato electrónico, tales como archivos de imagen u otros análogos, la identificación oficial, cuando se trate de personas físicas o el acta constitutiva cuando se trate de personas morales. En caso de contar con Registro Único de Personas Acreditadas bastará indicar dicho registro, y III. Una vez incorporados los datos, la Secretaría automáticamente, por el mismo sistema, indicará el número con el cual queda registrado el generador y la categoría de generación asignada. En caso de que para el interesado no fuere posible anexar electrónicamente los documentos señalados en la fracción II del presente artículo, podrá enviarla a la dirección electrónica que para tal efecto se habilite o presentará copia de los mismos en las oficinas de la Secretaría y realizará la incorporación de la información señalada en la fracción I directamente en la Dependencia.	
Artículo 65	Los generadores o prestadores de servicios que soliciten prórroga de seis meses adicionales para el almacenamiento de residuos peligrosos presentarán ante la Secretaría una solicitud con veinte días hábiles de anticipación a la fecha en que venza el plazo autorizado por la Ley para el almacenamiento, la cual contendrá la siguiente información: I. Nombre, denominación o razón social y número de registro o autorización, según corresponda, y II. Justificación de la situación de tipo técnico, económico o administrativo por la que es necesario extender el plazo de almacenamiento. La Secretaría dará respuesta a la solicitud en un plazo máximo de diez días hábiles, de no darse respuesta en dicho plazo se considerará que la prórroga ha sido autorizada.	En caso de requerir solicitar a las autoridades una prórroga para ampliar el plazo de almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen en la construcción y operación del presente proyecto, se dará cumplimiento a los requisitos señalados en el presente artículo.
Artículo 68	Los generadores que por algún motivo dejen de generar residuos peligrosos deberán presentar ante la Secretaría un aviso por escrito que contenga el nombre, denominación o razón social, número de registro o autorización, según sea el caso, y la explicación correspondiente. I. Los microgeneradores de residuos peligrosos indicarán solamente la fecha prevista para el cierre de sus instalaciones o suspensión de la actividad generadora	Se dará cumplimiento a este precepto, una vez que se suspenda la generación de residuos peligrosos, o suspensión de la actividad generadora de sus residuos o en su caso se notificará que han cerrado sus instalaciones.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
	de sus residuos o en su caso notificarán que han cerrado sus instalaciones, y II. Los pequeños y grandes generadores de residuos peligrosos, proporcionarán: a) La fecha prevista del cierre o de la suspensión de la actividad generadora de residuos peligrosos; b) La relación de los residuos peligrosos generados y de materias primas, productos y subproductos almacenados durante los paros de producción, limpieza y desmantelamiento de la instalación; c) El programa de limpieza y desmantelamiento de la instalación, incluyendo la relación de materiales empleados en la limpieza de tubería y equipo; d) El diagrama de tubería de proceso, instrumentación de la planta y drenajes de la instalación, y e) El registro y descripción de accidentes, derrames u otras contingencias sucedidas dentro del predio durante el periodo de operación, así como los resultados de las acciones que se llevaron a cabo. Este requisito aplica sólo para los grandes generadores. Los generadores de residuos peligrosos manifestarán en el aviso, bajo protesta de decir verdad, que la información proporcionada es correcta. Lo dispuesto en el presente artículo es aplicable para los prestadores de servicios de manejo de residuos peligrosos, con excepción de los que prestan el servicio de disposición final de este tipo de residuos.	
Artículo 71	Las bitácoras previstas en la Ley y este Reglamento contendrán: I. Para los grandes y pequeños generadores de residuos peligrosos: a) Nombre del residuo y cantidad generada; b) Características de peligrosidad; c) Área o proceso donde se generó; d) Fechas de ingreso y salida del almacén temporal de residuos peligrosos, excepto cuando se trate de plataformas marinas, en cuyo caso se registrará la fecha de ingreso y salida de las áreas de resguardo o transferencia de dichos residuos; e) Señalamiento de la fase de manejo siguiente a la salida del almacén, área de resguardo o transferencia, señaladas en el inciso anterior; f) Nombre, denominación o razón social y número de autorización del prestador de servicios a quien en su caso se	Para dar cumplimiento a este precepto, se elaborará una bitácora para el registro de los residuos peligrosos generados durante las etapas de preparación del sitio y construcción del presente proyecto ferroviario, los generados en etapas de mantenimiento se manejarán según lo establezca la Ley. Asimismo se cumplirá con los requisitos señalados en el presente artículo.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
	encomiende el manejo de dichos residuos, y g) Nombre del responsable técnico de la bitácora. La información anterior se asentará para cada entrada y salida del almacén temporal dentro del periodo comprendido de enero a diciembre de cada año.	
Artículo 83	El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizara de acuerdo con lo siguiente: I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; II. En lugares que eviten la transferencia de contaminantes al ambiente y garantice la seguridad de las personas de tal manera que se prevengan fugas o derrames que puedan contaminar el suelo, y III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la microgeneración de residuos peligrosos.	El almacenamiento de los residuos peligrosos que se generen en las etapas de preparación y construcción del proyecto se realizará de conformidad por este precepto.
Artículo 84	Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.	No se tiene contemplado el almacenamiento por periodos mayores a 6 meses, sin embargo, en caso de requerirlo, la empresa constructora o el promovente tramitarán la prórroga a que se refiere el artículo 65 del presente ordenamiento, en tiempo y forma.

III.4.12 REGLAMENTO DE LA LEY DE AGUAS NACIONALES (RLAN)

Lineamiento	Cumplimiento
ARTICULO 134.- Las personas físicas o morales que exploten, usen o aprovechen aguas en cualquier uso o actividad, están obligadas, bajo su responsabilidad y en los términos de ley, a realizar las medidas necesarias para prevenir su contaminación y en su caso para reintegrarlas en condiciones adecuadas, a fin de permitir su utilización posterior en otras actividades o usos y mantener el equilibrio de los ecosistemas. Artículo 151.Se prohíbe depositar, en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de descarga de aguas residuales y demás desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las normas oficiales mexicanas respectivas. ARTICULO 157.- Para efectos del artículo 98 de la "Ley", las personas que pretendan realizar obras que impliquen desviación del curso de las aguas nacionales de su cauce o vaso, alteración al régimen hidráulico de las corrientes o afectación de su calidad, al solicitar el permiso respectivo de "La Comisión", deberán acompañar el proyecto y programa de ejecución de las obras que pretendan realizar, y demostrar que no se afecta riesgosamente el flujo de las aguas ni los derechos de terceros aguas abajo.	El promovente cumplirá estrictamente con las disposiciones del RLAN, referente a la prohibición de arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, basura, materiales, desechos o residuos que por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas (ver capítulo VI del presente documento). Asimismo, se dará cabal cumplimiento al presente lineamiento al realizar los trámites correspondientes ante la CONAGUA y cualquier autoridad correspondiente.

III.4.11 REGLAMENTO DE LA LEY FEDERAL SOBRE MONUMENTOS Y ZONAS ARQUEOLÓGICOS, ARTÍSTICOS E HISTÓRICOS

Lineamiento	Cumplimiento
En su Artículo 1° queda fijado el establecimiento de Asociaciones Civiles, Juntas Vecinales o uniones de campesinos, cuyo objeto es el auxilio de las autoridades federales en el cuidado o preservación de zonas, y también. "IV. Hacer del conocimiento de las autoridades cualquier exploración, obra o actividad que no esté autorizada por el Instituto respectivo Artículo 44º: "Cualquier obra que se realice en predios colindantes a un monumento arqueológico, artístico o histórico, deberá contar previamente con el permiso del Instituto competente y para tal efecto: I. El solicitante deberá cumplir con los requisitos establecidos en el artículo 42 de este reglamento; II. A la solicitud se acompañará dictamen de perito autorizado por el Instituto competente en el que se indicarán las obras que deberán realizarse para mantener la estabilidad y las características del monumento. Dichas obras serán costeadas en su totalidad por el propietario del predio colindante; y III. El Instituto competente otorgará o denegará el permiso en un plano no mayor de treinta días hábiles, a partir de la fecha de recepción de la solicitud".	La SCT cumplirá con la normatividad señalada en el reglamento de la Ley sobre Monumentos y Zonas Arqueológicos, Artísticos e Históricos. Debido a la colindancia con la zona arqueológica "Ocoyoacac" a la altura del Km. 24+100, se contará previamente con el permiso del Instituto correspondiente

VINCULACIÓN CON LEYES Y REGLAMENTOS ESTATALES

III.4.8. LEY AMBIENTAL DEL DISTRITO FEDERAL (LADF)

Ley publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 13 de enero de 2000. **Última reforma publicada en la Gaceta Oficial del Distrito Federal, el 27 de junio de 2013.**

El trazo del proyecto ferroviario cruza por la demarcación territorial de las Delegaciones de Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos.

La presente Ley es de orden público e interés social y tiene por objeto definir los principios mediante los cuales se habrá de formular, conducir y evaluar la política ambiental en el Distrito Federal, así como los instrumentos y procedimientos para su aplicación; regular el ejercicio de las facultades de las autoridades de la Administración Pública del Distrito Federal en materia de conservación del medio ambiente, protección ecológica y restauración del equilibrio ecológico; establecer y regular las áreas verdes, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas de competencia del Distrito Federal, así como manejar y vigilar aquellas cuya administración se asuma por convenio con la Federación, estados o municipios entre otros.

Esta ley define a las barrancas como depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas se presentan como hendiduras y sirven de refugio de vida silvestre, de cauce de los escurrimientos naturales de ríos, riachuelos y precipitaciones pluviales, que constituyen zonas importantes del ciclo hidrológico y biogeoquímico.

Tabla III.4.8.- Prohibiciones y/o restricciones de la Ley Ambiental del Distrito Federal, respecto al proyecto ferroviario.

Artículo	Cadenamiento del cruce del proyecto con la Barranca "Tacubaya"	Lineamiento	Cumplimiento
CAPÍTULO II BIS ÁREAS DE VALOR AMBIENTAL			
Artículo 90 Bis	55+265 AL 55+570 y del 55+640 AL 56+530	Las categorías de áreas de valor ambiental de competencia del Distrito Federal son: I. Bosques Urbanos, y II. Barrancas.	El proyecto ferroviario cruzará 1265 metros de la Barranca de Tacubaya. Bajo este contexto, se dará cumplimiento a la ley, reglamento y normas oficiales correspondientes.
Artículo 90 Bis 4		En el establecimiento, administración, manejo y vigilancia de las áreas de valor ambiental se aplicarán, en lo conducente, las disposiciones establecidas en el Capítulo de la presente Ley relativo a las áreas naturales protegidas.	En cumplimiento a este precepto, se aplicará, lo conducente a las disposiciones establecidas en el Capítulo III de la presente Ley relativo a las áreas naturales protegidas.
Artículo 90 Bis 6		Las prohibiciones que establece la presente Ley en relación con las áreas naturales protegidas, deberán observarse para las áreas de valor ambiental, además de la prohibición para el aprovechamiento o extracción de recursos naturales, salvo en aquellos casos que se determinen en el reglamento respectivo, observando las disposiciones de la presente Ley.	En cumplimiento a este lineamiento, se aplicará lo conducente a las prohibiciones que establece la presente Ley en relación con las áreas naturales protegidas, dado que aplicaran para las áreas de valor ambiental. Es importante señalar que el proyecto ferroviario, no tiene considerado el aprovechamiento o extracción de recursos naturales.
CAPÍTULO III ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS			
Artículo 93 Bis		Para el establecimiento de las áreas naturales protegidas deberán considerarse, al menos la presencia de ecosistemas naturales representativos, la importancia biológica o ecológica del sitio, y la importancia de los servicios ambientales generados.	El escurrimiento en la zona de la barranca Tacubaya por donde inicia el acceso del trazo ferroviario ya no existe como tal, sino que actualmente es un dren de aguas negras. La barranca se ha convertido en un sitio para vertido ilegal de basura, por lo que en sentido estricto, la situación de conservación ambiental que busca esta ley es inexistente para el tramo del 55+265 al 55+429. El proyecto pasa por la Barranca Tacubaya a partir del cadenamiento 55+265 y hasta el 56+530. La construcción del tren se adentra por la parte media de la barranca, con dirección a la presa. En el tramo que va del 55+265 al 55+950 la vegetación no se podría considerar natural sino más bien secundaria, con la presencia de arbolado como el eucalipto, casuarina, cedros y pinos;

Artículo	Cadenamiento del cruce del proyecto con la Barranca "Tacubaya"	Lineamiento	Cumplimiento
			los suelos son de tipo Feozem lúvico (INEGI 2000) presentan una notable degradación debido a la compactación que estos presentan por lo que su fertilidad se ve limitada a las zonas donde se encuentran plantados los árboles y algunas zonas de pastizales que durante la época de estiaje los dejan expuestos a los procesos erosivos. En el cadenamiento 55+950, el proyecto se dirige hacia el oeste pasando por la parte baja de la ladera norte de la barranca, donde los suelos presentan una degradación severa debido a la gran cantidad de basura y materiales de construcción (escombros) que son vertidos en esta zona, aunado a que en esta parte el proyecto pasa por la zona de captación de aguas negras (vaso regulador). A partir del cadenamiento 56+330 las aguas negras son entubadas; sin embargo la degradación edáfica se sigue presentado debido a lo antropizada que se encuentra la zona. Bajo este contexto, no existe la presencia de ecosistemas naturales representativos, la importancia biológica o ecológica del sitio, y la importancia de los servicios ambientales generados se ha degradado. Es por ello que con las medidas propuestas en el capítulo VI de este mismo estudio, se implementarán acciones de limpieza y restauración ecológica de la barranca de Tacubaya.

III.4.9. LEY DE AGUAS DEL DISTRITO FEDERAL

PUBLICADA EN LA GACETA OFICIAL DEL DISTRITO FEDERAL EL 27 DE MAYO DE 2003.

El trazo del proyecto ferroviario cruza por el vaso regulador a la altura del Km. 55+900.00 y finaliza en el Km. 56+309.80, con una longitud aproximada de 409.80 mts.

La presente Ley es de observancia general en el Distrito Federal, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto regular la gestión integral de los recursos hídricos y la prestación de los servicios públicos de agua potable, drenaje y alcantarillado, así como el tratamiento y reuso de aguas residuales.

Para los efectos de la presente Ley se entiende por:

III. Aguas de Jurisdicción del Distrito Federal.- Las que son parte integrante de los terrenos patrimonio del Gobierno del Distrito Federal, por los que corren o en los que se encuentran sus depósitos;

IV. Agua Pluvial.- La proveniente de la lluvia, nieve o granizo;

X. Deposito o Vaso.- La depresión natural o artificial de captación o almacenamiento de los escurrimientos de agua de la cuenca aportadora;

Tabla III.4.9.- Inspección y vigilancia, medidas de seguridad, sanciones que establece la Ley de Aguas del D.F.

Artículo	Lineamiento	Cumplimiento
Artículo 110	El Sistema de Aguas en los términos de este capítulo, sancionará conforme a lo previsto por esta Ley, su Reglamento y las disposiciones legales aplicables por lo siguiente: I. Explotar, usar o aprovechar aguas del Distrito Federal sin título o autorización; así como modificar o desviar los cauces o corrientes asignadas o de jurisdicción del Distrito Federal sin autorización; IV. Ocupar cuerpos receptores sin autorización del Sistema de Aguas. V. Alterar la infraestructura hidráulica autorizada sin permiso de la autoridad competente.	En cumplimiento a este precepto, se harán los trámites y solicitudes ante la autoridad correspondiente.

III.4.10. Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal (RLADF)

El presente tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley Ambiental del Distrito Federal. En su Título III, se establecen disposiciones referentes a las barrancas, mismas que a continuación se plasman:

Tabla III.4.10.- Prohibiciones y/o restricciones del Reglamento de Ley Ambiental del Distrito Federal con respecto al proyecto ferroviario.

Artículo	Cadenamientos donde cruza la "Barranca"	Lineamiento	Cumplimiento
Artículo 31	55+265 AL 55+570 y del 55+640 AL 56+530 Longitud total: 1195 metros	Quedan **prohibidos** la urbanización, los asentamientos humanos o el depósito de basura o residuos en las barrancas, cauces de ríos y arroyos sujetos a protección, preservación o restauración ecológica en los términos de la Ley. Para los efectos de este artículo se entiende por barranca, la hendedura formada en el terreno por el flujo natural del agua o por las condiciones topográficas o geológicas, cuya profundidad es mayor a cinco metros y a dos veces su anchura y su longitud es superior a cuarenta metros.	El proyecto no considera la urbanización de la zona. Contempla la construcción de una vía férrea en un viaducto elevado en una ladera de un extremo de la barranca "Tacubaya"; cuya ubicación y características de diseño se han establecido con el propósito de minimizar las afectaciones ambientales. Dentro del proceso constructivo, se tiene considerado la colocación de apoyos, en donde únicamente se harán excavaciones para la cimentación de las pilas ya que el resto de la construcción de los viaductos se realiza por medio del montaje de piezas con grúas; cuyos efectos son temporales. Asimismo se establece en el Capítulo VI de este estudio las medidas de control, mitigación, prevención, las cuales fueron diseñadas para evitar, atenuar y subsanar los posibles impactos producidos por la implementación del proyecto, de entre las que se pueden destacar las acciones de Rescate y Conservación de Suelos y la restauración ecológica; así como el retiro de materiales como escombro y basura de las laderas ocupadas por el proyecto dentro la barranca de Tacubaya, tan fuertemente deteriorada hoy en día, realizando terraceo y reforestación con especies nativas.

III.4.11. Reglamento de la Ley Ambiental del Distrito Federal (RLADF)

El presente tiene por objeto reglamentar las disposiciones de la Ley Ambiental del Distrito Federal. En su Título III, se establecen disposiciones referentes a las barrancas, mismas que a continuación se plasman:

Tabla III.4.11.- Prohibiciones y/o restricciones del Reglamento de Ley Ambiental del Distrito Federal con respecto al proyecto ferroviario.

Artículo	Cadenamientos donde cruza la "Barranca"	Lineamiento	Cumplimiento	
Artículo 31	55+265 AL 55+570 y del 55+640 AL 56+530 Longitud total: 1195 metros	Quedan **prohibidos** la urbanización, los asentamientos humanos o el depósito de basura o residuos en las barrancas, cauces de ríos y arroyos sujetos a protección, preservación o restauración ecológica en los términos de la Ley. Para los efectos de este artículo se entiende por barranca, la hendedura formada en el terreno por el flujo natural del agua o por las condiciones topográficas o geológicas, cuya profundidad es mayor a cinco metros y a dos veces su anchura y su longitud es superior a cuarenta metros.	El proyecto contempla la construcción de viaductos elevados en la zona donde cruzara la barranca "Tacubaya", con el propósito de afectar dicha área en menor proporción. Dentro del proceso constructivo, se tiene considerado, la colocación de apoyos, en donde únicamente se harán excavaciones para la cimentación de las pilas. Asimismo se establece en el Capítulo VI de este estudio las medidas de control, mitigación, prevención, las cuales fueron diseñadas para evitar, atenuar y subsanar los posibles impactos producidos por la implementación del proyecto, de entre las que se pueden destacar las acciones de Rescate y Conservación de Suelos y el Reforestación, los cuales incluyen actividades para la recuperación de los componentes ambientales de esta zona.	La promovente gestionará ante la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) la delimitación de la zona federal, por la que cruzará el proyecto ferroviario los trámites y permisos correspondientes.

III.4.12. CÓDIGO ADMINISTRATIVO DEL ESTADO DE MÉXICO

La multiplicidad de leyes administrativas, en muchos casos anacrónicas, dificultan su cabal conocimiento y debida observancia por parte de los destinatarios de la norma, y propicia falta de sistematización y congruencia del marco jurídico. Por ello, el Plan de Desarrollo 1999-2005 propuso una revisión integral de la legislación administrativa vigente en la entidad, para obtener su codificación, simplificación y modernización. La codificación consiste en dar unidad y sistematización a las instituciones y principios jurídicos en cuerpos legislativos, en los que se compilen normas regulatorias de materias afines, que permitan una mayor certeza jurídica y un fácil manejo de la ley, reduciendo a su máxima expresión el universo legislativo del Estado.

La simplificación supone que las leyes deben contener solamente las normas indispensables que se relacionen con los objetivos y fines que se persigan, dejando a los reglamentos la tarea de dar operatividad a los mismos; eliminar los trámites administrativos innecesarios, para dar mayor eficiencia y eficacia a los actos de la administración pública, certeza jurídica a los destinatarios de la norma y promover el desarrollo económico del Estado.

El código administrativo consta de una parte general y de otra especial. En la primera parte se establecen los principios generales y las prevenciones de aplicación común a los ordenamientos que se codifican; y, en la segunda, se contiene la recopilación sistematizada de las leyes que presiden la actividad administrativa, agrupadas por materias y sectores de las entidades de la administración pública estatal.

En el Libro Quinto, se redefinen los ámbitos de competencia de las autoridades estatales y municipales, para transferir a estas últimas las nuevas funciones que les atribuye el artículo 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. En este sentido, se consignan las atribuciones de los municipios para expedir licencias de uso del suelo y autorizar los cambios de uso del suelo, de densidad e intensidad de su aprovechamiento y de la altura máxima permitida.

Se establece el dictamen de impacto regional, como un requisito para obtener la autorización municipal, tratándose de usos que produzcan un impacto significativo sobre la infraestructura y equipamiento urbanos y los servicios públicos previstos para una región o para un centro de población en relación con su entorno regional.

Se reestructura el sistema estatal de planes de desarrollo urbano, y al efecto se sustituyen los planes regionales metropolitanos por los regionales, con el propósito de integrar en estos instrumentos, regiones ubicadas fuera de las zonas metropolitanas; se suprimen los planes de centros de población estratégicos; y se faculta al Ejecutivo del Estado y a los municipios para que, en el ámbito de su competencia, formulen, aprueben y modifiquen sus respectivos planes.

Destacan en cuanto a su aplicación al presente proyecto, los siguientes criterios, Tabla III.4.12.

Tabla III.4.12. Vinculación con el proyecto.

Lineamiento	Propuesta de cumplimiento
Artículo 5.55.- El uso y aprovechamiento con fines urbanos o la edificación en cualquier predio ubicado en la entidad, requerirá licencia de uso del suelo de conformidad con lo dispuesto en este Libro.	El presente proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se tramitará la licencia de uso del suelo según corresponda y se sujetará a lo establecido en los planes de desarrollo urbano, así como a las previsiones y normatividad en todas las materias aplicables de competencia estatal.
Artículo 5.57.- El cambio de uso del suelo, de densidad, del coeficiente de ocupación, del coeficiente de utilización y de altura de edificaciones de un lote o predio, no constituirá modificación al respectivo plan municipal de desarrollo urbano. Solo se autorizará el cambio pretendido cuando concurran los supuestos siguientes: **I.** El predio o lote se ubique en un área urbana o urbanizable; **II.** El uso o aprovechamiento solicitado sea compatible con los usos o aprovechamientos previstos en la zona y no altere las características de la estructura urbana y de su imagen; **III.** Se recabe previamente la opinión favorable de la Comisión de Planeación para el Desarrollo Municipal. En caso de no estar instalada tal Comisión, la autoridad encargada del desarrollo urbano municipal y previo dictamen técnico que elabore, emitirá su opinión; y **IV.** Tratándose de cambios a usos del suelo de impacto regional, se requerirá de dictamen de impacto regional y demás requisitos que establezca la reglamentación de este Libro. Cuando se trate de cambios a usos de suelo de impacto regional, los municipios deberán remitir al Sistema Estatal dentro de los quince días hábiles siguientes a la fecha de la emisión, copia certificada de las autorizaciones de cambio de uso del suelo, de densidad, de los coeficientes de ocupación y utilización del suelo y de altura de edificaciones que hayan expedido.	El presente proyecto es congruente con este criterio en virtud de que el promovente realizará los trámites correspondientes para el cambio de uso de suelo en las áreas que así lo requieran.

Conclusión

El proyecto es congruente con lo establecido por este código administrativo, sin embargo, al igual que en el caso del Distrito Federal, deberá contar con los permisos y autorizaciones correspondientes, de las autoridades estatales y municipales.

III.4.13 CÓDIGO DE LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO

Este instrumento se vinculó en el apartado III.3. Relacionado con la ANP Parque Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla, sin embargo es de aplicación para las obras y actividades del Proyecto relacionadas con las disposiciones de este instrumento.

III.4.14. Reglamento del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México

El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar las disposiciones del Libro Segundo del Código para la Biodiversidad del Estado de México, relativo a la conservación ecológica y protección al ambiente para el desarrollo sustentable, ver Tabla III.4.13.

Tabla III.4.13. Vinculación con el Proyecto.

Lineamiento	Propuesta de cumplimiento
Artículo 145. Cuando el promotor requiera del **cambio de uso del suelo** para llevar a cabo una obra o actividad industrial, comercial y de servicios, deberá presentar a la Secretaría en forma conjunta con el informe previo y/o la manifestación de impacto ambiental el estudio de riesgo para su análisis y evaluación.	El presente proyecto es congruente con este criterio en virtud de que el promovente realizará los trámites correspondientes para el cambio de uso de suelo en las áreas que así lo requieran, para la realización de la obra.
Artículo 218. En las Áreas Naturales Protegidas, **salvo que se cuente con la autorización o permiso correspondiente, se prohíbe**: I. El **cambio de uso de suelo**; III. El aprovechamiento de material pétreo; IV. La **alteración o destrucción** por cualquier medio o acción de los sitios de alimentación, anidación, refugio o reproducción de las especies silvestres; VII. La **apertura de nuevos senderos, brechas o caminos**;	El proyecto es congruente con este criterio, en virtud de que se recabará la autorización correspondiente para las actividades que dicho criterio señala.
Artículo 246. Estarán obligados a restaurar el suelo, subsuelo, mantos acuíferos y demás recursos naturales afectados quienes, por cualquiera que sea la causa, los contaminen o deterioren; dicha restauración deberá llevarse a cabo de acuerdo al Código y a este	El proyecto es congruente con este criterio, en virtud de que se tienen contemplados en las medidas de mitigación diversos programas de Reforestación y restauración de las condiciones ambientales para minimizar los impactos ambientales que se puedan

Lineamiento	Propuesta de cumplimiento
reglamento.	generar.
Artículo 338. Quedan prohibidos: I. Los tiraderos a cielo abierto; II. La quema a cielo abierto; y, III. La disposición inadecuada de los residuos sólidos municipales, domésticos o urbanos a los sistemas de drenaje y alcantarillado, las redes colectoras de cuencas, cauces, vasos y demás depósi tos o corrientes de agua.	El proyecto es congruente con este criterio, en virtud de que la disposición de los residuos será apegada a los planes de manejo autorizados, no se realizarán quemas a cielo abierto.
Artículo 353. Cuando en la misma fuente se generen residuos peligrosos además de otros tipos de residuos industriales, el generador deberá: I. Manejar los residuos por separado; II. Llevar los controles relativos a la generación, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos generados según las normas aplicables; y, III. Facilitar la realización de las inspecciones que ordene la Secretaría para verificar el cumplimiento de las disposiciones del presente reglamento o en su carácter de auxiliar de las autoridades Federales.	El proyecto es congruente con este criterio, en virtud de que se dará cumplimiento a lo establecido en las acciones para el tratamiento de residuos, conforme lo dispongan las autoridades competentes.
Artículo 362. Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica, olores, vapores, gases y la generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las Normas Oficiales Mexicanas y en los criterios y normas estatales que para ese efecto se expidan, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano, de contaminación en el ambiente que se determinen. La Secretaría y las autoridades de los municipios del Estado de México, en términos de lo dispuesto por en el Código y los ordenamientos municipales, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y aplicarán las sanciones correspondientes. En la construcción de obras o instalaciones que generen energía térmica o lumínica, ruido o vibraciones, así como en la operación o funcionamiento de las existentes, llevarse a cabo acciones preventivas y correctivas para evitar los efectos nocivos de tales contaminantes en el equilibrio ecológico y el ambiente.	El presente proyecto es congruente con este criterio en virtud de que el promovente cuidará de no realizar ninguna emisión fuera de los límites máximos permitidos por las normas oficiales y la legislación aplicable.

CONCLUSION

El proyecto es congruente con lo establecido por este reglamento, puesto que se tramitarán los permisos requeridos, se cumplirá con los programas de manejo de residuos y se evitarán las emisiones a la atmósfera fuera de los niveles máximos permisibles por las Normas Oficiales Mexicanas y la legislación aplicable.

III.4.15. Reglamento del Libro Cuarto del Código para la Biodiversidad del Estado de México.

Este Reglamento es de orden público e interés social, su aplicación de observancia general en el Estado de México y tiene por objeto reglamentar las disposiciones del Libro Cuarto en Materia de Prevención y Gestión Integral de Residuos del Código para la Biodiversidad del Estado de México. En lo que se refiere a residuos sólidos urbanos y de manejo especial y su aplicación compete al Ejecutivo del Estado a través de la Secretaría del Medio Ambiente. Ver su vinculación en la Tabla III.4.14.

Tabla III.4.14. Vinculación con el proyecto.

Lineamiento	Propuesta de cumplimiento
Artículo 6. Los residuos sólidos de manejo especial, deberán ser transportados por el generador o usuario, contratado para tal fin y serán depositados en los rellenos sanitarios autorizados.	El proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se cumplirá con lo dispuesto por las acciones para el manejo integral de residuos, conforme a la legislación aplicable.
Artículo 16. Los generadores de residuos de manejo especial y agropecuarios; deberán depositarlos en los rellenos sanitarios autorizados por la Secretaría, previo pago de las tarifas correspondientes.	El proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se cumplirá con ello.
Artículo 18. Los sistemas de separación de residuos sólidos urbanos y de manejo especial podrán realizarla en tres diferentes categorías: I. Reciclables limpios y secos: Todos aquellos materiales de desecho que se pueden guardar limpios y secos, sin importar de que material sean. II. Orgánicos: Desechos biodegradables derivados de la preparación y consumo de alimentos y del mantenimiento de jardines, áreas verdes, corrales y huertas. III. Sucios, Tóxicos y Sanitarios: Desechos difíciles de manejar por estar sucios, ser tóxicos o provenir de sanitarios.	El proyecto es congruente con este criterio en virtud de que se realizará la separación correspondiente en la fuente generadora conforme a la clasificación y categorización contemplada.
Artículo 25. Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales no peligrosos o residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no excedan de un metro cúbico, los generadores o responsables de la etapa de manejo respectiva, deberán aplicar de manera inmediata acciones para minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio y anotarlo en sus bitácoras. Estas acciones deberán estar contempladas en sus respectivos programas de prevención y atención de contingencias o emergencias ambientales o accidentes.	El proyecto es congruente con este criterio en virtud de que para el caso de derrame, descarga o vertido accidental, se aplicarán inmediatamente las acciones correspondientes para minimizar su dispersión.
Artículo 26. Cuando por caso fortuito o fuerza mayor se produzcan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos de materiales no peligrosos o residuos sólidos urbanos o de manejo especial, en cantidad mayor a la señalada en el artículo anterior, durante cualquiera de las operaciones que comprende su manejo integral, el responsable del material no	El proyecto es congruente con este criterio en virtud de que para el caso de derrame, descarga o vertido accidental, se aplicarán inmediatamente las acciones correspondientes para minimizar su dispersión, y en caso de que la cantidad sea mayor a un metro cúbico, se dará aviso a la autoridad correspondiente.

Lineamiento	Propuesta de cumplimiento
peligroso o el generador de los residuos y, en su caso, la empresa que preste el servicio deberá: I. Ejecutar medidas inmediatas para contener los materiales o residuos liberados, minimizar o limitar su dispersión o recogerlos y realizar la limpieza del sitio; II. Avisar de inmediato a la Procuraduría y a las autoridades competentes, que ocurrió el derrame, infiltración, descarga o vertido de materiales no peligrosos o residuos sólidos urbanos y de manejo especial; III. Ejecutar las medidas que les hubieren impuesto la autoridad competente, y IV. En su caso, iniciar los trabajos de caracterización del sitio contaminado y realizar las acciones de remediación correspondientes.	

CONCLUSION

El proyecto es congruente con lo establecido por este reglamento, puesto que se tramitarán los permisos requeridos, se cumplirá con los programas de manejo integral de residuos, cumpliendo con lo dispuesto por la normatividad respecto de la separación, reducción, reciclaje, acopio, almacenaje, transporte y disposición final.

III.4.16. LEY DEL AGUA PARA EL ESTADO DE MÉXICO

Esta ley tiene por objeto normar la explotación, uso, aprovechamiento, administración, control y suministro de las aguas de jurisdicción estatal y municipal y sus bienes inherentes, para la prestación de los servicios de agua potable, drenaje y alcantarillado, saneamiento, y tratamiento de aguas residuales, su reuso y la disposición final de sus productos resultante (sic).

A continuación se presenta la siguiente tabla, en la que se muestra la vinculación jurídica de la presente ley. Ver su vinculación en la tabla III.4.15).

Tabla III.4.15 Vinculación con el proyecto.

Lineamiento	Vinculación
Artículo 76.- El municipio o, en su caso, el organismo operador determinará la factibilidad de otorgamiento del servicio de agua potable a nuevos fraccionamientos, conjuntos habitacionales, comerciales, industriales, mixtos o de otro uso, así como en los casos de ampliación o modificación del uso o destino de inmuebles, previo la satisfacción de los requisitos que para ello señala el Reglamento de esta Ley, y considerando la infraestructura hidráulica para su prestación y la disponibilidad del agua. La Comisión emitirá el dictamen de congruencia respectivo, que incluirá la determinación de si el predio tiene vocación inundable. En el caso de otorgamiento de factibilidad, el municipio o, en su caso, el organismo operador determinará y, en su caso, aprobará, y supervisará, en los términos del Reglamento, las obras necesarias para la prestación del servicio a cargo del desarrollador, mismas que se considerarán para el cálculo del cobro de conexión a la red de distribución correspondiente, o en su caso condicionar la factibilidad al desarrollo de la infraestructura. Para el otorgamiento de la factibilidad, el municipio o, en su caso, el organismo operador, deberá verificar que el desarrollo habitacional, no se encuentre en un predio cuya vocación natural sea inundable, en cuyo caso deberá negar la factibilidad o condicionarla a que se realicen las obras necesarias para evitar la inundación, conforme al procedimiento que determine la Comisión.	El Proyecto del Tren es congruente con este artículo de la Ley del Agua para el Estado de México, pues previo al inicio de obras y operación del proyecto, se someterá la autorización para la factibilidad de otorgamiento de serifio de agua potable. Por lo que no existe impedimento para su autorización.
Artículo 79.- Están obligados a contratar y pagar los servicios de drenaje y alcantarillado:	El Proyecto del Tren es congruente con esta Ley del Agua para el Estado de México, en virtud de que previo al inicio de obras y operación del proyecto, se

I. Los usuarios del servicio de agua potable en sus distintos usos; y **II.** Los propietarios o poseedores de inmuebles con aprovisionamientos de agua obtenidos de fuente distinta a la red de distribución, que requieran del sistema de drenaje y alcantarillado para la descarga de sus aguas residuales. Las condiciones a que deberán sujetarse los usuarios para la prestación de los servicios de drenaje y alcantarillado, serán las mismas que en esta Ley y su Reglamento se señalan para la prestación del servicio de agua potable, en lo aplicable.	requerirá a la autoridad

Conclusión

El Proyecto Ferroviario no presenta inconveniente con esta Ley del Agua para el Estado de México, pues resulta congruente, toda vez que se tiene contemplado la construcción de estaciones, las cuales requerirá la dotación de servicios tanto de agua potable como de drenaje y alcantarillado. Por lo anterior previo al inicio de obras y operación del proyecto

III.4.17. LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO FEDERAL

Publicada el 22 de abril de 2003 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

La presente Ley es de observancia en el Distrito Federal, sus disposiciones son de orden público e interés social, y tiene por objeto regular la gestión integral de los residuos sólidos considerados como no peligrosos, así como la prestación del servicio público de limpia.

A continuación se presenta la siguiente tabla, en la que se muestra la vinculación jurídica de la presente ley. Ver su vinculación en la Tabla III.4.16

Tabla III.4.16. Vinculación del proyecto con las disposiciones de esta Ley estatal.

Lineamiento	Vinculación
Artículo 24. Es responsabilidad de toda persona, física o moral, en el Distrito Federal: I. Separar, reducir y evitar la generación de los residuos sólidos; II. Barrer diariamente las banquetas, andadores y pasillos y mantener limpios de residuos sólidos los frentes de sus viviendas o establecimientos industriales o mercantiles, así como los terrenos de su propiedad que no tengan construcción, a efecto de evitar contaminación y molestias a los vecinos; III. Fomentar la reutilización y reciclaje de los residuos sólidos; IV. Cumplir con las disposiciones específicas, criterios, normas y recomendaciones técnicas; V. Almacenar los residuos sólidos con sujeción a las normas sanitarias y ambientales para evitar daño a terceros y facilitar la recolección; VI. Poner en conocimiento de las autoridades competentes las infracciones que se estimen se hubieran cometido contra la normatividad de los residuos sólidos; y VII. Las demás que establezcan los ordenamientos jurídicos aplicables.	El Proyecto Ferroviario es congruente con esta disposición, en virtud de que dentro de las acciones a emplear para la construcción y operación del proyecto, se va a separar los residuos sólidos, se fomentara su reciclaje, almacenamiento y disposición final mediante la aplicación de un Programa de Manejo Integral de Residuos. Por lo anterior el proyecto resulta congruente con esta Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal (Ley).
Artículo 25. Queda prohibido por cualquier motivo: I. Arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas, y en general en sitios no autorizados, residuos sólidos de cualquier especie; III. Quemar a cielo abierto o en lugares no autorizados, cualquier tipo de los residuos sólidos; IV. Arrojar o abandonar en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de aguas superficiales o subterráneas, sistemas de drenaje, alcantarillado o en fuentes públicas, residuos sólidos de cualquier especie; VI. Instalar contenedores de los residuos sólidos en lugares no autorizados; VIII. Fomentar o crear basureros clandestinos; IX. Confinar residuos sólidos fuera de los sitios destinados para dicho fin en parques, áreas verdes, áreas de valor ambiental, áreas naturales protegidas, zonas rurales o áreas de conservación ecológica; X. Tratar térmicamente los residuos sólidos recolectados, sin considerar las disposiciones jurídicas aplicables; XI. Diluir o mezclar residuos sólidos o industriales peligrosos en cualquier líquido y su vertimiento al sistema de alcantarillado, a cualquier cuerpo de agua o sobre suelos con o sin cubierta vegetal; XI BIS. Que se entreguen para transportación, carga o traslado del consumidor final a título gratuito, de manera onerosa, o con motivo de cualquier acto comercial, bolsas de plástico que no estén sujetas a los criterios y normas para la producción y el consumo sustentable, señalados en la fracción XI del artículo 6º de la presente ley; XII. Mezclar residuos peligrosos con residuos sólidos e	El Proyecto Ferroviario es congruente con este precepto de la Ley, toda vez que para dar cumplimiento a lo ordenado, previa gestión con las autoridades locales, se van a poner contenedores para los residuos sólidos, separándolos desde su generación de origen por orgánicos e inorgánicos, así como de los peligrosos e industriales No se depositaran o descargaran, los residuos generados, en lotes baldíos, a cielo abierto o en cuerpos de agua, áreas verdes y de valor ambiental, ni se quemaran, pues como se menciona líneas arriba, se les dará el tratamiento señalado por la Ley. Solo se confinaran los residuos sólidos, así como los líquidos, en los lugares previamente autorizados por la autoridad local. Por lo anterior con las acciones propuestas en esta manifestación de impacto ambiental, se estaría protegiendo el ambiente, por lo que el proyecto es congruente con dicha disposición.

Lineamiento	Vinculación
industriales no peligrosos; XIII. Confinar o depositar en sitios de disposición final residuos en estado líquido o con contenidos líquidos que excedan los máximos permitidos por las normas oficiales mexicanas o las normas ambientales del Distrito Federal; y XIV. Utilizar envases que hayan contenido sustancias tóxicas con fines distintos para los que fueron creados, como almacenar o trasportar productos para consumo humano. Las violaciones a lo establecido en este artículo se sancionarán de conformidad con lo dispuesto en esta Ley, sin perjuicio de lo establecido en la Ley de Justicia Cívica del Distrito Federal y demás ordenamientos jurídicos aplicables.	
Artículo 33. Todo generador de residuos sólidos debe separarlos en orgánicos e inorgánicos, dentro de sus domicilios, empresas, establecimientos mercantiles, industriales y de servicios, instituciones públicas y privadas, centros educativos y dependencias gubernamentales y similares. Estos residuos sólidos, deben depositarse en contenedores separados para su recolección por el servicio público de limpia, con el fin de facilitar su aprovechamiento, tratamiento y disposición final, o bien, llevar aquellos residuos sólidos valorizables directamente a los establecimientos de reutilización y reciclaje. El Reglamento definirá la subclasificación que deberá aplicar para la separación obligatoria de residuos sólidos, con base a las disposiciones del presente artículo para cada una de las clasificaciones establecidas, así como para los distintos tipos de generadores.	El Proyecto Ferroviario es congruente con ordenado en este artículo, toda vez que dentro de las acciones propuestas en este manifestación de impacto ambiental, y previa autorización de las autoridades, está la de poner contenedores para separar los residuos sólidos en orgánicos e inorgánicos, para que después sean entregados al servicio público de limpia o en su caso se realice la contratación de una empresa privada que se ocupe de su recolección y disposición final de forma correcta. Con lo anterior se cumplirá con lo ordenado en este artículo, por lo que el proyecto no contraviene con él.
Artículo 38. Todo generador de los residuos sólidos tiene la obligación de entregarlos al servicio de limpia. El servicio de recolección domiciliaria en casa habitación, unidades habitacionales y demás edificaciones destinadas a vivienda, así como los establecimientos mercantiles considerados como contribuyentes de ingresos menores, se realizará de manera gratuita. Los establecimientos mercantiles y de servicios distintos a los establecidos en el párrafo anterior, empresas, fábricas, tianguis, mercados sobre ruedas autorizados, mercados públicos, centros de abasto, concentraciones comerciales, industrias y similares, así como las dependencias y entidades federales, que generen residuos sólidos en alto volumen, deberán pagar las tarifas correspondientes por los servicios de recolección y recepción de residuos sólidos que establece el Código Financiero del Distrito Federal.	Para dar cumplimiento a lo ordenado en este artículo y como una de las acciones propuestas en esta manifestación de impacto ambiental, está la de colocar contenedores en donde se acopien los residuos sólidos, para que después sean entregados el servicio público de limpia o empresa privada para su tratamiento y disposición final de forma correcta. Asimismo se cubrirán los costos correspondientes, por la prestación de dicho servicio. Por lo anterior el Proyecto No contraviene con esta disposición.
Artículo 49. Los residuos sólidos que no puedan ser tratados por medio de los procesos establecidos por esta Ley, deberán ser enviados a los sitios de disposición final.	Para dar cumplimiento a lo ordenado en este artículo y previa autorización por parte de las autoridades, los residuos sólidos que no puedan ser reutilizados en la misma obra, se enviaran a los sitios de disposición final autorizados para su confinamiento definitivo. Por lo anterior el Proyecto No contraviene con esta disposición.

Lineamiento	Vinculación
Artículo 65. Es responsabilidad de toda persona que genere y maneje residuos sólidos, hacerlo de manera que no implique daños a la salud humana ni al ambiente. Cuando la generación, manejo y disposición final de los residuos sólidos produzca contaminación del suelo, independientemente de las sanciones penales o administrativas que procedan, quien preste el servicio está obligado a: I. Llevar a cabo las acciones necesarias para restaurar y recuperar las condiciones del suelo, de acuerdo a lo establecido en las disposiciones jurídicas aplicables; y II. En caso de que la recuperación o restauración no fueran factibles, a indemnizar por los daños causados a terceros o al ambiente de conformidad con la legislación aplicable.	El Proyecto del Tren, dará cumplimiento a lo ordenado por este precepto, pues previa autorización de las autoridades, se instalaran contenedores de residuos sólidos, para separar, darles su adecuado tratamiento y disposición final. Con lo anterior se evitara incurrir en responsabilidades administrativas y penales. Por lo anterior el Proyecto No contraviene con esta disposición.

REGLAMENTO DE LA LEY DE RESIDUOS SÓLIDOS DEL DISTRITO FEDERAL.

Publicado el 7 de octubre de 2008 en la Gaceta Oficial del Distrito Federal.

El presente ordenamiento es de orden público e interés general y tiene por objeto reglamentar la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal en materia de gestión integral de residuos sólidos no peligrosos y servicio de limpia.

A continuación se presenta la siguiente tabla, en la que se muestra la vinculación jurídica del presente Reglamento. Ver su vinculación en la tabla III.4.17.

Tabla III.4.17 Vinculación del proyecto con este Reglamento.

Lineamiento	Vinculación
Artículo 11. La propiedad y responsabilidad del manejo de los residuos sólidos corresponde al generador, la cual sólo se transfiere a la Secretaría de Obras, a la Delegación o a las personas físicas o morales autorizadas, según corresponda, al momento de depositarlos en los contenedores o papeleras dispuestas para el efecto o en los sitios autorizados por la autoridad competente, o bien, al entregarlos al servicio de limpia y recolección, siempre que ello se ajuste a los lineamientos señalados en los Programas de Prestación del Servicio Público de Limpia de competencia de la Secretaría de Obras y de las Delegaciones y se trate de residuos sólidos separados. Quedan exceptuados de la anterior disposición los residuos considerados como peligrosos por la normatividad aplicable en la materia.	En este sentido el Proyecto Ferroviario tiene contemplado, como una de sus acciones y previa autorización de las autoridades, instalar contenedores de disposición de residuos sólidos, para separarlos, darles su tratamiento y disposición final mediante la implementación de un Programa de Manejo Integral de Residuos. Asimismo dichos residuos serán entregados al servicio de limpia y recolección o a una empresa privada contratada para tal fin. Por lo anterior el Proyecto No contraviene con esta disposición.
Artículo 12. Los establecimientos industriales, mercantiles y de servicios que estén obligados a presentar planes de manejo, de acuerdo a los artículos 22, 23, 32, 55 y 59 de la Ley, se clasificarán	

Lineamiento	Vinculación
con base en las siguientes categorías: **Categoría Volumen y tipo de generación** A Más de 1000 kg al día de residuos. B Entre 500 y 1000 kg al día de residuos. C Entre 250 kg y menos de 500 kg al día de residuos. D Entre 50 y menos de 250 kg al día de residuos. RE Residuos de manejo especial ERR Empresa que se dedica a reutilizar o reciclar residuos sólidos.	
Artículo 13. Los generadores de residuos obligados a presentar planes de manejo, realizarán el trámite a través de la Secretaría, quien los revisará, evaluará y emitirá, en su caso, la autorización correspondiente.	El Proyecto Ferroviario es congruente con lo ordenado en este artículo, pues previo al inicio de obras y operación del servicio, se presentaran los planes de manejo de residuos sólidos ante la SEMARNAT (para los residuos de competencia federal) y ante la Secretaría del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal (para los residuos de competencia estatal), para su evaluación, dictaminarían y autorización. Por lo anterior el Proyecto No contraviene con esta disposición.
Artículo 42. Sin perjuicio de lo previsto en las Normas Ambientales aplicables, para el transporte y depósito de residuos de la construcción, se procederá de la manera siguiente: I. La Secretaría de Obras determinará los sitios de recepción de residuos de la construcción; II. Los sitios autorizados expedirán al transportista o a la persona física o moral que deposite residuos de la construcción en su predio, un sello o comprobante del depósito de residuos realizado, mismo que servirá para demostrar el cumplimiento de la obligación señalada en el artículo 26 de la Ley; III. Los sitios autorizados deberán recibir exclusivamente residuos de la construcción limpios que no contengan residuos sólidos urbanos, otros residuos de manejo especial o peligrosos; IV. Las personas físicas o morales que generen o transporten más de 7m^3 de residuos al día, deberán solicitar previamente su recepción en las instalaciones o sitios autorizados, especificando en su solicitud los vehículos en que se llevará a cabo el traslado de los residuos y cumpliendo en su caso con el pago de derechos previsto en el Código Financiero del Distrito Federal; V. Los transportistas o la persona física o moral que pretenda depositar residuos de la construcción en el sitio de recepción determinado por la Secretaría de Obras, al momento de acudir al sitio y previo al depósito, deberá entregar al responsable del sitio la carta responsiva correspondiente; y VI. Las personas físicas o morales que generen o transporten hasta 7m^3 de residuos al día, podrán depositar los residuos en los sitios o instalaciones autorizadas, sin previo aviso; tratándose de instalaciones o sitios pertenecientes al Gobierno del Distrito Federal, se deberá realizar el pago de derechos correspondientes, de conformidad con el Código Financiero del Distrito Federal.	Sobre el particular, previo al inicio de las obras se tramitarán ante la Secretaria del Medio Ambiente del Gobierno del Distrito Federal, los permisos y autorizaciones para la disposición de residuos de la construcción, así como las cantidades autorizadas. Tal y como se ha mencionado líneas arriba, previo al inicio de obras y operación del proyecto, se colocaran contenedores para separar los residuos, con el objeto de cumplir con lo ordenado en este Reglamento de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, e impedir se mezclen. Por lo anterior el Proyecto No contraviene con esta disposición.

III.5. NORMAS REGULATORIAS

III.5.1. NORMAS OFICIALES MEXICANAS

Las normas oficiales mexicanas contienen los estándares mínimos o máximos que deben observarse en el desarrollo de actividades productivas. Se rigen por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y son en consecuencia, de aplicación nacional y obligatoria. A continuación se enlistan aquellas que son aplicables y de que deben ser observadas en determinadas acciones y situaciones del presente proyecto.

Tabla III.5.1.- Vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas, Federales.

NORMA	Lineamiento	Cumplimiento
NOM-001-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales.	En el caso de requerir realizar descargas en aguas y bienes nacionales, el promovente y/o la empresa constructora cumplirán con lo establecido en esta norma, además de contar con los permisos correspondientes de la Comisión Nacional del Agua.
NOM-002-SEMARNAT-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	En el caso de requerir verter aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, el promovente y/o la empresa constructora deberán cumplir con lo establecido en esta NOM, además de contar con los permisos correspondientes de las autoridades locales.
NOM-041-SEMARNAT-2006	Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. Esta Norma 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. Es automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor a de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor de vehículos 400 kgs, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera.	En cumplimiento a lo que establece esta norma oficial, los propietarios, poseedores o conductores de vehículos automotores a los que les sea aplicable, deberán presentarlos a evaluación de sus emisiones contaminantes en los Centros de Verificación y en su caso en las Unidades de Verificación acreditadas y aprobadas, de acuerdo al calendario y con los documentos que establezca el programa de verificación vehicular que le corresponda y que para tal efecto emitan las autoridades ambientales.
NOM-052-SEMARNAT-2005	Establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de	El promovente o la empresa constructora darán el debido cumplimiento a esta

NORMA	Lineamiento	Cumplimiento
	los residuos peligrosos. Esta norma establece el procedimiento para identificar si un residuo es peligroso, incluye los listados y las características que hacen que se consideren como tales. Los residuos peligrosos en cualquier estado físico, por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas y biológico-infecciosas y por su forma de manejo pueden representar un riesgo para el equilibrio ecológico, el ambiente y la salud de la población en general, por lo que es necesario determinar los criterios, procedimientos, características y listados que los identifiquen. Los avances científicos y tecnológicos y la experiencia internacional sobre la caracterización de los residuos peligrosos han permitido definir como constituyentes tóxicos ambientales, agudos y crónicos a aquellas sustancias químicas que son capaces de producir efectos adversos a la salud o al ambiente.	norma. Serán los responsables del debido manejo a todas aquellas sustancias y materiales que en base al procedimiento establecido en esta NOM, los listados que contiene y las disposiciones de la LGPGIR, sean identificados como residuos peligrosos por tener características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o biológico-infeccioso.
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. Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes, así como establecer los criterios de inclusión, exclusión o cambio de categoría de riesgo para las especies o poblaciones, mediante un método de evaluación de su riesgo de extinción y es de observancia obligatoria en todo el Territorio Nacional, para las personas físicas o morales que promuevan la inclusión, exclusión o cambio de las especies o poblaciones silvestres en alguna de las categorías de riesgo, establecidas. Las categorías de riesgo establecidas en esta NOM son: Probablemente extinta en el medio silvestre (E); en peligro de extinción (P); amenazadas (A); y sujetas a protección especial (Pr).	Durante los trabajos realizados en campo a lo largo del trazo del ferrocarril, no se registró ninguna especies de flora y fauna bajo estatus; no obstante, a nivel del polígono del SAR, están reportadas 2 especies de flora con la categoría de amenazada y protección especial. En cuanto a fauna, 1 anfibio (amenazada), 6 reptiles (3 amenazadas y 3 en protección especial) y 2 aves (amenazada y protección especial). En caso de encontrar alguna especie bajo estatus se implementarán las medidas de prevención, control y mitigación enfocadas a la conservación y protección de especies incluidas en esta Norma, así como de otras especies silvestres y que podrían presentarse en la zona del Proyecto. Para lo cual dentro del Capítulo VI de este documento se desarrollan de forma detallada.
NOM-080-SEMARNAT-1994	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición. La presente NOM se aplica a vehículos automotores de acuerdo a su peso bruto vehicular, motocicletas y triciclos motorizados que circulan por las vías de comunicación terrestre, exceptuando los tractores para uso	El promovente o la empresa constructora vigilarán que los vehículos a los que se refiere esta NOM, y que sean utilizados en el presente proyecto, en cualquiera de sus etapas, cumplan con lo establecido en ella y no rebasen los límites máximos permisibles de ruido.

NORMA	Lineamiento	Cumplimiento
	agrícola, trascabos, aplanadoras y maquinaria pesada para la construcción y los que transitan por riel.	
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 los límites máximos permisibles de emisión de ruido que genera el funcionamiento de las fuentes fijas y el método de medición por el cual se determina su nivel emitido hacia el ambiente. Se aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública.	Esta norma establece que los límites máximos permisibles del nivel sonoro emitido son los siguientes: De 6:00 a 22:00 horas, 68 dB De 22:00 a 6:00 horas, 65dB Por lo anterior, el promovente instruirá a la empresa constructora para que los límites que esta norma oficial establece, no sean rebasados. Se hará uso de Tapiales en zonas urbanas que aíslen los ruidos durante toda la obra. Los trabajadores harán uso de Tapones auditivos.
NOM-138-SEMARNAT/SS-2003	Que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Esta NOM es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para quienes resulten responsables de la contaminación con hidrocarburos en suelos.	El promovente o la empresa constructora, en caso de un derrame o fuga accidental de hidrocarburos en el suelo, implementarán las acciones y medidas de urgente aplicación, procederán a la caracterización y remediación del sitio, en concordancia con esta NOM y la legislación ambiental aplicable.

III.5.2. NORMAS ESTATALES

Existen diversas Normas Técnicas Ambientales, que ha publicado el Gobierno del Estado de México, con el propósito de fomentar la preservación y protección del medio ambiente, las cuales rigen diversas actividades humanas, al aplicarse a diferentes procesos productivos, comerciales y de servicios. A continuación se presentan las aplicables al proyecto bajo estudio.

Clave de la Norma	Fecha de publicación en Gaceta	Descripción	Cumplimiento del Proyecto
NTEA-005-SMA-RN-2005	2006-01-17	Que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el desarrollo de acciones y usos compatibles sustentables en las áreas naturales protegidas del Estado de México	El proyecto dará cabal cumplimiento a este precepto, acatará las especificaciones y criterios de observancia para el desarrollo de acciones y usos compatibles dentro de las áreas naturales protegidas. Mediante la presentación de esta MIA-R ante la autoridad, se pretende obtener la autorización ambiental correspondiente, asimismo se establece que en el Capítulo VI de este estudio la descripción ampliamente de las medidas de, control, mitigación y prevención, las cuales fueron diseñadas para evitar, atenuar y subsanar los posibles impactos producidos por la implementación del proyecto, de entre las que se pueden destacar las acciones de Rescate y Conservación de Suelos y el Reforestación, los cuales incluyen actividades para la recuperación de los componentes ambientales existentes.
NTEA-009-SMA-RN-2008	2009-01-26	Que establece las especificaciones y criterios que deben observarse para el uso, conservación y restauración de suelos en áreas naturales protegidas del Estado de México	El proyecto previo a las actividades de preparación del terreno, dará cumplimiento a esta norma, mediante criterios y estrategias específicas para el rescate y conservación del suelo existente dentro de las áreas naturales protegidas; éste suelo será reutilizado en las acciones de reforestación, las cuales incluyen actividades para la recuperación de los componentes ambientales existentes. Asimismo en el Capítulo VI de este estudio se establece una descripción amplia de las medidas de, control, mitigación y prevención, las cuales fueron diseñadas para evitar, atenuar y subsanar los posibles impactos producidos por la implementación del proyecto. En contexto, a través de la presentación de esta MIA-R ante la SEMARNAT, se pretende obtener la autorización ambiental correspondiente.
NTEA-011-SMA-RS-2008	2009-05-21	Que establece los requisitos para el manejo de los residuos de la construcción para el Estado de México.	Se mantendrá el cumplimiento de esta Norma en las primeras etapas de implementación del Proyecto (preparación del sitio y construcción), con el objeto de minimizar su generación. Se implementará un Programa de Manejo de Residuos que incluye los Residuos Sólidos Urbanos, los Residuos Materiales de construcción y los Residuos Peligrosos. En relación con los que sean residuos de la construcción se promoverá su reuso cuando aplique; asimismo estos residuos se acopiarán en lugares específicos designados para este fin, siempre dentro de las superficies del proyecto para que sean almacenados de forma temporal y que posteriormente de acuerdo a su volumen puedan ser recogidos ya sea por el servicio de limpia local previa gestión con esta dependencia o en su caso por una empresa privada contratada para que les proporcione algún tratamiento o los confine de forma definitiva en un sitio de disposición final adecuado.

Clave de la Norma	Fecha de publicación en Gaceta	Descripción	Cumplimiento del Proyecto
NTEA-013-SMA-RS-2011	2011-09-28	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	El promovente o la empresa constructora darán el debido cumplimiento a esta norma. Serán los responsables de la separación, almacenamiento y debido manejo de todos aquellos residuos resultantes durante las etapas de preparación y construcción de la obra. Así mismo, se contratara al servicio de recolección de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el Estado de México.

III.5.3. NORMAS DEL DISTRITO FEDERAL

Las normas ambientales tienen como objetivo establecer los límites a aquellos elementos que presentan algún grado de peligro para las personas o el ambiente.

Las normas ambientales son disposiciones legales que establecen, por acuerdo entre los distintos sectores de la sociedad, cuáles serán los niveles de sustancias contaminantes que serán considerados aceptables y seguros para la salud del ser humano y del medio ambiente.

Toda norma ambiental debe señalar los valores de las concentraciones y períodos máximos y mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, derivados químicos o biológicos, energías, radiaciones, vibraciones, o combinación de ellos.

Clave de la Norma	Fecha de publicación en Gaceta	Descripción	Cumplimiento del Proyecto
NADF-007-RNAT-2004	2006-07-12	Que establece la clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el DF.	Se mantendrá el cumplimiento de esta Norma en las primeras etapas de implementación del Proyecto (preparación del sitio y construcción), con el objeto de minimizar su generación. Se implementará un Programa de Manejo de Residuos que incluye los RSU, los RME y los RP. En relación con los RME que sean residuos de la construcción se promoverá su reuso cuando aplique; asimismo estos residuos se acopiarán en lugares específicos designados para este fin, siempre dentro de las superficies del proyecto para que sean almacenados de forma temporal y que posteriormente de acuerdo a su volumen puedan ser recogidos ya sea por el servicio de limpia local previa gestión con esta dependencia o en su caso por una empresa privada contratada para que les proporcione algún tratamiento o los confine de forma definitiva en un sitio de disposición final adecuado.
NADF-005-AMBT-2006	2006-09-27	Que establece las condiciones de medición y los límites máximos permisibles de emisiones sonoras, que	En atención y cumplimiento con esta Norma, se atenderán todas sus disposiciones aplicables para respetar los límites máximos permisibles para la emisión

Clave de la Norma	Fecha de publicación en Gaceta	Descripción	Cumplimiento del Proyecto
		deberán cumplir los responsables de fuentes emisoras ubicadas en el Distrito Federal	de ruidos que en esta se establecen. Adicionalmente se comenta que todos los equipos y maquinarias utilizadas en las obras y actividades contarán con el mantenimiento, preventivo, correctivo y de sustitución adecuado para su buen funcionamiento, con el objeto de evitar emisiones que rebasen los límites máximos establecidos o contaminar otros recursos ambientales.
NADF-001-RNAT-2006	2006-12-08	Que establece los requisitos y especificaciones técnicas que deberán cumplir las autoridades, empresas privadas y particulares que realicen poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el distrito federal.	Como parte del cumplimiento con esta Norma se atenderán todas las disposiciones de acuerdo a las técnicas descritas en la presente Norma, en cuanto las actividades de poda, derribo, trasplante y restitución en el Proyecto puedan ser requeridas por el proyecto. Asimismo en el Capítulo VI de este estudio se describen do forma amplia las medidas de prevención, entre las que se encuentran las de restitución o reposición de los árboles que se prevé trasplantar, las cuales fueron diseñadas para evitar, atenuar y subsanar los posibles impactos producidos por la implementación del proyecto; adicionalmente se implementarán otras medidas de mitigación de entre las que se pueden destacar las acciones de Rescate y Conservación de Suelos y las Acciones de Reforestación.
NADF-015-AGUA-2009	2012-09-25	Norma ambiental para el distrito federal, que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales de procesos y servicios al sistema de drenaje y alcantarillado del distrito federal, provenientes de las fuentes fijas	Con el objeto de dar cumplimiento a las disposiciones de la presente Norma, primeramente no se contempla rebasar los límites máximos establecidos en las descargas residuales a los drenajes. A lo anterior se agrega que dentro de las obras complementarias y asociadas al proyecto se instalarán oficinas, almacenes, talleres y patios de maquinaria en zonas urbanas preferentemente con el objeto de que los servicios sanitarios ya cuenten con instalaciones y conexión al drenaje. Las aguas generadas por el lavado de maquinaria y equipo también se realizarán de forma preferente en instalaciones autorizadas en zonas urbanas, sin embargo en los casos en que los patios se emplacen en zonas que no cuenten con instalaciones al drenaje, las constructoras deberán implementar los sistemas adecuados para la captación y almacenamiento del agua temporal para que posteriormente previo contrato con una empresa especializada le proporcione el tratamiento adecuado y descarga de acuerdo a como lo establecen la normatividad aplicable. En los frentes de trabajo se instalarán servicios sanitarios móviles a los cuales la empresa arrendadora les proporcionará el mantenimiento correspondiente y tratamiento de las aguas sanitarias generadas.
NADF-018-AMBT-2009	2012-09-25	Que establece los lineamientos técnicos que deberán cumplir las personas que lleven a cabo obras de construcción y/o demolición en el distrito federal para prevenir las	Para dar cumplimiento a las disposiciones que establece esta Norma, se contempla la implementación de medidas de control y de prevención para minimizar la dispersión de polvos que podrá ser generada por los movimientos de tierra y

Clave de la Norma	Fecha de publicación en Gaceta	Descripción	Cumplimiento del Proyecto
		emisiones atmosféricas de partículas PM_{10} y menores.	cortes sobre terreno natural, las cuales consistirán en el acopio y almacenamiento temporal del material resultante de las actividades antes mencionadas en lugares específicos para evitar su esparcimiento, asimismo siempre que sea necesario se realizará el humedecimiento de superficies con agua tratada (que cumpla con la normatividad aplicable), para prevenir las emisiones atmosféricas de partículas PM_{10} y menores.
NADF-006-RNAT-2012	2013-09-17	Que establece los requisitos, criterios, lineamientos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, personas físicas o morales que realicen actividades de fomento, mejoramiento y mantenimiento de áreas verdes en el distrito federal.	Como parte del Cumplimiento del Proyecto en materia ambiental se establecerán una serie de medidas de mitigación las cuales contemplan la instalación de áreas verdes y la implementación acciones de reforestación en sitios libres y que no interfieran con la operación del Proyecto ubicados dentro del DV, estas acciones están encaminadas a subsanar los impactos ambientales causados por el Proyecto y podrán colaborar en la disminución del calor generado en zonas urbanas (microclimas), capturar contaminantes y partículas suspendidas, producir oxígeno, frenar la erosión del suelo, incrementar la humedad, disminuir los niveles del ruido, captar agua pluvial y constituir sitios de refugio y alimentación para diversas especies de invertebrados y algunos vertebrados pequeños principalmente.

III.5.2.2. Norma de Ordenación del D.F.

Norma 5

Área construible en zonificación denominada espacios abiertos (EA)

En la zonificación denominada Espacios Abiertos (EA), el área total construida podrá ser de hasta el 10% de la superficie del predio y el área de desplante podrá ser de hasta el 5%.

En dichas áreas, se permitirá la instalación de bibliotecas, centros de información, librerías y demás espacios públicos destinados a la educación, cultura, esparcimiento y recreación, previo dictamen de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y opinión de la Delegación correspondiente.

Tabla III.5.2 de la vinculación jurídica del Plan de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón y del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos con la Norma 5 respecto del Proyecto Ferroviario

PDU	Cadenamiento de cruce	Norma 5	Norma PDU EA	Vinculación
Plan de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón	56+900 al 56+940 56+970 al 57+192 (0.262 metros lineales)	En la zonificación denominada Espacios Abiertos (EA), el área total construida podrá ser de hasta el 10% de la superficie del predio y el área de desplante podrá ser de hasta el 5%. En dichas áreas, se permitirá la instalación de bibliotecas, centros de información, librerías y demás espacios públicos destinados a la educación, cultura, esparcimiento y recreación, previo dictamen de la Secretaría	Cuenta con 196.87 ha, que representan el 3.21%. Los principales parques y jardines con que cuenta la Delegación son La Alameda Poniente con 31 ha, Parque Ecológico Las Águilas con 27.8 ha, Parque de la Juventud con 17.9 ha, Parque Las Águilas con 2.8 ha, Parque Axomiatla con 1.96 ha, Plaza 17 de Julio con 1.45 ha, Jardín de la Bombilla con 4.5 ha, Parque Tagle con 2.25 ha, Plaza San Jacinto con 0.72 ha, y El Jardín del Arte con 1.25 ha.	Debido a que el Proyecto Ferroviario corresponde a una vía de comunicación para dar un servicio de transporte público que correrá por viaductos elevados en esta zona, no se relaciona de forma directa con lo establecido en la Norma de uso, no obstante tampoco se presentan prohibiciones o restricciones para su emplazamiento, asimismo por su diseño en viaductos elevados la construcción sobre terreno natural solo consistirá en la cimentación de los pilotes que sostendrán los viaductos, evitando con esto el emplazamiento y disminución de superficie construida. Adicionalmente el presente Proyecto no considera realizar

PDU	Cadenamiento de cruce	Norma 5	Norma PDU EA	Vinculación
		de Desarrollo Urbano y Vivienda y opinión de la Delegación correspondiente.		actividades de desarrollo habitacional como objetivo o alcance. En estas zonas podrán implementarse áreas verdes en el DV del Proyecto no obstruyendo o interfiriendo con la operación de este, adicionalmente se implementarán otras medidas dentro las buenas prácticas ambientales con el objeto de atenuar los impactos.
Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos	47+988 al 48+928 49+400 al 49+500 49+500 al 51+318 51+412 al 52+077 (3.523 kilómetros lineales))		Área construible en zonificación denominada espacios abiertos (EA). En la zonificación denominada Espacios Abiertos (EA), el área total construida podrá ser de hasta el 10% de la superficie del predio y el área de desplante podrá ser de hasta el 5%. En dichas áreas, se permitirá la instalación de bibliotecas, centros de información, librerías y demás espacios públicos destinados a la educación, cultura, esparcimiento y recreación, previo dictamen de la Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda y opinión de la Delegación correspondiente.	En virtud de que la instalación de servicios e infraestructura para el transporte férreo no se considera en la "Tabla de Usos de Suelo" de este PPDU, es preciso mencionar que actualmente se están realizando las gestiones con las autoridades locales y estatales con el objeto de obtener la anuencia con una opinión favorable para el emplazamiento del Proyecto en este sitio (y en otros donde así es requerido). En este sentido y como muestra de cumplimiento se entrega este estudio para su evaluación en materia de impacto ambiental para obtener la autorización para su construcción. Asimismo, debido a que el diseño del Proyecto Ferroviario se realizará mediante viaductos elevados en esta zona, incluyendo la estación que se planea instalar que también es elevada, la instalación de infraestructura que va a nivel de suelo ocupara una pequeña superficie, consistiendo únicamente en los pilotes (cimentados) que sostendrán los viaductos.

PDU	Cadenamiento de cruce	Norma 5	Norma PDU EA	Vinculación
				Adicionalmente, en el sentido de provocar el menor número y afectaciones al ambiente, se implementarán una serie de medidas precautorias y de mitigación entre las que se pueden mencionar: el Programa de Manejo Integral de Residuos (RSU, RME y RP), Buenas prácticas ambientales que incluye establecer los procedimientos de mantenimiento y de seguridad con el objeto de evitar rebasar los límites máximos de la Normatividad aplicable, Acciones de Reforestación en zonas libres del DV y creación de áreas verdes que mejoren la imagen urbana.

Norma 15

Zonas federales y derechos de vía

Las zonas federales y derechos de vía deberán mantenerse totalmente libres de construcción. En el caso de escurrimientos de agua e instalaciones especiales definidas por los organismos correspondientes, se consideran con zonificación (AV) Áreas de Valor Ambiental, las cuales quedarán sujetas a lo que se señala en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vías de Comunicación y demás ordenamientos en la materia.

Tabla III.5.3.- Vinculación jurídica del Plan de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón y del Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos con la Norma 15 respecto del Proyecto Ferroviario

PDU	Cadenamiento de cruce	Norma 15	Vinculación
Plan de Desarrollo Urbano de la Delegación Álvaro Obregón (Vialidad Primaria y Vialidad)	52+148 al 55+140 56+940 al 56+970 57+590 al 57+630 57+665 al 57+757	Las zonas federales y derechos de vía deberán mantenerse totalmente libres de construcción. En el caso de escurrimientos de agua e instalaciones especiales definidas por los organismos correspondientes, se consideran con zonificación (AV) Áreas de Valor Ambiental, las cuales quedarán sujetas a lo que se señala en la Ley de Aguas Nacionales, la Ley General de Vías de Comunicación y demás ordenamientos en la materia.	El Proyecto Ferroviario se conduce por viaductos elevados y contará con una estación también elevada en las presentes zonificaciones, las cuales corresponden al derecho de vía, por lo que los escurrimientos no se verán afectados. Asimismo dichas zonificaciones no presentan prohibición o restricción para el emplazamiento del proyecto, por lo que su construcción resulta congruente. Actualmente se están realizando las gestiones correspondientes con las autoridades competentes en la materia con el objeto de tener anuencia para el proyecto con una autorización favorable.
Programa Parcial de Desarrollo Urbano de la "Zona Santa Fe" de los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano para las Delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos	47+879 al 47+900		

Norma 20

III.5.4 Usos permitidos en las áreas de actuación y las zonificaciones en el Suelo de Conservación

NORMA	Lineamiento	Cumplimiento
20 SUELO DE CONSERVACIÓN	Los usos permitidos en las áreas de actuación y las zonificaciones en el Suelo de Conservación, se sujetarán a lo siguiente: 1.- En comunidades y poblados rurales. Los usos permitidos se sujetarán al número de niveles y porcentaje de área libre, establecidos por los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano y, en caso de subdivisiones, en apego a la Norma de Ordenación General correspondiente. 2.- En zonificaciones de Preservación Ecológica (PE), de Rescate Ecológico (RE) y de Producción Rural Agroindustrial (PRA). Las instalaciones relacionadas con los usos permitidos por los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano necesarias para desarrollar las actividades generales y específicas autorizadas por el Programa General de Ordenamiento Ecológico del Distrito Federal, con el objeto de instrumentar las acciones de gestión ambiental para mantener los bienes y servicios ambientales y fomentar el desarrollo rural del suelo de conservación, se sujetarán a las siguientes disposiciones generales: • Emplear en su construcción y funcionamiento ecotecnología apropiada a las políticas de conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales. • Implementar un sistema alternativo de captación de agua pluvial, para su reúso y/o infiltración al subsuelo. • Construir sobre superficie cubierta preferentemente en zonas sin vegetación natural. Para obtener la licencia, permiso, autorización y/o constancia procedente con carácter temporal y revocable por la autoridad Delegacional correspondiente se deberá: • Garantizar la permeabilidad de la superficie en el acondicionamiento de accesos al predio y andadores, interiores y exteriores. • Justificar la necesidad de paso vehicular y, en caso procedente, la vía de comunicación deberá: Trazarse respetando la topografía, arbolado, características naturales y condiciones ecológicas específicas de la zona, sin interrumpir ni modificar los cauces de escurrimientos superficiales, ni el paso de	No presenta ninguna prohibición o restricción respecto a la construcción del proyecto ferroviario, ya que sus reglas son solo orientadoras para las construcciones que se pretendan realizar en el Suelo de Conservación, y asimismo nos remite a los Programas de Desarrollo Urbano Delegacionales y en su caso a los programas parciales, los cuales han sido vinculados en el apartado III.2 de este mismo capítulo. El proyecto es congruente con este precepto, su construcción se pretende bajo el concepto de ambientalmente viable y amigable con el ambiente. Mediante la presentación de esta MIA-R ante la autoridad, se pretende obtener la autorización ambiental correspondiente, asimismo se establece que en el Capítulo VI de este estudio se describen ampliamente las medidas de control, mitigación y prevención, las cuales fueron diseñadas para evitar, atenuar y subsanar los posibles impactos producidos por la implementación del proyecto, de entre las que se pueden destacar las acciones de Rescate y Conservación de Suelos y el Reforestación, los cuales incluyen actividades para la recuperación de los componentes ambientales.

NORMA	Lineamiento	Cumplimiento
	fauna silvestre. • Construirse con una sección máxima de 8 m y mínima de 4 m. • Revestirse con materiales que permitan y garanticen la infiltración del agua al subsuelo.	

Norma 21 "Barrancas"

La Norma 21, considera como barranca a la depresión geográfica que por sus condiciones topográficas y geológicas, se presenta como hendidura con dos laderas en la superficie terrestre, originada por erosión y/o por cualquier otro proceso geológico, y forma parte de un sistema hidrológico.

Las barrancas son susceptibles de aprovechamiento y regulación en términos de la Ley de Aguas Nacionales, sin perjuicio de lo que indiquen la Ley de Desarrollo Urbano y la Ley Ambiental del Distrito Federal, con sus disposiciones reglamentarias, así como la normatividad establecida en los Programas de Desarrollo Urbano.

En las barrancas definidas en los términos de esta norma que se encuentren en el suelo urbano con zonificación AV (Área Verde de Valor Ambiental públicas y privadas), toda actividad y manejo que en ellas se proponga desarrollar requerirá cumplir con lo indicado en la Ley Ambiental del Distrito Federal vigente.

En el cauce y hasta la mitad de la longitud de cada ladera solamente se permitirán actividades de saneamiento y restauración. Cualquier otra actividad o construcción se considera prohibida.

Cuando así lo establezcan los Programas Delegacionales de Desarrollo Urbano, las áreas dentro de las barrancas que se encuentren ocupadas por asentamientos humanos, se sujetarán a la elaboración de estudios específicos, en los términos de la Ley de Desarrollo Urbano, mismos que deberán estar encaminados a minimizar los impactos ambientales negativos y a reducir las condiciones de riesgo, restaurar y conservar las barrancas.

Al respecto, el proyecto ferroviario, cruza por una ladera en un extremo de la "Barranca Tacubaya", como se muestra a continuación.

Tabla III.5.5- Prohibiciones y/o Restricciones en la Norma 21 respecto del proyecto ferroviario.

<table>
<tr><th>Barranca</th><th>Cadenamiento de cruce</th><th>Lineamiento</th><th>Vinculación</th></tr>
<tr><td>Tacubaya</td><td>55+320.00 al 56+580.00

Longitud: 1260 metros</td><td>En el cauce y hasta la mitad de la longitud de cada ladera solamente se permitirán actividades de saneamiento y restauración. Cualquier otra actividad o construcción se considera prohibida</td><td>Esta Área de Valor Ambiental no cuenta con un Programa de Manejo y Conservación al que pueda hacerse referencia, como señala la norma.

Es importante mencionar que con los resultados de campo, se observó que la zona ya no se presenta las condiciones naturales que manifiesta el decreto, debido a diferentes actividades antropogenicas, como la creación de tiraderos clandestinos de basura, de cascajo y la introducción de especies vegetales no representativas de la zona, como lo son:
Pirul, eucaliptos y casuarinas.

Consideraremos que se cumple con la norma 21 cuando el trazo se ubica en la porción superior con respecto a la mitad de la ladera, y que no cumple cuando el trazo se ubica en el cauce o por debajo de la mitad de la ladera de la barranca. Para analizar la situación del proyecto realizamos un modelo digital del terreno (figura 2) que nos permitió identificar la longitud de las laderas y la posición del proyecto con respecto al cauce del escurrimiento. En este sentido tenemos:

<table>
<tr><th>CADENAMIENTO</th><th>SITUACIÓN</th></tr>
<tr><td>55+265 AL 55+429</td><td>No cumple</td></tr>
<tr><td>55+429 AL 55+570</td><td>Cumple</td></tr>
<tr><td>55+570 AL 55+640</td><td>FUERA DEL POLÍGONO, NO REQUIERE AUTORIZACIÓN</td></tr>
<tr><td>55+640 AL 55+754</td><td>Cumple</td></tr>
<tr><td>55+754 AL 56+530</td><td>No cumple</td></tr>
</table>

Los tramos para los que será necesaria la autorización de la SMA del GDF en cumplimiento a la Norma 21 son del km 55+265 al 55+429, y del 55+754 al 56+530, ya que los otros tramos no caen en la prohibición.
Además de lo señalado anteriormente, y dado que el tramo del km 55+754 al 56+530 cruza muy cerca del cauce y por éste, así como sobre la presa Tacubaya (misma que se encuentra azolvada), en la presente MIAR en su capítulo VI</td></tr>
</table>

	se exponen una serie de medidas de mitigación, a manera de acciones de limpieza (retiro de materiales como escombro y basura) y restauración ecológica de las laderas afectadas dentro la barranca de Tacubaya (terraceo y reforestación con especies nativas), en el brazo por donde cruzara el ferrocarril. Este brazo tiene poca vegetación y mucha basura, escombros y drenajes de agua negra, por lo que consideramos que sería una buena oferta en términos ambientales para lograr la autorización correspondiente.

CAPÍTULO IV

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

FUNDAMENTO JURÍDICO 5

IV.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO 6

IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 7
IV.1.1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN 9
IV.1.1.2 REGIONALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO 10
IV.1.2 MAPA DE DELIMITACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 21
IV.1.3 DELIMITACIÓN DEFINITIVA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 23
IV.1.3.1 RASGOS GENERALES DEL SAR DELIMITADO 29
IV.1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 30

CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 37

IV.2 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO 37

IV. 2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y FISIOGRÁFICA 37
IV.2.2. CLIMAS DENTRO DEL SAR 39
IV.2.2.1 ESTACIONES METEOROLÓGICAS EN LA ZONA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO (SAR). 41
IV.2.2.2. CALIDAD DEL AIRE 45
IV.2.3 GEOLOGÍA DEL SAR 47
IV.2.4 EDAFOLOGÍA DEL SAR 50
IV.2.4.1. EROSIÓN DENTRO DEL SAR. 54
IV.2.4.2. ESCURRIMIENTOS EN EL SAR. 63
IV.2.4.3 INFILTRACIÓN EN EL SAR. 66
IV.2.5 GEOMORFOLOGÍA DEL SAR. 74
IV.2.7 HIDROLOGÍA EN EL SAR 80
IV.2.8. FACTORES DE RIESGO 84
IV.2.9. SISMICIDAD 90

IV.3 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN 92

IV.3.1 UBICACIÓN FITOGEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO 92
IV.3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE VEGETACIÓN DENTRO DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) 96
IV.3.2.1. TIPOS DE VEGETACIÓN PRESENTES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 96
IV.3.2 ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO EN LA NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-059-SEMARNAT-2010 DENTRO DEL SAR 108
IV.3.3. DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN AFECTADA DIRECTAMENTE POR EL PROYECTO 108

IV.3.3.1. ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS COMUNIDADES VEGETALES 108
IV.3.3.2. DESCRIPCIÓN DE LOS SITIOS DE MUESTREO. 110
IV.3.4 INDIVIDUOS POR ESPECIE QUE SE ESTIMA SERÁN AFECTADOS DENTRO DEL DERECHO DE VÍA 116
IV.3.4.1 ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LAS COMUNIDADES VEGETALES 117
IV.3.4.1.1. OBRAS ASOCIADAS Y/O COMPLEMENTARIAS 128
IV.3.5.2. ESPECIES EN LA NOM-059-SEMARNAT-2010 ENCONTRADOS EN EL DERECHO DE VÍA DEL PROYECTO 132
IV.3.6 POLÍGONOS FORESTALES DETECTADOS EN EL PROYECTO FERROVIARIO TOLUCA–VALLE DE MÉXICO 133

IV.4 FAUNA 154

IV.4.1 FAUNA SILVESTRE POTENCIALMENTE PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 156
IV.4.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS (PUNTOS DE MUESTREO) 157
IV.4.3. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS POR GRUPO TAXONÓMICO 161
IV.4.4. ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010 174
IV.4.5. ÍNDICES DE DIVERSIDAD 179
IV. 4.6 ESPECIES DE INTERÉS CINEGÉTICO 185
IV. 4.7 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN 189

IV.5 MEDIO SOCIOECONÓMICO. 191

IV.5.1CONTEXTO REGIONAL 191
IV.5.2 DINÁMICA POBLACIONAL 193
IV.5.3 DESARROLLO HUMANO 195
IV.5.4 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA 196
IV.5.5 PERFIL TERRITORIAL 197
IV.5.6 TENENCIA DE LA TIERRA 204
IV.5.7 ACEPTACIÓN DEL PROYECTO 205

IV.6 PAISAJE 206

IV.6.1 CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE 206
IV.6.2 CALIDAD DEL PAISAJE 208
IV.6.3 FRAGILIDAD AMBIENTAL 215
IV.6.3.1 FRAGILIDAD DEL MEDIO FÍSICO 216
IV.6.3.2 FRAGILIDAD DEL MEDIO BIOLÓGICO 219
IV.6.4 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS 223

IV. 7 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE DOS COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL CON BASE EN INDICADORES 224

IV. 7.1.1 ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL (INDICADORES) 225
IV. 7.1.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL (ESCALAS Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN) 230
IV.7.1.2.1 MEDIO FÍSICO 230
IV.7.1.2.2 MEDIO BIÓTICO 232
IV.7.2 PROYECCIÓN DE ESCENARIO ACTUAL 235
IV.7.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SAR 237
IV.7.4 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS 242
IV.7.4.1 PROYECCIÓN AL CORTO PLAZO (5 AÑOS: AL 2015) 242
IV.7.4.2 PROYECCIÓN AL MEDIANO Y LARGO PLAZO (10 AÑOS Y 20 AÑOS) 243

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se desarrolla de conformidad con lo dispuesto en la Fracción IV del Artículo 13 del Reglamento de Impacto Ambiental (REIA) que dispone la obligación de incluir en la MIA-R una "Descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región". En este sentido y en cumplimiento de lo establecido, presentamos el SAR donde se inserta el proyecto. El objetivo principal será la delimitación de éste, posteriormente la caracterización y descripción de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos. Finalmente se presentan las tendencias del desarrollo y deterioro esperada de la región, traducido en un diagnóstico para conocer la calidad ambiental que caracteriza a dicho SAR. Lo anterior resulta fundamental e imprescindible en la evaluación de los impactos ambientales y las propuestas de las medidas de mitigación, compensación, prevención o restauración en su caso.

IV.1 DELIMITACIÓN DE LA REGIÓN DE ESTUDIO

Introducción

Se entiende por Sistema Ambiental Regional (SAR) el espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, dada su continuidad, interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas componentes.

Cuando se busca realizar el análisis integral de los diversos componentes bajo un esquema de evaluación del impacto ambiental, resulta complejo establecer una superficie única de estudio, que permita analizar las características estructurales y funcionales de todos y cada uno de éstos, y que a la vez sea representativa para un determinado proyecto. Con tal complejidad de relaciones, se puede señalar que los cambios que ocurren de manera directa sobre alguno de los componentes, derivado o no del proyecto, repercuten en otros componentes asociados a éste primero (impactos indirectos); estableciéndose una gran complejidad de análisis e interpretación de las interacciones entre componentes dentro del sistema.

El establecimiento de los límites de un sistema ambiental, representativo para un proyecto, va a depender del conjunto de componentes ambientales que se consideren y sus escalas, por lo que la delimitación debe hacerse en función de la influencia que pueda o no tener el proyecto en la incidencia de cambios dentro de estos componentes o sus elementos en el sistema. En este sentido, al establecer los límites para definir espacialmente un sistema ambiental regional representativo, puede ser necesario cortar algunos elementos del sistema, como cordilleras, sierras o escurrimientos (cuyo seguimiento hasta el punto de origen puede resultar en un sistema de dimensiones muy desproporcionadas al proyecto bajo estudio). Ello no implica que estos elementos no sean tomados en consideración dentro del análisis del SAR, sino que no se consideran como factores delimitadores adecuados al área de estudio que el proyecto requiere, en función de su grado de incidencia dentro del sistema. No obstante, resultan importantes por su efecto en el área sobre la que tendrá repercusiones directas el proyecto, por lo que estos elementos son analizados y tomados en consideración dentro del estudio, en su porción correspondiente que incide dentro del SAR que haya sido delimitado.

IV.1.1 DELIMITACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Establecer la distancia a la cual la construcción del proyecto ocasionará afectaciones es una cuestión compleja y multifactorial. Las afectaciones sobre los distintos componentes ambientales (fauna, vegetación, suelos, hidrología y actividades humanas) tienen diferentes escalas de desarrollo, y por lo consiguiente de estudio.

El efecto que puede ocasionar el tren sobre la flora, será local ya que las afectaciones ocurren en el sitio de ocupación directa del proyecto. En comparación, el efecto sobre fauna, la hidrología o la población humana, el efecto se dará en extensiones mayores, cuya escala de medición de efectos es regional.

Algunos efectos importantes del tren están limitados a distancias cortas, como en la etapa de construcción se presenta la dispersión de partículas por el viento mientras que otros efectos que involucran la transferencia de especies, energía y materia, se extienden distancias medias. Finalmente, afectaciones de carácter humano pueden llegar a tener repercusiones a grandes distancias; actividades capaces de interrumpir o afectar corredores biológicos o la modificación de rutas migratorias.

La delimitación del sistema ambiental regional representativo para este proyecto, ha sido realizada con base en el procedimiento de regionalización, en el cual se considera una evaluación gradual de los diferentes componentes ambientales, de lo general a lo particular, partiendo de aquellos componentes ambientales con representación geográfica regional, hasta los que ocurren a escalas locales.

El límite establecido para el SAR debe incluir a todas aquellas unidades de paisaje, sobre las que el proyecto pudiera tener influencia directa o indirecta.

Para delimitar el Sistema Ambiental Regional (SAR), se utiliza el sistema de información geográfica (SIG), ArcGis 9.2, como herramienta para desarrollar el método geomorfológico de "Regionalización Ecológica", planteado por Bocco *et. al*. (2001), en el que se sobreponen mapas temáticos e imágenes. Este procedimiento consiste en generar información concisa y sistemática de las formas de terreno, los procesos geomorfológicos, la estructura, composición, dinámica de los suelos, agua y de la vegetación, así como de los fenómenos naturales relacionados (Zonnenveld, 1979; Meigerink, 1988; Zinc, 1988).

Este procedimiento reconoce una concepción sistemática de las unidades de relieve, es decir por sus atributos, cada unidad presenta distintos tipos de procesos de modelamiento por efecto de las condiciones climáticas controladas por el tipo de roca, suelos y cobertura; en consecuencia, cada unidad tiene una función ecológica distribuida en el espacio, por lo que la regionalización puede concebirse como basada en los principios de la ecología del paisaje (Bocco et al. 2001)[1].

[1] Bocco, G., M. Mendoza and A. Velázquez. 2001. Remote sensing and GIS-based regional geomorphological mapping – a tool for land use planning in developing countries. Geomorphology 39:211-219.

Las escalas de las cartas digitales de INEGI que se utilizan, son 1:50 000 y 1:250 000. El procedimiento y los criterios que se consideran para la delimitación, se presentan a continuación:

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado especio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis (CONABIO, 2008).

Este método, visualizado bajo la teoría de sistemas y orientado a proyectos de infraestructura, ofrece un marco de referencia para: 1) Recopilar información, 2) determinar indicadores para el desarrollo de índices ambientales y 3) realizar análisis regionales mediante procesos cartográficos y matemáticos (SEDUE, 1986)[2].

La regionalización está constituida jerárquicamente por varias categorías o unidades regionales homogéneas, visualizadas a distintas escalas de resolución.

- Zona
- Provincia ecológica
- Sistema terrestre
- Paisaje terrestre
- Unidad natural

Por tanto la regionalización consiste en la selección de un área determinada, con unidades especialmente homogéneas, en lo referente a variables abióticas y bióticas del medio ambiente. En cada una de estas unidades ambientales, se analiza la estructura, funcionamiento y diferenciación entre ellas, con el fin de permitir caracterizar los efectos que el proyecto puede ocasionar en ellas.

Para la definición del SAR, es necesario utilizar de forma jerarquizada, criterios geomorfológicos, hidrológicos, florísticos de distribución de fauna y sociales, así como la delimitación sociopolítica de la zona. Esto con la intención de identificar unidades espaciales homogéneas, tanto en estructura, como en función.

[2] SEDUE 1986. Manual de regionalización ecológica. Serie: ordenamiento ambiental No. 1. México.

IV.1.1.1 CRITERIOS PARA LA DELIMITACIÓN

La regionalización está constituida jerárquicamente por varias categorías o unidades regionales homogéneas, visualizadas a distintas escalas de resolución:

A. **Zona:** definida a partir de las grandes unidades climáticas del país con las unidades orogénicas.

B. **Provincia ecológica:** se identifican las unidades regionales de subprovincias y discontinuidades, por ser éstas las que conforman el nivel de provincia ecológica.

C. **Ambiente morfogenético (sistema terrestre):** a partir de esta categoría, la clasificación del territorio en unidades, en función del ambiente morfogenético, implica la sobreposición de cartografía temática e imágenes de satélite. Esta categoría define cuáles son las unidades espaciales de menor tamaño en la regionalización, por lo que deben abordarse de forma específica en cada estudio (SEDUE, 1986)[3].

D. **Paisaje geomorfológico (paisaje terrestre):** este nivel hace divisiones más simples y homogéneas, como un patrón de topoformas, en donde el criterio edáfico es un factor auxiliar, que permite identificar las repercusiones de la conjunción del sistema terrestre y el clima, a través de los procesos pedogenéticos. Esto permite comprender la dinámica del paisaje, ya que el suelo determina el tipo de vegetación y es resultado del microclima, basamento geológico y patrón hidrológico local.

En la siguiente tabla se muestra un ejemplo de los niveles jerárquicos, que se consideran en un estudio, en donde se establecen las escalas de análisis de la cartografía utilizada para la sobreposición de imágenes.

Tabla IV.1.1. Clases jerárquicas para la regionalización del SAR

Nivel jerárquico	Escala de análisis	Criterios de clasificación según SEDUE	Criterios de asificación según ITC*
Zona	1:15 000 000 a 1:1 000 000	Zona	
Provincia ecológica	1:1 000 000 a 1:500 000	Provincia ecológica	
Ambiente morfogenético	1:500 000 a 1:250 000	Sistema terrestre	Ambiente morfogenético
Paisaje geomorfológico	1:250 000 a 1:50 000	Paisaje terrestre	Paisaje geomorfológico
Forma de relieve o unidad de paisaje	1:50 000 a 1:10 000	Unidad natural	Forma de relieve o unidad de paisaje

[3] SEDUE 1986. Regionalización ecológica del Territorio. Serie ordenamiento ambiental no 4.

IV.1.1.2 REGIONALIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Zona

Definida a partir de las grandes unidades climáticas del país con las unidades orogénicas. Tomando en consideración la regionalización de West y las fisonomías de la vegetación, se puede señalar que la zona donde se inserta el proyecto corresponde a la zona de montaña. Esta zona se caracteriza por presentar una temperatura media anual que oscila entre los 5ºC y12ºC. Los tipos de vegetación son muy diversos, desde bosques de pino, bosques de encino, bosque de oyamel y pastizales. Las actividades económicas básicas son la agricultura de temporal y de riego.

B. Provincia ecológica

Se identifican las unidades regionales de subprovincias y discontinuidad por ser éstas las que conforman el nivel de provincia ecológica. En el caso de este proyecto, se ubica en la provincia fisiográfica denominada "Lagos y Volcanes de Anáhuac".

Fisiografía

Actualmente se piensa que al final del periodo Plioceno el drenaje de la región que se dirigía hacia el sur, quedo cerrado por bloqueo debido al vulcanismo de la sierra del Ajusco, lo cual dio lugar a la formación de los lagos. El vaso de Lerma a 2500 msnm, donde nace el río Lerma, es probable que en alguna época casi toda la cuenca de Toluca haya estado ocupada por zonas lacustres; dado que la cuenca presenta rasgos geomorfológicos comunes en valles lacustres. Por un lado las partes más bajas son prácticamente planas, la actividad volcánica reciente dio origen a lomeríos bajos, formados principalmente por coladas de lava en la parte centro-este del área de influencia, mientras que las partes más altas se conforman por actividad volcánica más antigua que formó serranías de mayor altitud y extensión.

Debido a las características antes descritas, y a que se trata de una misma provincia fisiográfica en la que no se detectan contrastes o elevaciones importantes o accidentadas que permitan la delimitación del área de influencia del Proyecto, por lo que este criterio no fue considerado para definir los límites, aunque si lo fue para la evaluación general de la región.

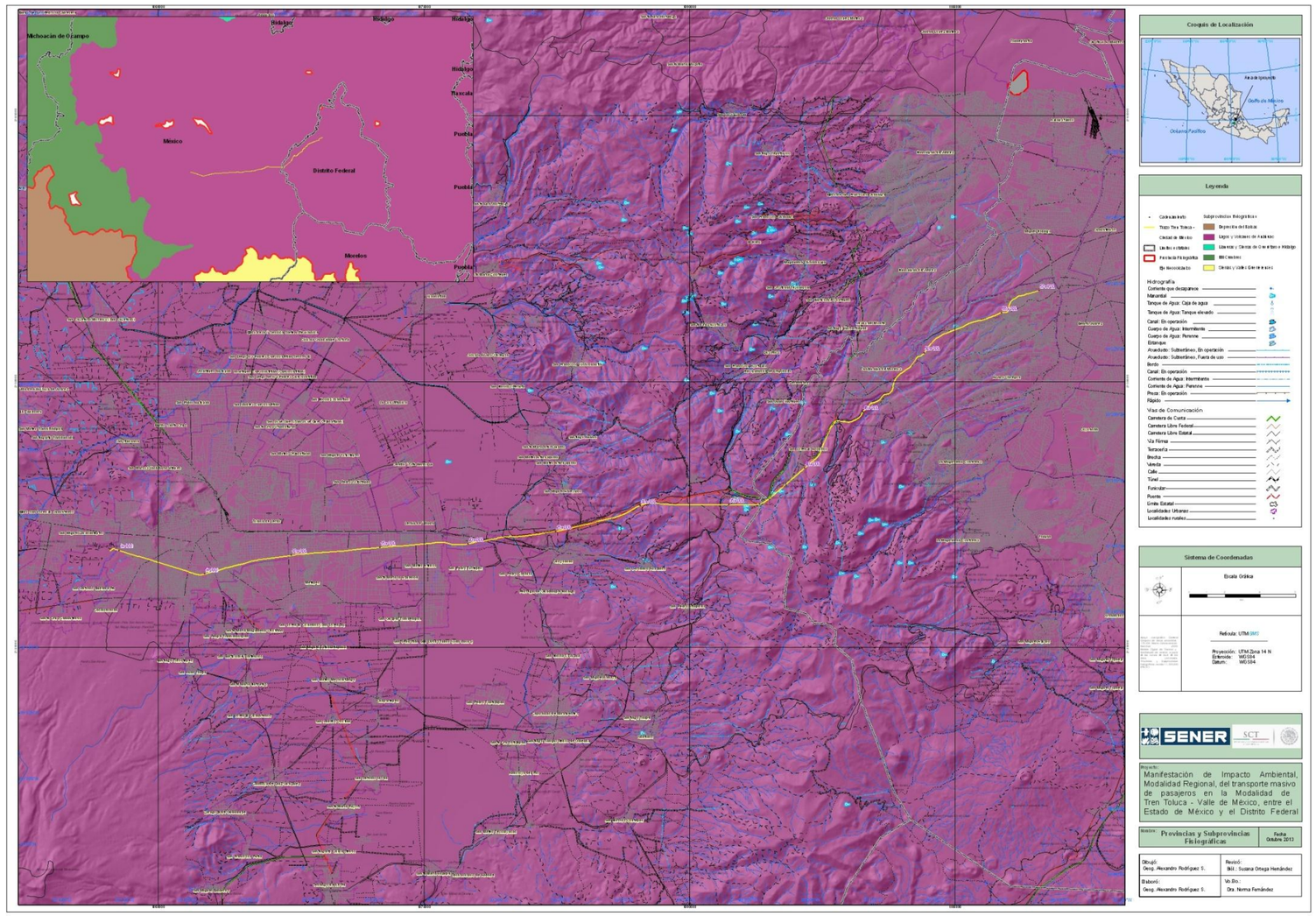


Figura IV.1.1. Ubicación del proyecto ferroviario dentro en la Provincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac.

C. Ambiente Morfogenético (Sistema terrestre)

A partir de esta categoría, la clasificación del territorio en unidades en función del ambiente morfogenético implica la sobreposición de cartografía temática e imágenes de satélite para definir las unidades espaciales menores de la regionalización, por lo que deben abordarse de forma específica en cada estudio (SEDUE, 1986 op. cit.). En este sentido, en el presente estudio se presenta la diagnosis de cada uno de los temas analizados a manera de shapes en capas dentro de un sistema de información geográfica. Convencionalmente la evaluación del ambiente morfogenético parte de la caracterización topográfica de la región, utilizando un modelo digital del terreno y analizando la información que permita identificar ambientes con diferentes formas u orígenes (morfogenéticos). Los datos de base para este análisis correspondieron a información de INEGI en cartografía digital escala 1:250,000 para los siguientes temas:

Hidrología

La zona de estudio se encuentra en dos regiones hidrológicas importantes (CNA, 2000): RH12 Región hidrológica Lerma – Santiago y RH26 Región hidrológica Pánuco. La primera se divide a su vez en la cuenca del río Lerma-Toluca.

El río Lerma representa una de las corrientes superficiales más importantes de esta cuenca y puede decirse que tiene su origen en los manantiales que alimentan una laguna ubicada en el municipio de Almoloya del Río. Esta laguna fue una de las más altas de un conjunto de tres, que en escalones sucesivos, descendían en dirección hacia el norte para encausar sus aguas al río Lerma; las otras dos lagunas eran la de Lerma y la de San Bartolo.

La región hidrológica 26 por otro lado es una de las regiones más importantes de la República 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 subparalelo.

Si bien las cuencas y subcuencas corresponden a unidades naturales del terreno adecuadas para la delimitación del Sistema Ambiental Regional por contener límites físicos claramente identificables y dentro de los cuales se circunscriben varios sistemas ambientales interfuncionales, debido a las grandes extensiones que abarcan estas cuencas, este factor no se consideró para la delimitación del sistema ambiental regional del proyecto ya que daría como resultado una zona desproporcionadamente grande con relación a los efectos ambientales que derivará el proyecto (ver figura siguiente).

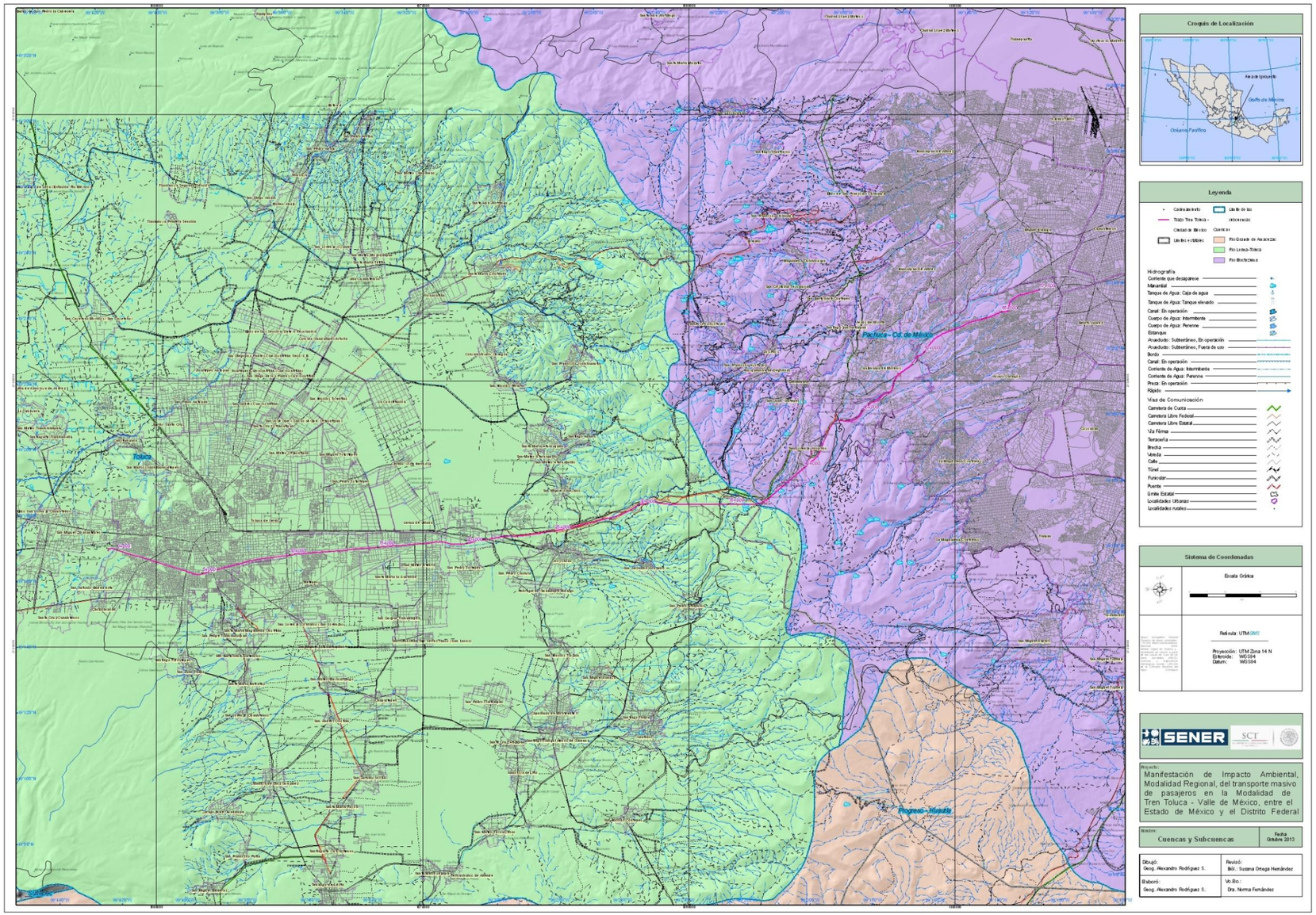


Figura IV.1.2. Ubicación del proyecto ferroviario dentro de las Cuencas Hidrológicas Río Lerma-Toluca y Río Moctezuma.

Geología

La litología de la zona se caracteriza por la conformación de sedimentos lacustres que forman la Cuenca de Toluca-Ixtlahuaca; descritos como Formación Ixtapantongo (Qptla) y consistente de secuencias de tobas y rocas clásticas semiconsolidadas que incluyen conglomerados, areniscas y limolitas. El Campo Volcánico Sierra "Las Cruces" se edificó sobre la secuencia andesítica-dacítica descrita como Formación Xochitepec (TmA-Da), que está parcialmente cubierta por la Formación Las Cruces (TplA-Da2), así como por una serie de derrames de composición andesítico-dacítico con variación hasta riodacitas. Está cubierta por lahares y tobas andesíticas de la Formación Zempoala (TplLh-TA2) y se considera que su base son los lahares y tobas andesíticas (TplLh-TA2). El Aluvión que rellena los valles de México y Toluca, está conformado por gravas, arenas, cenizas y arcillas, el espesor varía de 30 a 300 m (Qhoal, Qholm-ar).

Al igual que con los dos anteriores elementos, debido a las grandes extensiones de estas unidades geológicas y su homogeneidad, no resultan ser factores que permitan la delimitación fisíca de una poligonal para el sistema ambiental donde se desarrollará el proyecto.

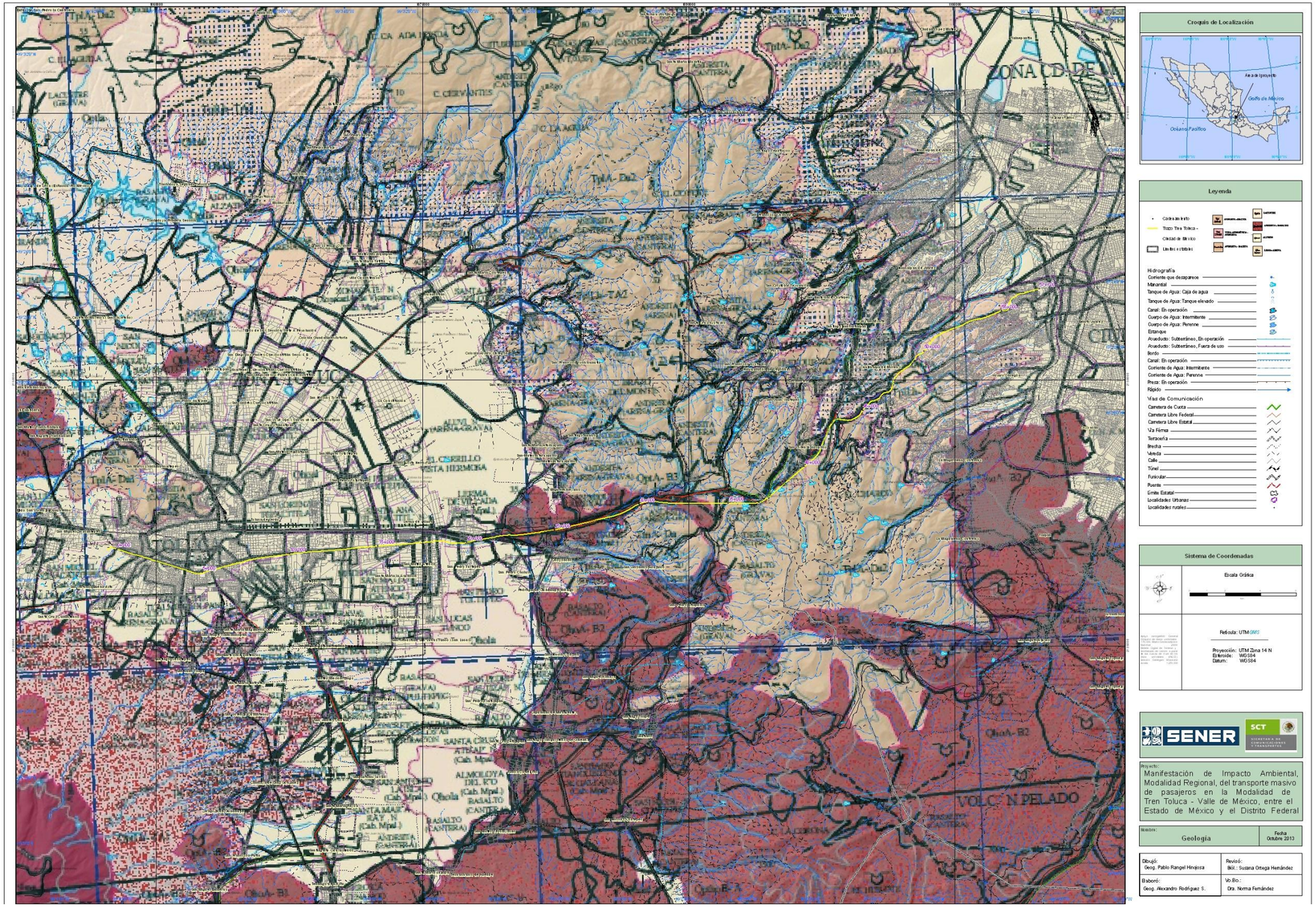


Figura IV.1.3. Ubicación del proyecto ferroviario dentro de las formaciones geológicas.

D. Paisaje geomorfológico (Paisaje terrestre)

Este nivel corresponde a divisiones más simples y homogéneas del territorio, que se aprecia como un patrón de topoformas en donde el criterio edáfico es un factor auxiliar de caracterización y delimitación ya que permite identificar las repercusiones de la conjunción del sistema terrestre y el clima, a través de la caracterización de los procesos pedogenéticos; permitiendo en muchos casos, la comprensión de la dinámica del paisaje ya que el suelo determina el tipo de vegetación y es resultado del microclima, basamento geológico y patrón hidrológico local. A este nivel del proceso de regionalización, la interpretación de imágenes de satélite y de fotografías aéreas es de gran importancia, así como la incidencia de procesos morfodinámicos y morfogenéticos que definen el tipo de paisaje geomórfico bajo estudio.

Edafología

El área de estudio, se encuentra dentro de un ambiente de formación predominantemente volcánica y de depósitos cuaternarios en las zonas de las llanuras y piedemonte. Esto conlleva una dinámica de modelaje que forma paisajes en los que se muestra una gran variedad de geoformas y de suelos originados a partir de los procesos volcánicos ocurridos en la zona a lo largo de distintos tiempos.

Los suelos identificados en el área de estudio son: Andosoles, Cambisoles, Feozem, Histosol eútrico, Leptosol, Luvisol crómico y Vertisol pélico. No obstante, esta delimitación se estima que abarca una superficie muy superior a aquella en la que pudieran identificarse efectos indirectos o indirectos generados por la construcción de la vía férrea; sin embargo algunos límites de estas unidades sirvieron para complementar y definir los límites del Sistema Ambiental Regional.

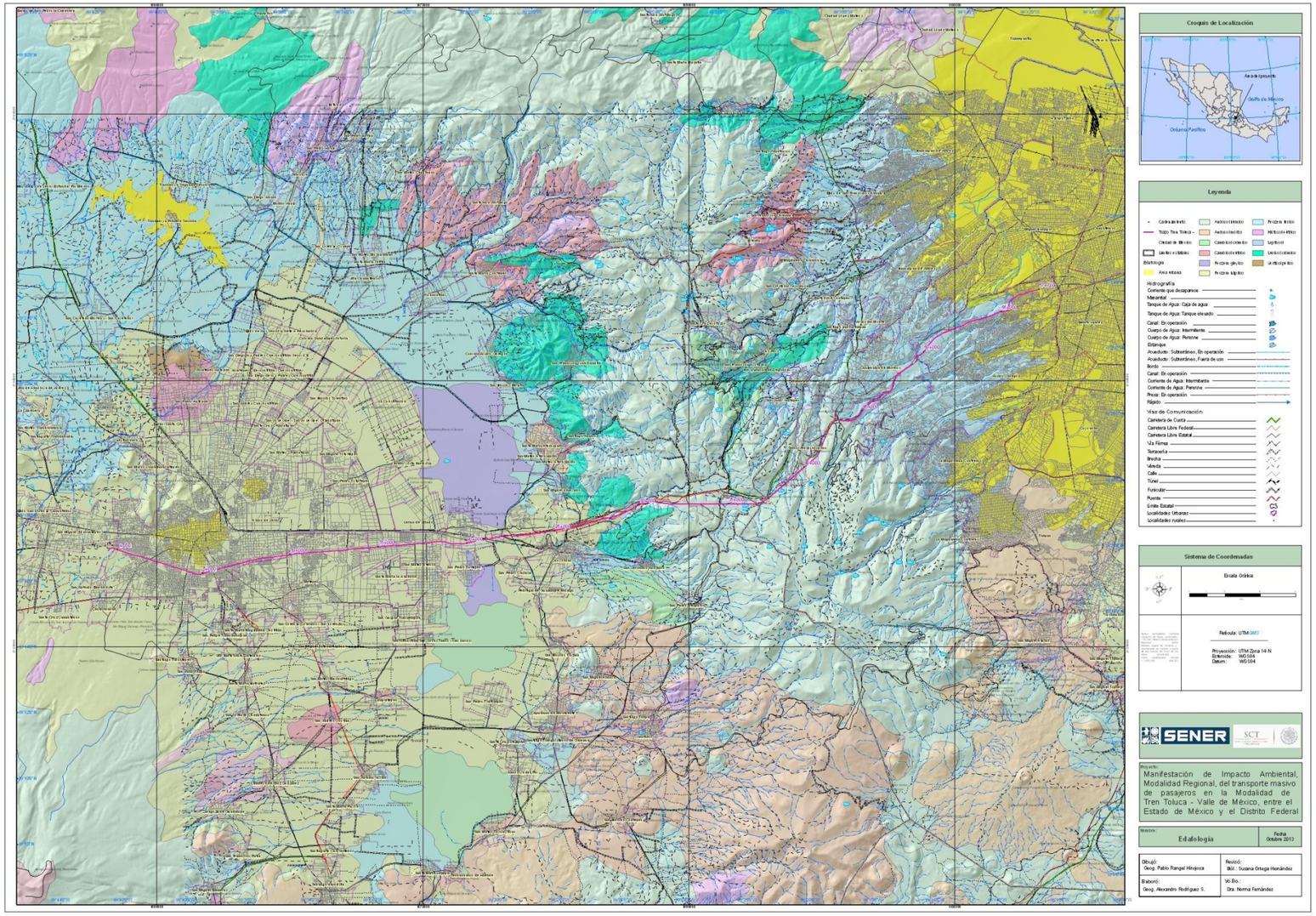


Figura IV.1.4. Ubicación del proyecto ferroviario dentro de las unidades edáficas presentes en la zona de estudio.

E. Forma de relieve o Unidad de Paisaje (Unidad natural)

La forma de relieve o unidad de paisaje constituye la categoría más pequeña del sistema jerárquico regional. Corresponde a la topoforma individual (volcán, lomerío, meseta, valle intermontano, planicie, etc.), cuya asociación con otras similares o de origen común conforma un paisaje, que puede poseer una morfología contrastante con las geoformas adyacentes (abanicos aluviales, malpaís, lago, etc.) o bien una porción de la geoforma con rasgos distintivos de interés para el estudio (laderas, páramos, etc.), haciendo necesaria la definición de subunidades.

Cada unidad de paisaje, por su morfología característica, posee un determinado tipo de suelo; propio y distintivo, con procesos pedogenéticos que le dan su conformación, y procesos morfodinámicos e hidrológicos que determinan sus características específicas y fragilidad particular; dada por la estabilidad entre los procesos edafogenéticos y morfogenéticos (SEDUE *op. cit*.). Por lo anterior se considera como la unidad mínima de integración de procesos, homogénea al interior, y heterogénea con el resto de las unidades dentro del paisaje, de ahí su gran importancia para delimitar sistemas funcionales, por lo que las unidades del paisaje fueron consideradas como parte fundamental para delimitar el SAR, integrando la geomorfología con los usos de suelo y vegetación en cada unidad.

Geomorfología

La zona de estudio se deriva principalmente de eventos efusivos volcánicos del terciario, conformado por rocas andesíticas, que han sido erosionadas en el cuaternario; además de rocas basálticas cuaternarias.

A continuación se describen estas geoformas.

Llanuras lacustres y eólicas: son equivalentes a un plano horizontal o de poca inclinación, se les identifica principalmente en la zona de antiguos lagos de Toluca y México.

Relieve volcánico: Conjunto de formas de relieve con origen en erupciones de tipo central y lineal. Las formas de relieve que se presentan son diversas, por ejemplo: cráteres, calderas y conos.

Piedemonte: Es la superficie marginal de las montañas de la sierra de Las Cruces. Se extiende en dirección nor-poniente hacia las planicies del valle de México y se distingue por una altitud mayor que los valles, con pendientes menores que las laderas de montaña.

Sistema fluvial: Son formas negativas del relieve (por debajo del nivel del terreno natural), equivalentes a una depresión estrecha y alargada, formada esencialmente por los procesos erosivos del flujo de una escorrentía.

Debido a sus características particulares, en términos de que constituyen un límite físico para el desplazamiento de personas y fauna y la distribución de vegetación, este componente ambiental resulta de gran importancia para ser considerado como un rasgo físico que permite

definir claros límites del SAR, por lo que su uso con estos fines en el presente estudio resultó de gran conveniencia.

Uso de suelo y vegetación

De acuerdo con Rzedowski (1978), biogeográficamente la zona de influencia del proyecto se encuentra en la Provincia florística denominada Serranías Meridionales. En esta provincia, según el Inventario Forestal Nacional del 2000, se identifican al menos 10 tipos de usos de suelo asociados a comunidades de vegetación que son los siguientes: agricultura de humedad, agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamientos humanos, bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque de pino-encino, pastizal inducido y popal-tular.

Las comunidades vegetales presentes en el área de influencia han venido perdiendo superficie debido al cambio de uso de suelo, ya que tanto la zona urbana como la de agricultura de temporal y de riego han ganado terreno sobre estas superficies, lo que ha generado la fragmentación de los macizos de vegetación natural y una gran heterogeneidad del paisaje. Por ello, este factor no fue considerado como una directríz para determinar límites físicos del Sistema Ambiental Regional.

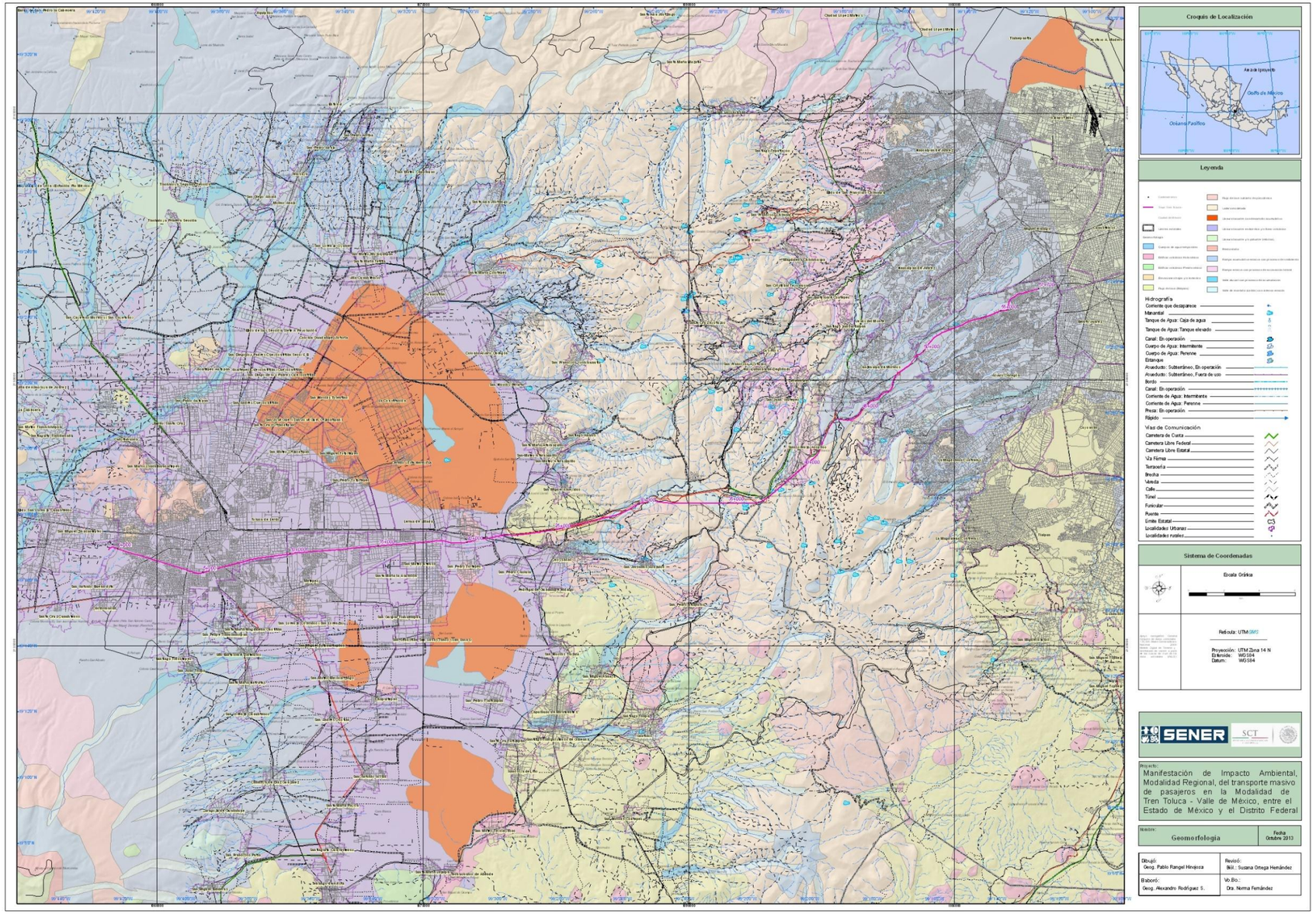


Figura IV.1.5. Ubicación del proyecto ferroviario dentro de las unidades geomorfológicas presentes en la zona de estudio.

IV.1.2 MAPA DE DELIMITACIÓN PRELIMINAR DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

En virtud de que los límites definidos por regionalizaciones ecológicas y naturales existentes, tales como cuencas hidrológicas o provincias fisiográficas (escala reconocimiento o semidetallada), resultaron ser muy grandes para las dimensiones del proyecto en cuestión, para la definición de los límites del SAR preliminar, se considero a geomorfología, y en particular la integración de unidades de paisaje dentro de ésta, lo que dio por resultado una unidad ambiental relativamente homogénea dentro de la que se ubica el proyecto en estudio, y que a su vez resulte heterogénea con los sistemas y elementos aledaños; esto con el fin de identificar todos los elementos que permiten describir y analizar de manera integral el entorno del proyecto, tanto en un ámbito espacial, como funcional. Figura IV.1.5.

Cabe señalar que esta primera delimitación fue sujeta a una segunda evaluación para afinar sus límites, utilizando en este caso, información a mayor escala de resolución (detallada), obtenida a partir de los resultados de campo efectuados para este estudio y las modelaciones realizadas con dichos resultados en un sistema de información geográfica. En este sentido, en los siguientes apartados se presenta la información detallada y la delimitación definitiva del SAR para este estudio.

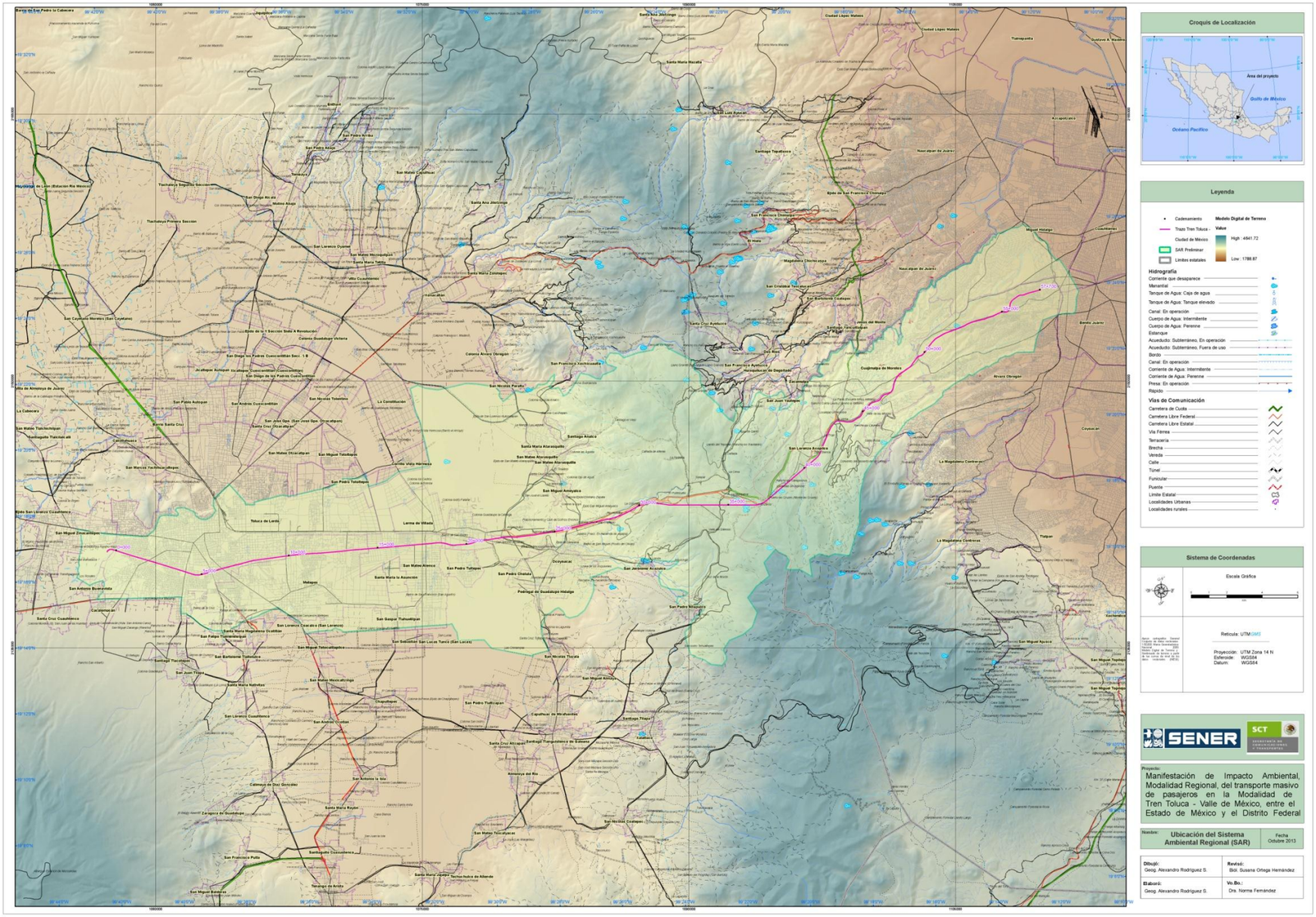


Figura IV.1.6. Delimitación preliminar del Sistema Ambiental Regional, considerando la geomorfología, el uso de suelo y los tipos de vegetación de la zona

Delimitación Preliminar del SAR (descripción de rasgos limítrofes)

Bajo los anteriores criterios, de forma preliminar, el SAR quedó delimitado de la siguiente manera:

Al Oeste: Debido a que esta parte es actualmente una zona urbana, y en la que de por si ya se presenta una alta modificación del ambiente natural, se tomó como límite hacia el Oeste la Avenida Hacienda Barbosa, que posteriormente se conecta hacia el norte con la carretera Adolfo López Mateos, siguiendo en dirección al Este hasta la desviación de la carretera Paseo de los Matlatzincas. De este punto el límite definido sigue en dirección Este hasta la carretera Rio de Totoltepec. De la avenida hacienda Barbosa hacia el sur, el límite sigue por la carretera Héroes 47, pasando por varias carreteras y avenidas con dirección Este, hasta llegar al Acueducto a altura de San Nicolás Tlazala.

Centro Norte: Este límite se estableció de acuerdo con unidades edáficas y rasgos geomorfológicos, ya que gran parte del hábitat en esta zona aun conserva sus condiciones naturales. Partiendo de la carretera Totoltepec y con dirección al Este, se siguió el límite entre las unidades de suelo Vertisol pelico (Vp) y Feozem gléyico (Hg), que se encuentran en la planicie de una extensa zona agrícola en la parte Nor-poniente del polígono hasta la altura de San francisco Xochicauatla. Posteriormente, con la misma dirección, se siguió el límite entre las geoformas de una ladera modelada y una rampa de erosión. Con dirección Nor-oriente se delimito siguiendo una parte del polígono del área natural protegida Otomí – Mexica, en una longidut de aproximadamente 4 Kilómetros, hasta Zacamulpa.

Al Este: Éste extremo al igual que el extremo Oeste, presenta un alto grado de urbanización por lo cual se consideró tomar como base la división estatal entre el Estado de México y el Distrito Federal; desde Zacamulpa hasta la altura de Lomas de San Isidro con dirección Este. El límite del SAR desciende al sur en la Autopista Miguel Hidalgo y pasa por varias vialidades en dicha dirección hasta desviarse hacia el Suroeste, en lo que corresponde al Anillo periférico (Blvd. Adolfo López Mateos), hasta llegar a Camino Real a Mixcoac.

Centro Sur: Partiendo del Camino Real de Mixcoac, se defino el límite siguiendo la geología del lugar con dirección Suroeste; tomando también en consideración los límites del área de importancia para la conservación de las Aves en el sur del Valle de México. Posteriormente sigue los limites de las unidades edáficas entre Cambisol cromico y Luvisol cromico que se encuentran en la zona de laderas del relieve volcánico y algunos valles al centro sur del SAR, y los límites entre Feozem haplico y Leptosol hasta llegar al Acueducto.

IV.1.3 DELIMITACIÓN DEFINITIVA DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Como se explicó en la introducción de este capítulo, resulta difícil delimitar un Sistema Ambiental Regional de un proyecto que resulte única para todos los factores ambientales relacionados, ya que cada uno de ellos responde a distintas condiciones ambientales que se dan a diferentes escalas y su interpretación también se da a distintas escalas de resolución; sin embargo el análisis que se hizo para

delimitar un SAR preliminar, considerando cada uno de los componentes ambientales cartográficos a escala regional y semidetallada (1:500,000 y 1:250,000) permitió obtener un polígono de partida para el inicio de los estudios de gabinete y campo que requiere este trabajo, procurando considerar de manera completa unidades de paisaje, geomorfológicas o parches de vegetación que pudieran verse afectadas por el proyecto y analizando detalladamente los componentes ambientales en sitios de muestreo a lo largo del proyecto y en zonas importantes para la caracterización del sistema ambiental regional. Cabe mencionar que dado que el área donde pretende construirse el proyecto ferroviario se encuentra altamente modificada por el desarrollo y vialidades, tanto en las proximidades de la ciudad de Toluca como en las delegaciones por las que cruza en el Distrito Federal, los rasgos urbanos resultan ser un importante elemento de delimitación física, por lo que también fueron tomados en consideración en la definición detallada de los límites del SAR. Figura IV.1.7.

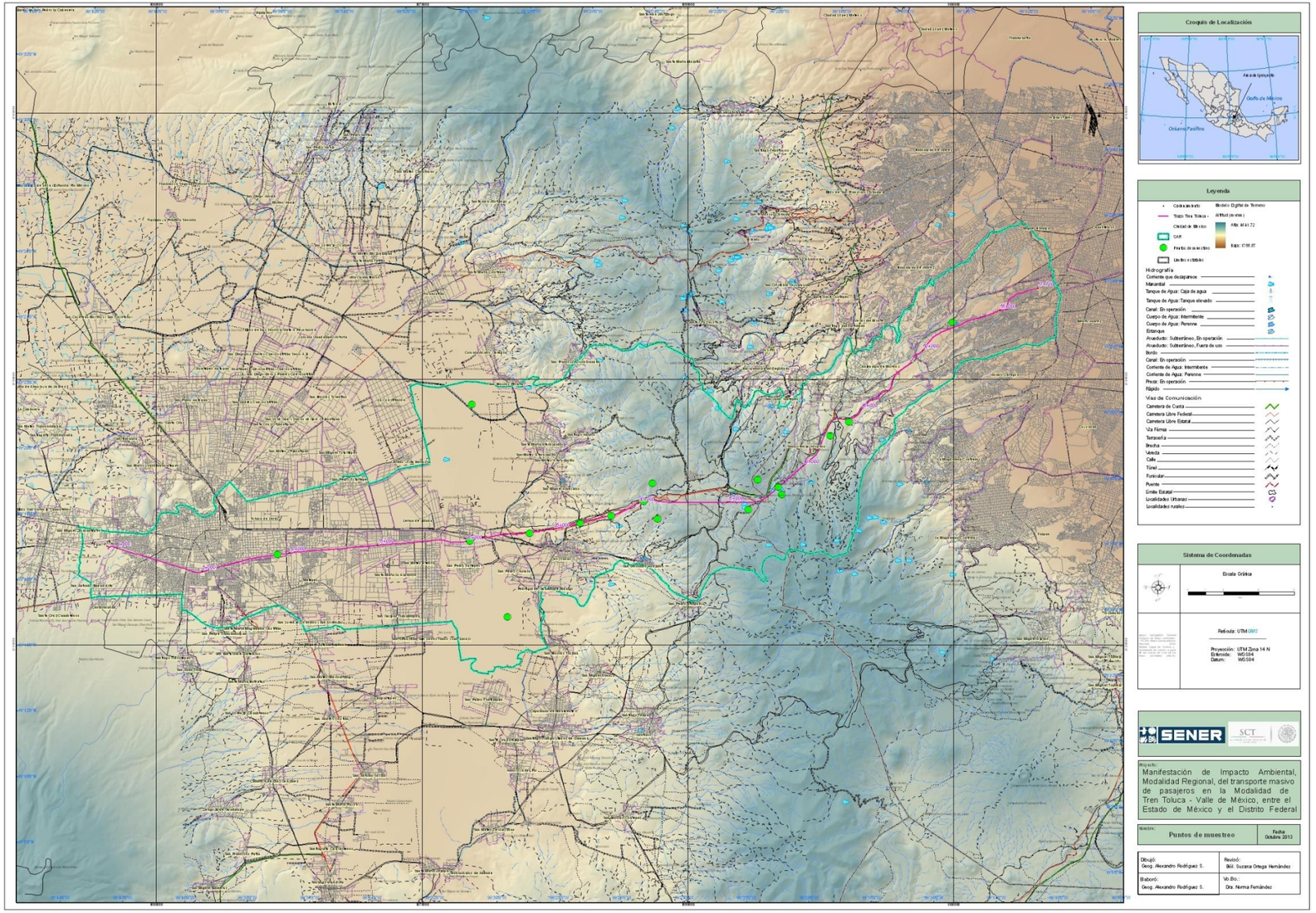


Figura IV.1.7. Ubicación de los puntos de muestreo de fauna, vegetación y suelo.

Una vez concluido el trabajo en campo, y posteriormente el análisis de la información y su modelación en gabinete mediante sistemas de información geográfica, se llevaron a cabo reuniones interdisciplinarias donde se analizaron los límites establecidos previamente, buscando identificar límites más adecuados basados en información de campo, para ajustar con ello el polígono definido para el SAR de manera preliminar y obtener una delimitación final de dicho sistema ambiental.

Habiendo obtenido los resultados del análisis se determinaron los límites del SAR definitivo el cual cuenta con una superficie de **49 309 ha**, la cual se considera suficiente para la caracterización de los aspectos bióticos y abióticos que podrían verse afectados por el emplazamiento del proyecto. Figura IV.1.8.

Las coordenadas máximas y mínimas extremas del Sistema Ambiental Regional son:

Tabla IV.1.2 Coordenadas extremas de SAR

Coordenadas UTM WGS 84 Zona 15N		
	X	**Y**
N	478122	2148757
S	447362	2124049
E	480479	2144374
O	424327	2130607

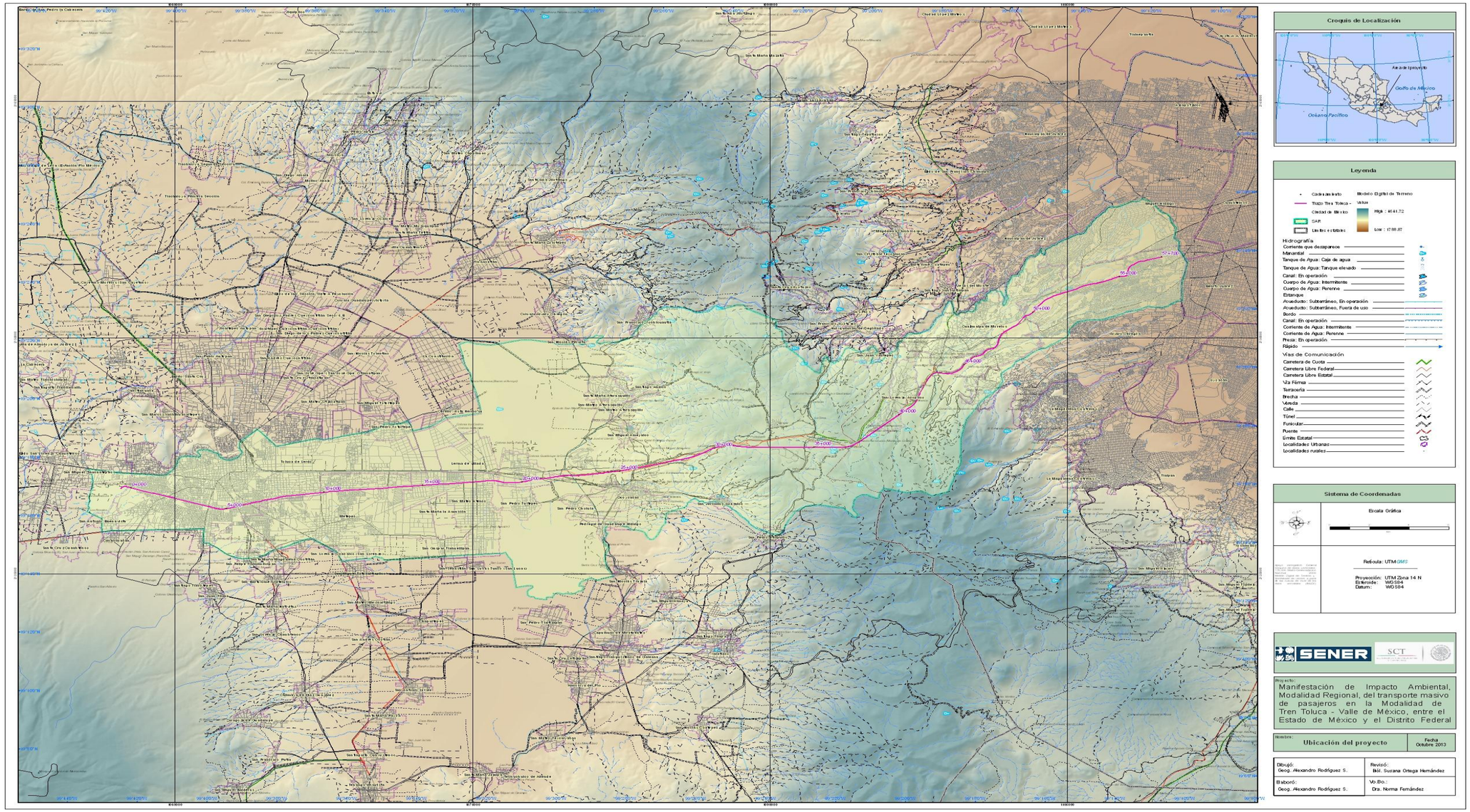


Figura IV.1.8 Delimitación definitiva del Sistema Ambiental Regional

Los límites del SAR establecido para el presente estudio son:

Tabla IV.1.3 Límites del SAR definitivo

Frontera	Características limítrofes generales
Nor-este	Éste extremo al igual que el extremo Oeste presenta un alto grado de urbanización por lo cual se consideró tomar como base la división estatal administrativa entre el Estado de México y el Distrito Federal; en particular entre los municipios de Huixquilucan y Naucalpan, en el Estado de México, y las delegaciones de Cuajimalpa y Miguel Hidalgo del Distrito Federal y hasta la barranca de Tecamachalco, para posteriormente desplazarse por la avenida Paseo de las Palmas, hasta el Blvd. Adolfo López Mateos.
Este	Toma el límite de la delegación Miguel Hidalgo desciende hacia el Sur por el Blvd. Adolfo López Mateos hasta llegar a la Barranca Mixcoac.
Sur-este	A partir de la Barranca Mixcoac toma una dirección sur-oeste iniciando la trayectoria hacia la Sierra de las Cruces por la parte baja hasta la Barranca Atzoyapan.
Centro-sur	A la altura de la localidad de Santa Rosa Xochiac inicia el ascenso a la parte alta del Sierra de las Cruces desplazándose por el hombro de la ladera hasta la localidad de San Pedro Atlapulco donde inicia el descenso al valle de Toluca por medio del sistema fluvial, proyectándose por el arroyo México y pasando por la localidad de San Jerónimo Acazulco. A partir de este punto y después de cruzar parte de la planicie, el límite del SAR se proyecta por la parte baja de la zona de malpaís, rodeando las localidades de Ocoyoacac y San Pedro Cholula.
Sur-oeste	Una vez que cruza la zona de malpaís, el limite se proyecta hacia la zona oeste del valle de Toluca, rodeando el Área Natural Protegida denominada Ciénegas de Lerma. Posteriormente en un tramo de aproximadamente 2 kilómetros se proyecta por la red de canales y calles del Valle de Toluca que corresponde al límite municipal entre San Mateo Atenco y Metepec, para después seguir por la calle Atizapán y Codagem hasta desviarse al norte por la carretera # 55 Tenango de Arista – Toluca. El límite del polígono sigue por dicha carretera hasta la Avenida de las Palmas siguiendo por 5 de Mayo e Insurgentes hasta Paseo Colón, hasta llegar a la calzada del Pacifico.
Oeste	Esta zona sigue formando parte de la planicie. En la Av. Independencia toma una dirección norte hasta llegar a un canal que corre paralelo a la calle hasta la Hacienda Barbosa en el municipio de Zinacantepec, y de ahí hasta llegar a la avenida Adolfo López Mateos, donde se desplaza hacia el Este para coincidir con la avenida Paseo de los Matlatzincas.
Norte centro	El límite se proyecta sobre la Avenida Paseo de los Matlatzincas, que se encuentra en la parte baja de la ladera formada por un grupo de lomeríos aislados de altitud media. Sigue por el Paseo Vicente Lombardo Toledano hasta la Av. Miguel Alemán Valdés y posteriormente se proyecta sobre un canal con dirección norte hasta rodear el vaso de la ANP Ciénega de Lerma, para desplazarse por la zona de piedemonte en las estribaciones de la Sierra de las Cruces, pasando por las localidades de San Nicolás Peralta y San Francisco Xochicuautla, proyectándose por un valle aluvial en su llegada hacia la localidad de San Juan Yautepec. De ahí se integra a la Barranca del Río Borracho en Huixquilucany sigue este camino hasta la delegación Cuajimalpa en la Cd. de México, donde retoma los límites administrativos entre el Distrito Federal y el Municipio de Huixquilucan.

IV.1.3.1 Rasgos Generales del SAR delimitado

El SAR queda inmerso en 10 municipios del Estado de México y en 4 Delegaciones del Distrito Federal. La altitud del área delimitada varía entre los 2500 a los 3300 msnm; los principales usos de suelo y vegetación son: bosque de pino, pino-encino, bosque de oyamel, zonas de agricultura de temporal y riego, pastizales y zona urbana.

En la Tabla IV.1.4 se presentan los factores físicos y ambientales del Sistema Ambiental Regional, así como la superficie que dentro del SAR ocupan cada uno de ellos.

Tabla IV.1.4 Factores físicos y ambientales generales del SAR y su superficie de ocupación

Atributo	Descripción	Superficie en Ha respecto al SAR	Superficie en ha del proyecto ferroviario
Cuenca	Río Moctezuma	13769	34
	Río Lerma - Toluca	35540	60
Geomorfología	Relieve de alta montaña	30	0
	Relieve volcánico	16050	22
	Sistema de piedemonte	8649	29
	Llanuras lacustres y eólicas	21416	36
	Sistema fluvial	3164	7
	Poblado	3410	5
Edafología	Andosol húmico	13588	23
	Cambisol crómico	446	0
	Feozem gleyico	3963	0
	Feozem háplico	16710	47
	Feozem lúvico	5265	19
	Histosol eútrico	1393	0
	Litosol (Leptosol)	574	0
	Luvisol crómico	2385	0
	Vertisol pélico	1574	0
Clima	Templado subhúmedo. C (w1)	4263	6
	Semifrío-subhúmedo. C (w2)	30669	64
	Semifrío-subhúmedo. Cb' (w2)	14377	24
Vegetación y uso de suelo	Agricultura de humedad	5352	0
	Agricultura de riego	1568	3
	Agricultura de temporal	15853	34
	Asentamiento humano	12859	39
	Bosque de encino	217	0
	Bosque de oyamel	8624	6
	Bosque de pino	2575	6
	Bosque de pino - encino	176	0
	Pastizal inducido	1718	6
	Popal - tular	367	0

IV.1.4 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Localización

El SAR delimitado se encuentra dentro la provincia fisiográfica denominada del Eje Neovolcánico Transversal y a su vez en la Subprovincia "Lagos y Volcanes de Anáhuac".

Hidrología

De acuerdo con la división cartográfica de la Comisión Nacional del Agua, el SAR se encuentra inmerso en dos regiones hidrológicas importantes (CNA, 2000): RH12 Región hidrológica Lerma – Santiago y RH26 Región hidrológica Pánuco

Dentro de estas dos regiones hidrológicas, el proyecto ferroviario a su vez se encuentra dentro de dos cuencas y dos subcuencas:

- Cuenca hidrológica Río Moctezuma
- Cuenca hidrológica Río Lerma
- Subcuenca Toluca
- subcuenca Pachuca Cd. De México

Geología

La litología de la zona se caracteriza por la conformación de sedimentos lacustres que forman la Cuenca de Toluca-Ixtlahuaca; descritos como Formación Ixtapantongo (Qptla). Ésta consiste de secuencia de tobas y rocas clásticas semiconsolidadas en las que se incluyen conglomerados, areniscas y limolitas.

Edafología

Dentro del SAR se identifican ocho diferentes tipos de suelo de acuerdo a la carta edafológica escala 1:250 000 editada por INEGI (2000): Andosoles, Cambisoles, Feozem, Histosol eútrico, Leptosol, Luvisol crómico y Vertisol pélico; todos ellos con diferentes niveles de conservación y usos a lo largo del proyecto ferroviario.

Unidades de paisaje

Dentro del SAR se identifican 4 unidades de paisaje

1. Llanuras lacustres
2. Relieve volcánico
3. Piedemonte
4. Sistema fluvial

Áreas Naturales Protegidas y otras áreas de conservación

El proyecto atraviesa un Parque Nacional y dos Áreas Naturales Protegidas estatales. En la siguiente tabla se muestran las ANP´s y otras áreas importantes para la conservación por las que cruza o bien se encuentra cerca.

Tabla IV.1.5 Distancias del Proyecto a las diversas áreas de interés ambiental

Área de interés	Nombre	Distancia mínima al trazo (km)	Distancia que el trazo cruza por esta área (km)
Parque Nacional	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla		4.60
ANP Federal	Desierto de los Leones	0.165	
	Ciénegas de Lerma, polígono 1	7	
	Ciénegas de Lerma, polígono 2	1.5	
ANP Estatal	Alameda Poniente San José de la Pila		
	Otomí - Mexica		3.86
	Santuario del Agua, tributaria San Lorenzo		4.45
AICAs	Ciénegas de Lerma		3.66
	Sur del Valle de México		2.17
Ramsar	Ciénegas de Lerma, polígono 1	7	
	Ciénegas de Lerma, polígono 2	1.5	
RHP	Cabecera del Río Lerma		37.31
RTP	Ajusco - Chichinautzin		9.61

Vegetación y uso del suelo

Según Inventario Forestal Nacional del 2000, en el Sistema Ambiental Regional se identifican 10 usos de suelo y vegetación, que son los siguientes: agricultura de humedad, agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamientos humanos, bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque de pino-encino, pastizal inducido y popal-tular.

Estas coberturas vegetales han perdido superficie debido al cambio de uso de suelo, ya que tanto la zona urbana como los cultivos, de temporal y de riego, han ganado terreno sobre estas superficies, lo que ha generado la fragmentación de estos sitios y una gran heterogeneidad en la distribución de la vegetación en el paisaje.

Fauna silvestre

De las especies de fauna que pudieran distribuirse en el Sistema Ambiental Regional, identificadas a través de datos bibliográficos, se reportan 26 especies que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Asimismo, del total de 247 especies de vertebrados terrestre que pudieran encontrarse dentro de la poligonal del SAR; 43 son endémicos al país: 6 anfibios, 20 reptiles, 5 aves y 12 mamíferos.

A continuación en el Tabla IV.1.6 se presenta un resumen de las características encontradas en las 4 unidades de paisaje identificadas dentro del Sistema Ambiental Regional y la descripción de sus rasgos más relevantes. En los siguientes incisos de este capítulo se describen con mayor detalle los componentes abióticos, bióticos y socioeconómicos dentro del SAR y a lo largo del trazo proyectado para el ferrocarril.

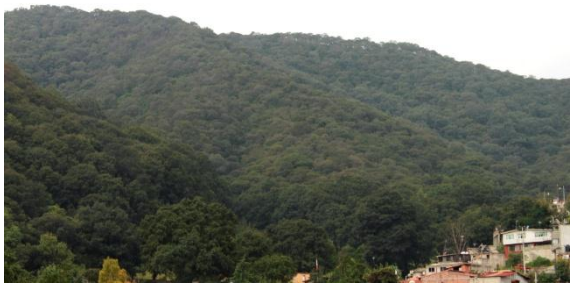
Tabla IV.1.6 Resumen de las características encontradas en las 6 unidades de paisaje identificadas dentro del Sistema Ambiental Regional

Unidad de paisaje	Tipo de suelo	Vegetación y uso de suelo	Características generales
Llanuras lacustres	Feozem haplico y Vertisol	En el estado de México la Vegetación natural (*Pinus ayacahuite, Pinus montezumae*) esta entremezclada con árboles urbanos como el pirul, cipres, eucaliptos principalmente; mientras que en el Distrito Federal se encuentran solo especies urbanas como la jacaranda, el cipres, entre otros. Suelo urbano.	Se encuentran en la zona oeste del área de estudio, son equivalentes a un plano horizontal o de poca inclinación, están formadas principalmente en la zona de antiguos lagos. Ejemplos de estas geoformas son la planicie de la Ciudad de México y las llanuras de Toluca.





Unidad de paisaje	Tipo de suelo	Vegetación y uso de suelo	Características generales
Relieve volcánico	Andosol húmico, Luvisol Cambisol crómico	Bosque de pino Bosque de pino-encino Bosque de oyamel En diferentes grados de conservación. Aun se cuenta con amplias superficies de vegetación bien conservadas en esta unidad.	Consiste en un conjunto de formas de relieve con origen en erupciones de tipo central y lineal. Las formas de relieve que se presentan son diversas, por ejemplo: cráteres, calderas, conos piroclásticos, entre otros. Ejemplo de esta unidad dentro del Sistema Ambiental Regional es el relieve volcánico de la Sierra de las Cruces, ubicada en la parte Sur del área.





Unidad de paisaje	Tipo de suelo	Vegetación y uso de suelo	Características generales
Piedemonte	Feozem	Agricultura de temporal Agricultura de riego Vegetación secundaria de bosque de pino Vegetación secundaria de boque de pino-encino. Suelo urbano	Es la superficie marginal de las montañas de la sierra, se extiende en dirección nor-poniente hacia las planicies del Valle de México; se distingue por una pendiente y altitud mayor que las planicies, ya que forma la interfase entre las laderas de montaña y la planicie; pues constituyen geoformas conformadas por antiguos depósitos de materiales derivados de las laderas.





Unidad de paisaje	Tipo de suelo	Vegetación y uso de suelo	Características generales
Sistema fluvial	Feozem	Vegetación secundaria de Pino-encino Vegetación urbana	Se puede encontrar formaciones de diferentes dimensiones y formas dentro del sistema Ambiental Regional, ya que en las partes altas se encuentran valles intermontanos de pendientes abruptas y amplios procesos erosivos; y en las partes bajas se vuelven de pendientes ligeras y conforme se acerca a las planicies, forman valles acumulativos. Tienen su origen en las partes altas de la sierra que se ubica en la parte norte del SAR, por lo que a partir del parteaguas se distribuyen en dos direcciones: al poniente hacia Lerma y Toluca, y hacia el oriente a la ciudad de México y la zona metropolitana.





CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

IV.2 DESCRIPCIÓN DEL MEDIO FÍSICO

IV. 2.1 LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA Y FISIOGRÁFICA

El Sistema Ambienta Regional (SAR), se encuentra hacia el centro-sur de la República Mexicana entre el Estado de México y el Distrito Federal. Dentro del territorio del Estado de México están inmersos parcialmente los Municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma de Villada, Ocoyoacac y en menor proporción los municipios de Capulhuac, Tianguistenco y Naucalpan de Juárez, mientras que en el Distrito Federal están inmersas las delegaciones Álvaro Obregón, Cuajimalpa y en menor proporción las delegaciones Benito Juarez y Miguel Hidalgo.

Fisiográficamente el Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentra enclavado en la provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, y a su vez en la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac.

La provincia se caracteriza por estar conformada por una masa de rocas volcánicas de todos tipos, acumulada en innumerables y sucesivos episodios volcánicos que iniciaron a mediados del terciario y continuan hasta el presente. Este sistema incluye diversas formas del relieve como valles, ríos, zonas de meseta y páramos e incluso lagos y lagunas. También se presentan otras formaciones que se encuentran dispersos entre llanuras como conos aislados o en enjambre, amplios escudo-volcanes de basalto y depósitos de arenas y cenizas, entre otras formaciones.

La subprovincia fisiográfica Lagos y Volcanes de Anáhuac, en cuyo territorio se incluyen la capital de la Republica y cinco capitales estatales (Toluca, Pachuca, Tlaxcala, Puebla y Cuernavaca), cubre la cuenca de México que se extiende hacia el norte por el territorio hidalguense, hacia el este por la sierra nevada, hacia el oeste por la sierra de las cruces, donde se ubica el SAR del proyecto; y hacia el sur por parte de la sierra del Ajusco, penetrando además en los terrenos lacustres de la cuenca del Lerma. En la zona oeste abarca un vaso lacustre más antiguo y la sierra del Zinantécatl (Nevado de Toluca) y en la parte este, volcanes escudo y lomeríos antiguos.

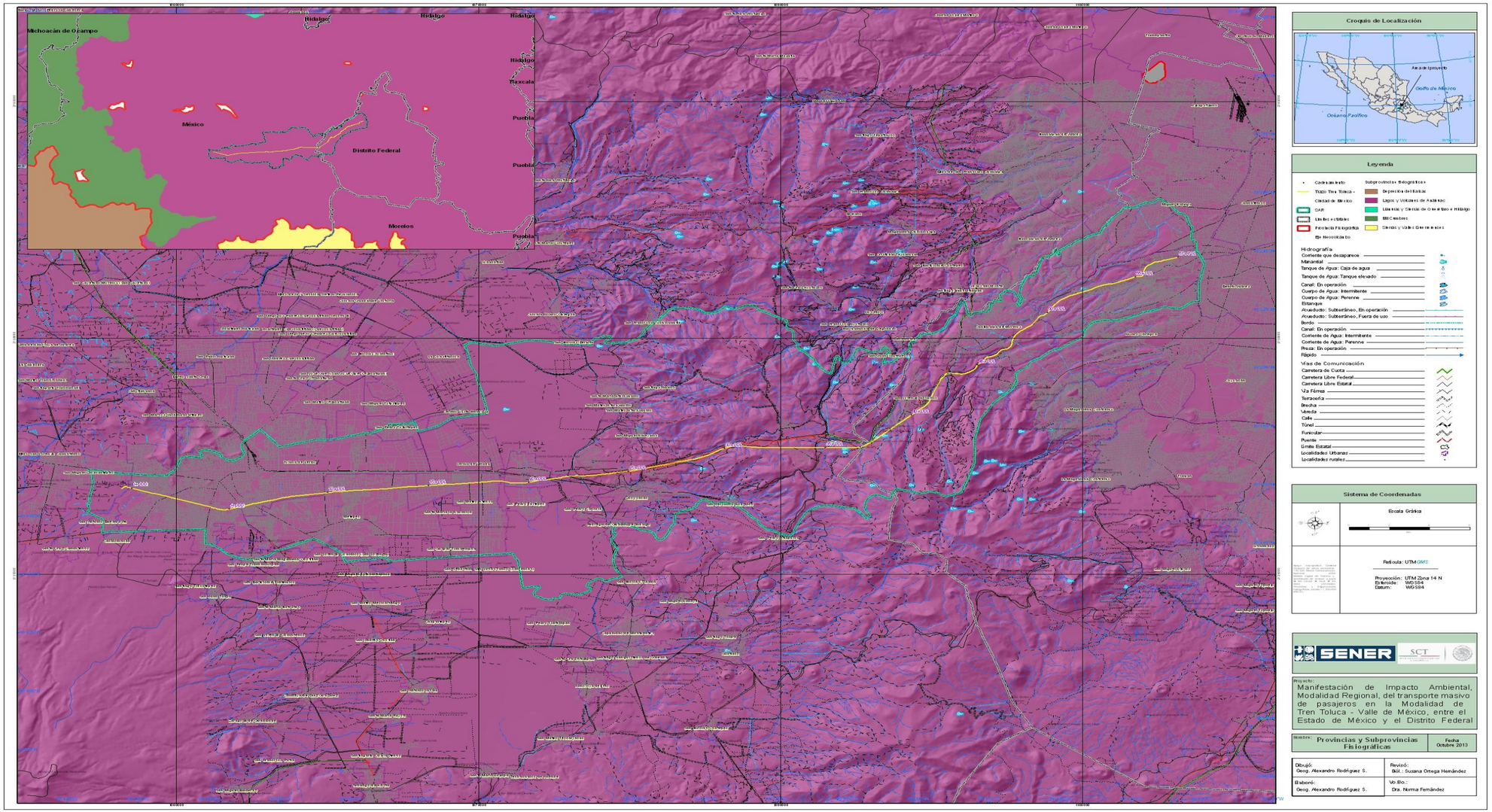


Figura IV.2.1 Localización fisiográfica del SAR

IV.2.2. CLIMAS DENTRO DEL SAR

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen, modificada por García, dentro del SAR predominan los climas los C(w) (semifrío y húmedo) que son característicos de zonas montañosas y mesetas. En este tipo de climas la precipitación y la temperatura cambian en distancias relativamente cortas en función de la altitud y producen importantes variantes climáticas en función de ésta. La precipitación aumenta en verano por la influencia de los movimientos conectivos del aire y por la influencia de ciclones tropicales. La temperatura dentro del SAR va disminuyendo conforme aumenta la altitud llegando a ser semifrío en la parte central y templado en las zonas más bajas. Hay tres subtipos de climas dentro del SAR, y dado que se trata de un proyecto lineal, estos imperarán en diferentes partes del tramo del ferrocarril por lo que a continuación se describen brevemente.

Cb'(w2): Corresponde a un clima Semifrío-subhúmedo con verano fresco largo.La temperatura media anual oscila entre 5°C y 12°C, la temperatura del mes más frío esta entre -3°C y 18°C, la temperatura del mes más caliente es menor a 22°C. La precipitación del mes más seco es menor de 40 mm, las lluvias de verano y el porcentaje de lluvia invernal es del 5% al 10.2% del total anual. Este tipo de clima incide en la zona central del SAR, en los municipios de Ocoyocac y Huixquilucan.

C(w2): Es un clima Templado-subhúmedo en el que la temperatura media anual está entre 12°C y 18°C y la temperatura del mes más caliente por debajo de los 22°C. La precipitación del mes más seco es menor a 40 mm, con lluvias de verano con índice P/T mayor de 55 y un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Este subclima el que incide en una mayor área dentro del SAR del proyecto ya que se presenta en la parte Oeste, en las planicies y en la zona Este, en lo que corresponde a la zona de piedemonte y cañadas.

C(w1): Clima Templado, subhúmedo, con temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frio entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente por debajo de los 22°C. La precipitación en el mes más seco es menor de 40 mm; con lluvias de verano con índice P/T entre 43.2 y 55, y un porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual. Se registra en los dos extremos del SAR.

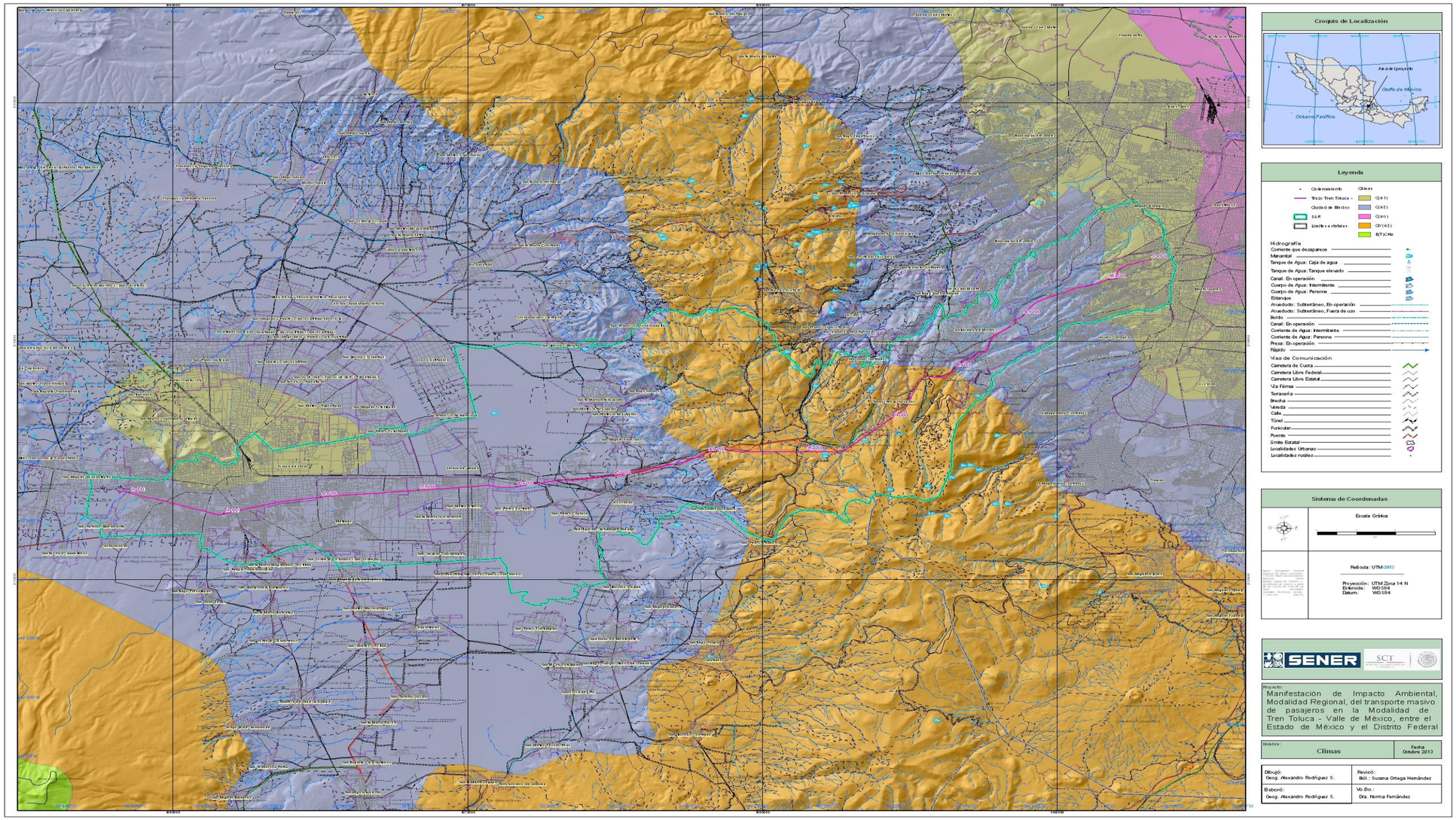


Figura IV.2.2. Mapa de climas con respecto al Sistema Ambiental Regional del proyecto.

IV.2.2.1 Estaciones Meteorológicas en la zona de influencia del proyecto (SAR).

De acuerdo al SMN, existen varias estaciones ubicadas dentro del SAR, por lo que para la elaboración del presente estudio se realizó un análisis climatológico del Sistema, dividiéndolo por zonas respecto a las unidades de paisaje dominantes y de esta manera obtener una mejor representación de las condiciones climáticas a lo largo del trazo ferroviario. Para ello se analizaron los valores medias de temperatura, precipitación y evaporación registradas por las estaciones presentes en cada zona.

La subdivisión del SAR quedo de la siguiente manera:

Zona Oeste: Representa las llanuras lacustres del valle de Toluca cuyo uso de suelo es en su mayoría urbano, para esta zona se analizaron los datos registrados por cinco estaciones meteorológicas ubicadas en esta zona, durante un periodo de 29 años.

Zona centro: Representa el Relieve volcánico de la Sierra de las Cruces, para esta zona se analizaron los datos registrados por tres estaciones meteorológicas existentes en la zona.

Zona Este: Representa la zona de estribaciones de la Sierra de las Cruces ubicadas en las delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón; en esta parte el uso de suelo es en su mayoría urbano. Para el análisis de las condiciones climáticas de esta zona se analizaron los datos de cinco estaciones meteorológicas ubicadas en la zona.

Los resultados obtenidos del análisis se muestran a continuación para cada una de las tres zonas:

Zona Oeste - Llanuras lacustres. Las estaciones consultadas fueron: estación 15126. Toluca (OBS); estación 15211. Nueva Oxtotitlan; estación 15367. Observatorio; estación 15164. Toluca (DGE) y la estación 15266 CODAGEM.

De acuerdo con el análisis realizado con los datos de las estaciones anteriores (Tablas IV.2.1 y el Climograma Grafico IV.2.1), se obtuvo que esta zona presenta un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, la temperatura media anual es de 13.2 °C por lo que, de las tres zonas, ésta es donde menor precipitación al año se registra, acumulando en promedio unos 884 mm anualmente. Abril y Mayo son los meses con la temperatura más alta, alcanzando los 23.7 °C; por el contrario el mes más frio es Diciembre con 1.2 °C en promedio.

Tabla IV 2.1 Condiciones climáticas de la Zona Oeste- Llanura lacustre, presentes en el SAR.

Zona Oeste- Llanura lacustre													
Media mensual	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Temp. media °C	9.7	11.22	12.86	14.7	15.58	15.48	14.64	14.58	14.54	13.36	11.54	10.26	13.2
Temp mínima °C	1.52	1.82	3.14	5.62	7.4	9.0	8.52	8.46	8.52	6.04	2.8	1.2	5.3
Temp. Máxima °C	19.1	20.7	22.6	23.7	23.7	22	20.7	20.7	20.6	20.7	20.3	16.9	21
Precipitación mm	10.72	9.28	14.16	31.94	73.68	162.88	173.48	170.26	152.68	61.14	14.82	8.62	884
Evaporación	105.18	121.8	110.6	173.1	160.5	126.6	122	116.6	108.5	107.5	100.3	98.3	1,450.9

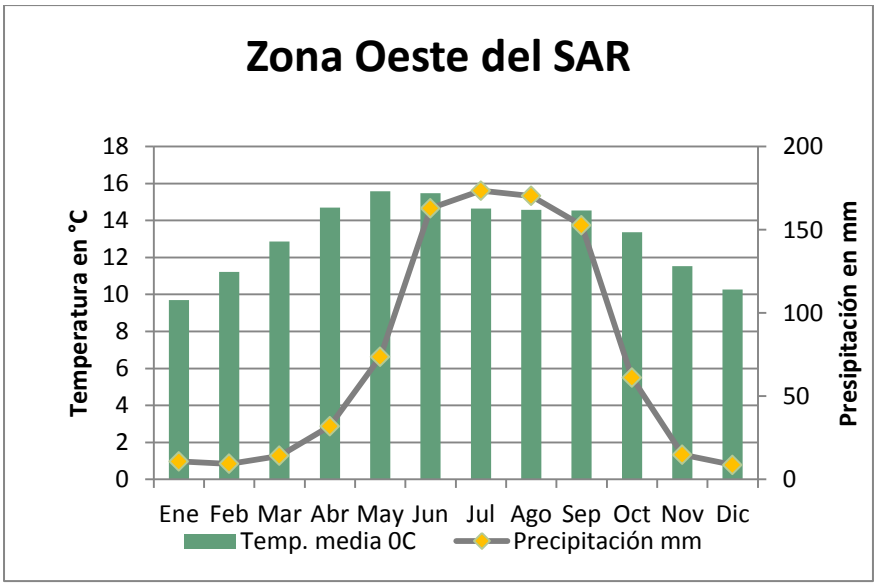


Grafico IV.2.1 Climograma de la Zona Oeste- Llanura lacustre del SAR.

Zona Centro-Relieve volcánico.

Las estaciones consultadas fueron: Estación 15045, La Marquesa; estación 9019, Desierto de los leones y la estación 9030, La Venta Cuajimalpa. De acuerdo con el análisis realizado integrando los datos de las estaciones anteriores (Tablas IV 2.2 y el climograma Grafico IV.2.2), se obtuvo que esta zona presenta un clima Semifrío subhúmedo con lluvias en verano y la temperatura media anual es de 10.7 °C. Esta zona, por su relieve volcánico, registra la mayor precipitación anual con un promedio de 1308 mm de lluvia. Abril es el mes con la temperatura más alta, alcanzando los 20.2 °C, por el contrario el mes más frio es Enero con 1.5 °C en promedio.

Tabla IV 2.2 Condiciones climáticas de la Zona centro-Relieve volcánico, presentes en el SAR.

Condiciones climáticas de la zona centro del SAR.													
Media mensual	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Temp. media ^{0}C	7.9	9	11	12.3	12.7	12.6	11.7	11.7	11.4	10.6	9.3	8.2	10.7
Temp. mínima ^{0}C	1.5	1.7	2.7	4.3	5.5	6.9	6.7	6.6	6.8	4.9	2.2	1.8	4.3
Temp. Máxima ^{0}C	15.8	17.3	19.4	20.2	19.8	18.3	16.6	16.6	16.1	16.2	16.3	15.7	17.4
Precipitación mm	13.9	11.3	16.1	41.7	92.2	220.4	274.3	279.4	232.1	97.7	18.6	10.6	1308.4
Evaporación	74.7	90.5	130.3	132.8	125.8	107.5	105.8	100.2	86.5	82.5	70.3	65.1	1,171.90

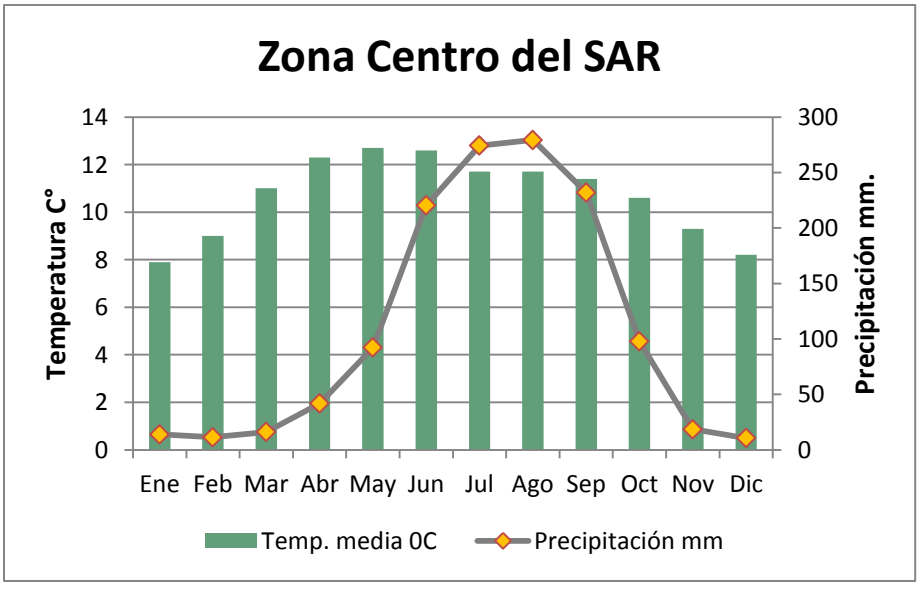


Grafico IV.2.2 Climograma de la Zona centro-Relieve volcánico del SAR.

Zona Este- Estribaciones de la Sierra de las Cruces

Las estaciones consultadas fueron: Estación 9038, Presa Mixcoac; estación 9039, Presa Tacubya; estación 9046, Colonia Santa Fe; estación 9010, Colonia América y la estación 15209, San Joaquin.

De acuerdo con el análisis realizado con los datos de las estaciones anteriores (Tablas IV 2.3 y el Climograma Grafico IV.2.3), se obtuvo que esta zona presenta un clima Templado subhúmedo con lluvias en verano, en el cual la temperatura media anual es de 15.9 °C y al año se precipitan en promedio unos 911.3 mm de lluvia. De las zonas estudiadas, esta zona presenta la temperatura más alta, siendo Abril y Mayo los meses más cálidos en los que se alcanzan en promedio los 26.3 °C. Asimismo, las temperaturas promedio del mes más frio, Enero, son mayores que las que se presentan en las otras dos zonas, con 4.4 °C en promedio.

Tabla IV 2.3 Condiciones climáticas de la Zona Este- Estribaciones S. de las cruces, presentes en el SAR.

Condiciones climáticas de la Zona Este del SAR													
Media mensual	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**Anual**
Temp. media ^{0}C	12.9	14.1	16.4	17.6	18.3	17.7	16.7	16.8	16.5	15.8	14.5	13.5	15.9
Temp mínima ^{0}C	4.4	5.3	7.4	9	10.3	11	10.4	10.4	10.4	8.8	6.6	5.3	8.3
Temp. Máxima ^{0}C	21.46	22.86	25.36	26.28	26.24	24.38	22.94	23.16	18.7	22.74	22.42	21.58	23.2
Precipitación mm	8	8	11.9	26	64.4	160.8	212.5	184.3	151.7	68.9	7.3	7.6	911.3

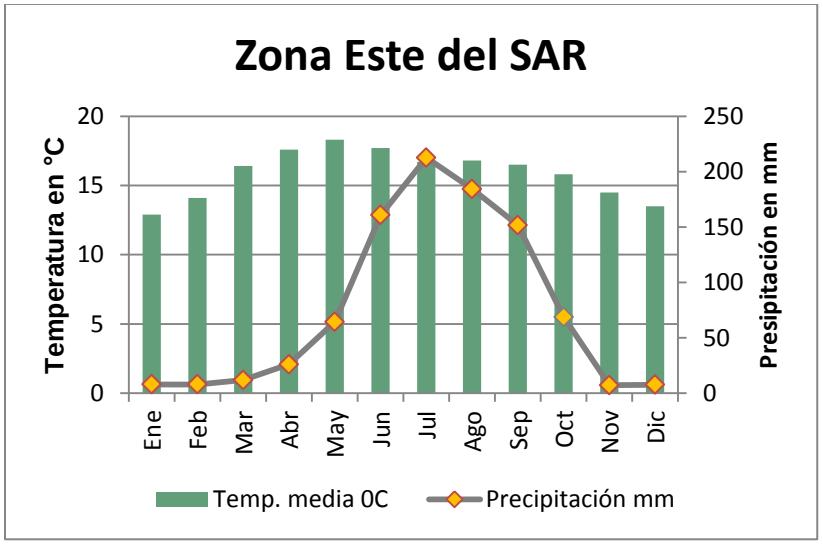
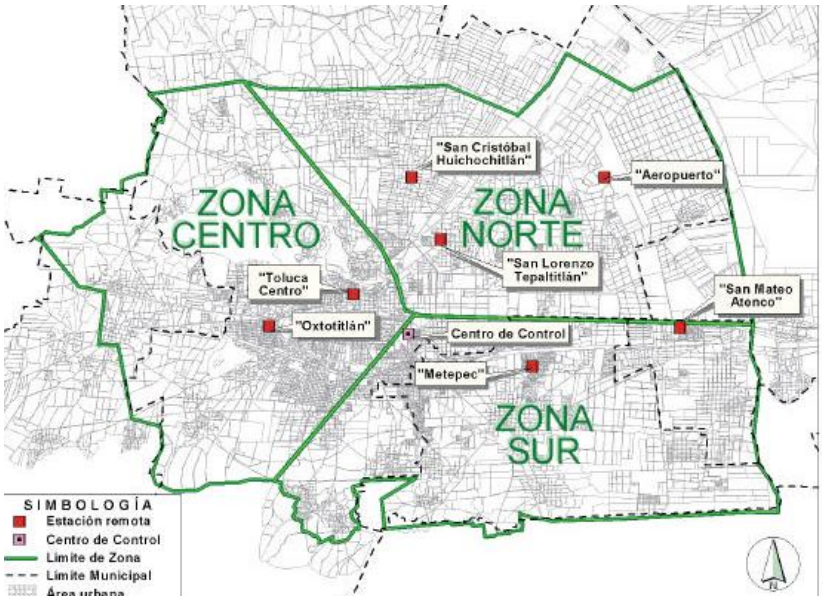


Grafico IV.2.3 Climograma de la Zona centro-Relieve volcánico del SAR.

IV.2.2.2. Calidad del Aire

El Estado de México, ha establecido Redes de Monitoreo Ambiental para dar seguimiento a la calidad del aire en las zonas metropolitanas del Estado de México. Por lo tanto en este apartado se presentará la información recabada de estas redes, toda vez que no existen estaciones de monitoreo en la totalidad del SAR ya que estas se enfocan a analizar la calidad del aire de zonas urbanas.

La red para la Zona Metropolitana del Valle de Toluca (RAMA-ZMVT) consta de un Centro de Control y siete estaciones remotas:



¡Error! No se encuentra el origen de la eferencia. Figura IV.2.3. Zonificación de Monitoreo de calidad del aire para el valle de Toluca

La concentración promedio de los contaminantes monitoreados en las estaciones del SAMA-ZMVT, durante el periodo del 1° de enero de 2006 al 31 de agosto del 2007 se muestra en la tabla IV.2.5. En dicha tabla también se han incluido los puntos IMECA equivalentes a cada concentración, a través de los cuales es posible determinar la calidad del aire.

El límite considerado satisfactorio para cada uno de los contaminantes atmosféricos, se representa con un valor de 100 puntos IMECA; los puntos IMECA equivalentes a cada concentración.

A partir de lo anterior se establece la siguiente escala (Tabla IV.2.4).

Tabla IV.2.4 Escala de calidad del aire según puntos IMECA

Intervalos en puntos IMECA	0-50	51-100	101-150	151-200	> a 200
Calidad del aire	Buena	Regular	Mala	Muy mala	Extremadamente mala

En la Tabla IV.2.5 se presenta la concentración promedio de los contaminantes monitoreados en las estaciones del RAMA-ZMVT, durante el periodo del 1° de enero de 2006 al 31 de agosto de 2007.

Tabla IV.2.5 Registros de calidad ambiental del monitoreo para el valle de Toluca

Contaminante	Concentración	Puntos IMECA	Calidad del aire
Partículas suspendidas (g/m3)	85.2	66	Buena
Bióxido de azufre (ppm)	0,02	12	Buena
Bióxido de Nitrógeno (ppm)	0,05	24	Buena
Monóxido de Carbono (ppm)	2,6	23	Buena
Ozono (ppm)	0,1	61	Buena

De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis de calidad de aire para la ZMVT donde se instalará el proyecto ferroviario se considera "Buena", conforme a la cantidad de Puntos IMECA presentes en la zona.

Vientos dominantes

Principalmente los vientos de invierno se presentan en febrero y marzo; predominantemente con dirección Sur –Norte, por lo que chocan con la parte montañosa de la Sierra de las Cruces y la Sierra de Monte Alto.

Asimismo, los vientos de verano en el periodo de agosto a septiembre cambian su dirección, fluyendo predominantemente de Sureste - Noroeste; por lo que son vientos más húmedos y frescos procedentes de las partes montañosas al oriente del valle.

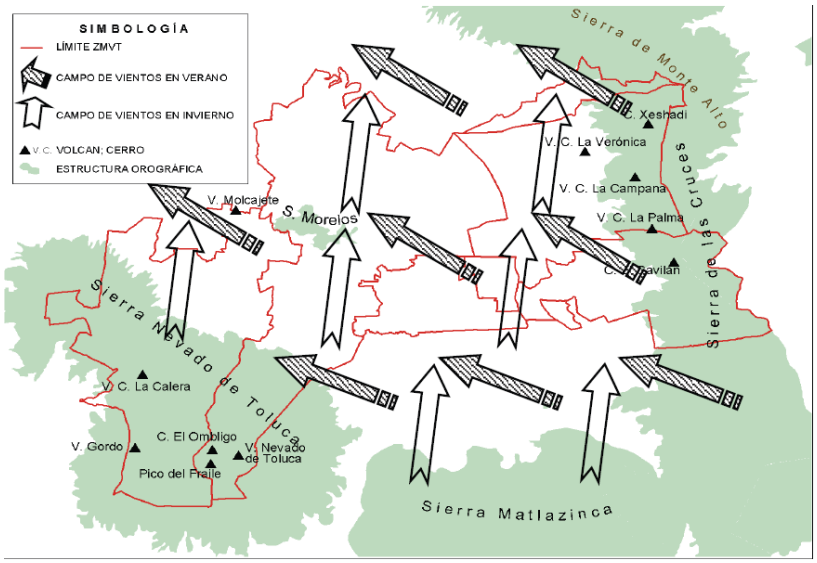


Figura IV.2.4. Dinámica de los vientos en la zona a lo largo del año.

IV.2.3 GEOLOGÍA DEL SAR

El Sistema Ambiental Regional se encuentra en la parte poniente de la subprovincia fisiográfica Lagos y volcanes de Anáhuac, atravesando de poniente a oriente la parte central de la Sierra de las Cruces, dentro del Eje Neovolcánico transversal. La subprovincia está conformada por sierras volcánicas o grandes aparatos individuales que alternan con amplias llanuras formadas por vasos lacustres, como es el caso de Toluca y la ciudad de México. La zona está formada, casi en su totalidad, por mantos de lava y materiales piroclásticos. Los volcanes que aquí se encuentran presentan muchas formas, desde los más viejos con las laderas suavizadas y redondeadas hasta los más recientes, de flancos empinados y sin señas de erosión; incluyendo varios anillos tefráticos. También se encuentran unidades sedimentarias lacustres de suelo del Cuaternario en la zona poniente y oriente del SAR, sobre las cuales se ha establecido la comunidad urbana, modificando su forma y características originales.

De acuerdo con la Carta Geológico-Minera Ciudad de México E14-2, Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Morelos, Esc. 1:250,000, se describe lo siguiente:

Los aparatos volcánicos que presentan un vulcanismo de tipo andesítico-basáltico, fueron definidos como Formación Jumento (QhoA-B2), con edades de 0.004 a 0.01 Ma. El material de estos tres campos contribuyó a la formación de los sedimentos lacustres que conforman la Cuenca de Toluca-Ixtlahuaca; descritos como Formación Ixtapantongo (Qptla). Esta consiste en una secuencia de tobas y rocas clásticas semiconsolidadas que incluyen conglomerados, areniscas y limolitas. El Campo Volcánico Sierra Las Cruces se edificó sobre la secuencia andesítica-dacítica, descrita como Formación Xochitepec (TmA-Da), la cual está parcialmente cubierta por la Formación Las Cruces

(TplA-Da2), así como por una serie de derrames de composición andesítico-dacítico con variación hasta riodacitas.

Esta formación (Las Cruces) está cubierta por lahares y tobas andesíticas de la Formación Zempoala (TplLh-TA2), la cual se considera que su base son los lahares y tobas andesíticas (TplLh-TA2). El Aluvión que rellena los valles de México y Toluca, está conformado por gravas, arenas, cenizas y arcillas cuyo espesor varía de 30 a 300 m (Qhoal, Qholm-ar).

.

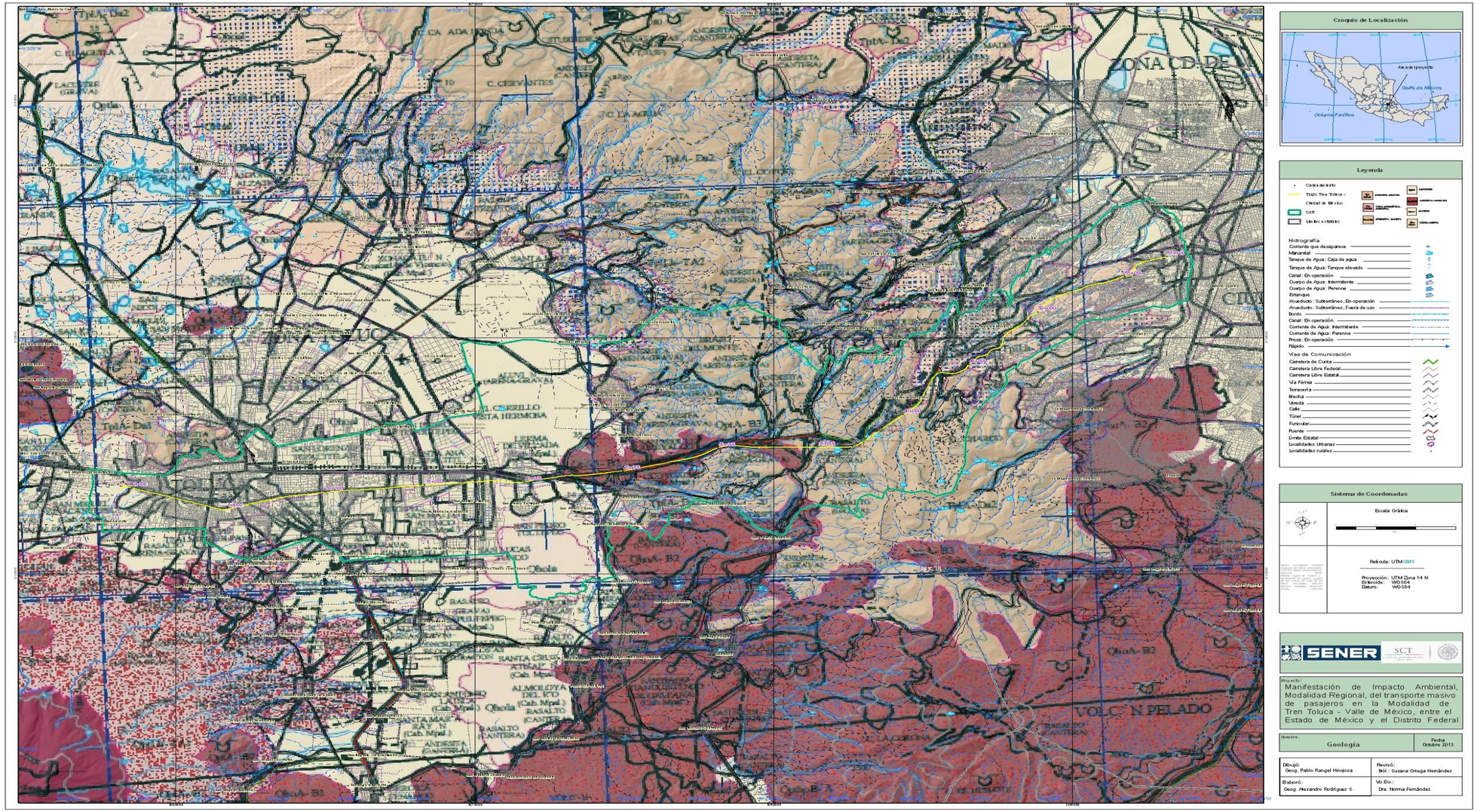


Figura IV.2.5. Figura IV.2.5 Mapa geológico con respecto al Sistema Ambiental Regional.

IV.2.4 EDAFOLOGÍA DEL SAR

El área de estudio, se encuentra dentro de un ambiente de formación predominantemente volcánica y de depósitos cuaternarios en las zonas de las llanuras y piedemonte. Esto conlleva una dinámica de modelaje que forma paisajes en los que se muestra una gran variedad de geoformas y de suelos originados a partir de los procesos volcánicos ocurridos en la zona.

Dentro del área que ocupará el proyecto y el SAR se identifican 4 principales usos de suelo: urbano, forestal, agrícola y pastizal (INEGI 2005);

Los suelos que se estima son los más vulnerables a la afectación humana son los que se encuentran en zonas forestales montañosas, debido a que éstos presentan el mayor grado de conservación identificado a lo largo del proyecto y las actividades pueden implicar un cambio en sus propiedades originales. No obstante, a diferencia de las zonas forestales, las zonas por las que atraviesa la mayor proporción del proyecto, corresponden a zonas urbanas, pastizales y áreas agrícolas, en las que sus suelos, si bien tendrán el mismo impacto de las obras del proyecto, presentan un nivel de conservación bajo debido a que están expuestos a actividades antrópicas, aunada a la actividad que en ellos se desarrolla; lo que hace que sean suelos altamente susceptibles a los agentes erosivos y de degradación de sus propiedades físico químicas, por lo que se puede considerar que son suelos deteriorados por la actividad humana y vulnerables.

La afectación que pudiera presentarse dentro del SAR y a lo largo del proyecto podría reducirse al mínimo si se hace un planteamiento adecuado para el rescate y conservación de suelos, y en conjunto con las acciones de reforestación se planteen como medidas de restauración, lo que propiciaría el mejoramiento ambiental a lo largo de las zonas afectadas.

A continuación se presenta una breve descripción de los suelos presentes en el SAR.

Andosoles (T): Son suelos derivados principalmente de ceniza volcánica vítrica, producto de actividad volcánica reciente. Tienen un color gris muy obscuro, textura media, rica en materia orgánica, pero pobres en nutrientes por ser un medio ácido. Presentan elevada susceptibilidad a erosionarse. Dentro del SAR se encuentra el siguiente subtipo de suelo.

Andosol húmico (Th): El SAR, en su parte central se ubica sobre esta unidad edáfica. Este tipo de suelo se localiza principalmente en zonas que aún conservan vegetación forestal, así como zonas agrícolas y urbanas que presentan un nivel de degradación que va de medio a alto. Esta unidad se encuentra del cadenamiento 28+600 al 44+000 del proyecto.

Cambisoles (B): Los Cambisoles integran suelos con formación de por lo menos un horizonte subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y su coloración principalmente parduzca debida al incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Se caracterizan por una meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial. Constituyen buenas tierras agrícolas por lo que se usan intensivamente con estos fines. Dentro del SAR se encuentra el subtipo Cambisol crómico, que se encuentra en la zona de laderas del relieve volcánico, con muy poca

influencia en la parte centro norte. El trazo del proyecto no cruza por esta unidad de suelo, pero se encuentra en los límites del SAR a la altura de los cadenamientos 29+600 y 34+600.

Feozem (H): Son suelos relativamente húmedos con un horizonte superficial oscuro, rico en humus. Son suelos porosos, fértiles y son excelentes tierras agrícolas y de pastizal. Pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Se presentan en tierras suficientemente húmedas de modo que la mayoría de los años hay alguna percolación a través del suelo, pero también se intercalan con períodos en los cuales el suelo se seca. Se presenta en zonas llanas a onduladas en las que la vegetación natural es pastizal (la estepa de pastos altos) y/o bosque. Dentro del SAR se encuentran tres subtipos de Feozem:

Feozem gléyico (Hg): Esta unidad se encuentra hacia el norte y sur del trazo, del cadenamiento 19+200 al 22+800. Forma subsuelo de varios colores debido a su condición de oxido-reducción. Esta propiedad es causada por saturación periódica con agua y se distribuye en la zona centro del SAR, en la zona de planicies que periódicamente se inundan (Ciénegas). Este tipo de suelo en el área de estudio presenta un alto nivel de degradación debido al uso agrícola intensivo y crecimiento de la mancha urbana con acciones de desecación.

Feozem háplico (Hh): Cuenta con una capa superficial rica en materia orgánica y nutrientes, lo que le ofrece la posibilidad de ser utilizado en la agricultura con altos rendimientos. Estos se ubican en la mayor parte de las llanuras lacustres que se encuentran en el extremo oeste del SAR y presentan un alto nivel de degradación debido al uso agrícola intensivo y el crecimiento de la mancha urbana. El trazo pasa sobre esta unidad del cadenamiento 0+000 hasta el 28+600.

Feozem lúvico (Hl): Feozem con subsuelo más rico en arcilla que en la capa superficial reflejo de procesos de iluviación. Esta unidad se encuentra distribuída en la zona de piedemonte al Este del SAR, en donde el Trazo ferroviario cruza del cadenamiento 43+400 al 56+200.

Histosol eútrico (Oe): Los Histosoles comprenden suelos formados por un alto contenido de material orgánico. Generalmente son suelos de turba y pantanos en los que la mineralización es lenta y la transformación de restos vegetales a través de la desintegración bioquímica y formación de sustancias húmicas, crea una capa superficial de moho. Se encuentran en una pequeña zona en la parte centro sur del SAR, en las proximidades de las denominadas Ciénegas de Lerma. Este tipo de suelo se encuentra entre el cadenamiento 16+600 y el 22+800 del proyecto.

Leptosol (I): Son suelos extremadamente pedregosos, comunes en zonas montañosas y en los que predomina un uso de suelo forestal. Se caracterizan por su escasa profundidad y alta pedregosidad. Son suelos que se encuentran en todos los climas y soportan muy diversos tipos de vegetación. Dentro del SAR se caracterizan por tener una profundidad menor de 10 cm hasta la roca, tepetate o caliche duro. Se localizan en mayor o menor proporción, en laderas de barrancas y malpaís, así como en lomeríos. Se encuentra dentro del SAR a la altura del cadenamiento 26+000 hacia el norte.

Luvisol crómico (Lc): Es un suelo que se encuentra en zonas templadas, aunque en ocasiones se pueden encontrar en climas algo más secos. Se caracteriza por tener un enriquecimiento de arcilla en el subsuelo, lo que atribuye una alta susceptibilidad a la erosión. Su cobertura de vegetación natural es generalmente de bosques templados. Se usa con fines agrícolas y su fertilidad es

moderada, siendo común el surgimiento de cárcavas ante su abandono. Se localiza en la zona centro del SAR en una franja que va de norte a sur. El trazo no pasa sobre esta unidad, pero este tipo de suelo se distribuye hacia el sur y norte del proyecto, entre los cadenamientos 27+000 al 32+000.

Vertisol pélico (Vp): Es un suelo de color negro a gris oscuro, que se caracteriza por presentar grietas anchas y profundas en la época de sequía. Son suelos muy arcillosos, en general fértiles, pero presentan ciertos problemas para su manejo ya que su dureza dificulta la labranza y con frecuencia presentan problemas de anegamiento por mal drenaje en temporada de lluvias, y alta pérdida de agua superficial en temporada de estiaje por la formación de grietas. Se distribuyen en la parte centro del SAR, donde tienen un uso agrícola intensivo y urbano. Esta unidad se encuentra al norte y al sur del trazo a la altura del cadenamiento 23+600 al 26+400.

Para corroborar y afinar la información bibliográfica referente al suelo dentro del SAR, se realizó una salida de campo en la que se caracterizaron 5 perfiles de suelo, 7 puntos de verificación edáfica (calicatas) y 10 puntos de verficación general del medio físico dentro del SAR. Con dicha información se obtuvo una mejor descripción edáfica y en general del medio físico que presenta el sistema ambiental regional (Anexo IV.2.1).

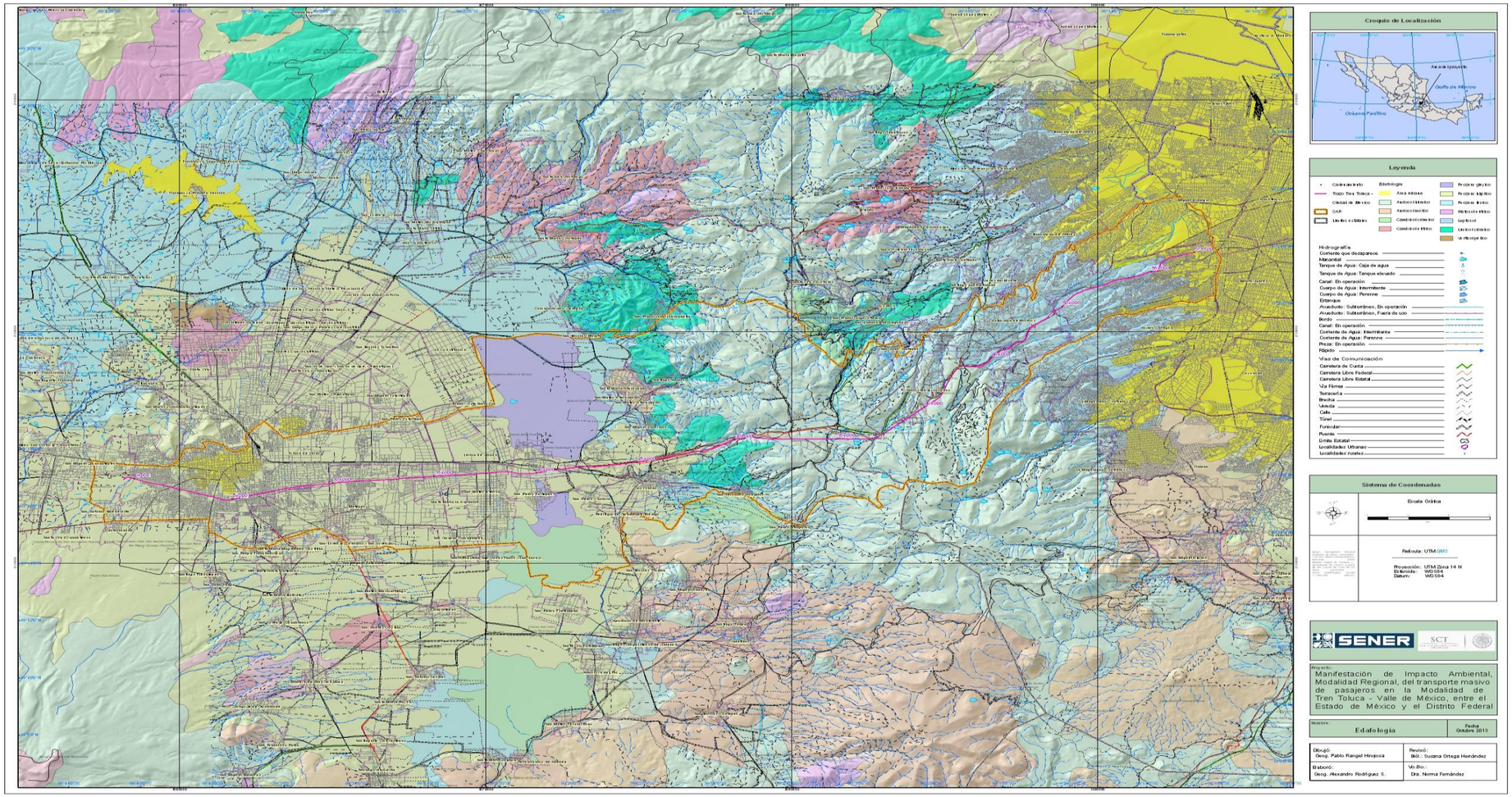


Figura IV.2.6. Mapa de suelos y su distribución en el SAR.

IV.2.4.1. Erosión dentro del SAR.

El promedio anual de la superficie erosionable en la zona Metropolitana del Valle de Toluca es de 1,162.2 kg/km^2, lo cual permite determinar que la erosión en la ZMVT está más agravada que en los Municipios Conurbados de la ZMVM, en donde anualmente se erosionan 1,119.3 kg/km^2 (Gobierno del Estado de México. 2008).

Existen varias metodologías para estimar las pérdidas de suelo por erosión, en este caso, el método utilizado para estimar de manera regional la afectación por los procesos erosivos dentro del SAR es la aplicación de la fórmula matemática denominada Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos Revisada(RUSLE), que ha mostrado ser un modelo que permite estimar en campo, la erosión actual y potencial del suelo, y que se utiliza como un instrumento de planeación para establecer las prácticas y obras de conservación de suelos que deba realizar el proyecto para que este problema no se incremente y que la erosión en el sitio sea menor que la tasa máxima permisible de erosión. La tasa máxima permisible de pérdidas de suelo es de 10 t/ha; mayores pérdidas significan degradación del recurso. Para utilizar este modelo en forma práctica se utilizaron algunos resultados que se han obtenido de la investigación en México y que han permitido a nivel nacional hacer un uso adecuado de este modelo predictivo; además de la información recabada en campo mediante el análisis detallado de perfiles edafológicos y puntos de verificación en toda el área de estudio.

La expresión matemática general del modelo es la siguiente:

$$E=R*K*LS*C*P$$

Dónde:

E= Pérdida de suelo promedio anual en (T/ha/año)

R= Factor de erosividad de las lluvias en (MJ/Ha*mm/hr)

K= Factor de erosionabilidad del suelo

LS= Factor topográfico (función de longitud – inclinación – forma de la pendiente).

C= Factor de ordenación de los cultivos (cubierta vegetal).

P= Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo).

Para llevar a cabo el cálculo de este parámetro se utiliza la información generada para la región de acuerdo al mapa de erosividad de la República Mexicana. A continuación se presenta el cálculo de cada uno de los componentes de la RUSLE para el área de estudio:

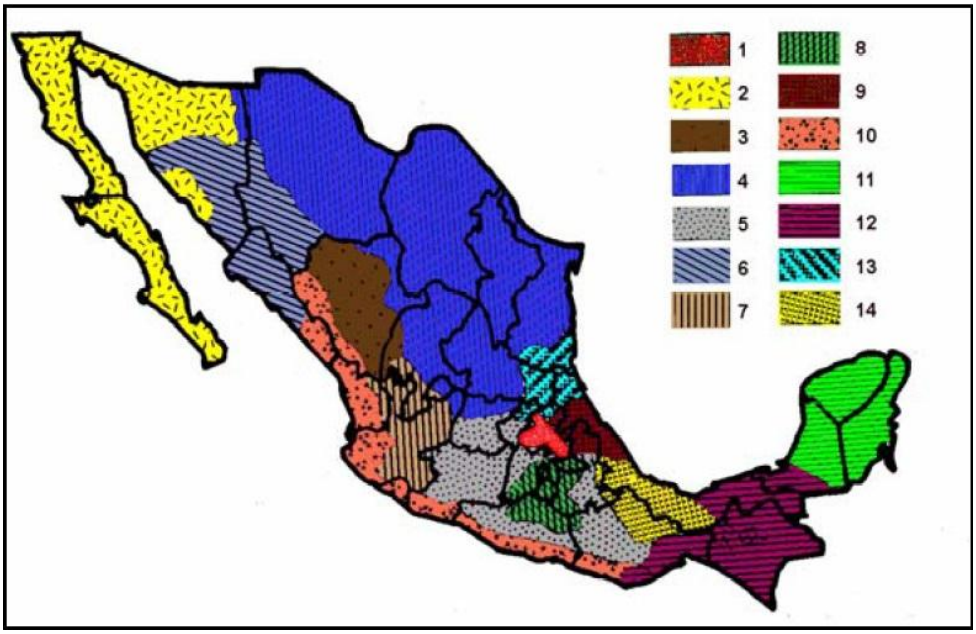


Figura. IV.2.7. Mapa de erosividad de la República Mexicana

La región bajo estudio se asocia a un número de la región del mapa y se consulta una ecuación cuadrática donde a partir de datos de precipitación anual (P) se puede estimar el valor de R.

Ecuación para estimar la erosividad de la lluvia:

$$R \text{ (región VIII)} = 1.9967P + 0.003270P^2$$

Dónde:

R = Erosividad de la lluvia Mj/ha mm/hr.

P= Precipitación media anual de la región.

Estimación de R:

Tomando en cuenta las tres zonas del análisis climático se consideraran tres valores de precipitación media anual según sea el caso de la ubicación correspondiente a cada polígono correspondiente a las unidades de paisaje, figura IV.2.3.

Para la zona Oeste el valor de R será el siguiente:

R=4320.5 Mj/ha mm/hr

Para la Zona Centro, R tendrá un valor de:

R=8206.2 Mj/ha mm/hr

Para la Zona Este el valor será:

R = 4535.2 Mj/ha mm/hr.

Estimación de K:

K= Factor de erosionabilidad del suelo.

La susceptibilidad de los suelos a erosionarse depende del tamaño de las partículas del suelo, del contenido de materia orgánica, de la estructura del suelo y en especial del tamaño de los agregados y de la permeabilidad. En la siguiente tabla se muestran los valores de erosionabilidad de los suelos (K) que se utilizaron para estimar el valor de dicha variable en cada predio a partir de la textura y el contenido de materia orgánica, como se presenta en la siguiente tabla.

Tabla. IV.2.6. Valores de erosionabilidad del suelo

Textura	% de materia orgánica		
	0.0 – 0.5	0.5 – 2.0	2.0 – 4.0
Arena	0.005	0.003	0.002
Arena fina	0.016	0.014	0.010
Arena muy fina	0.042	0.036	0.028
Arena migajosa	0.012	0.010	0.008
Arena fina migajosa	0.024	0.020	0.016
Arena muy fina migajosa	0.044	0.038	0.030
Migajón arenosa	0.027	0.024	0.019
Migajón arenosa fina	0.035	0.030	0.024
Migajón arenosa muy fina	0.047	0.041	0.033
Migajón	0.038	0.034	0.029
Migajón limoso	0.048	0.042	0.033
Limo	0.060	0.052	0.042
Migajón arcillo arenosa	0.027	0.025	0.021
Migajón arcillosa	0.028	0.025	0.021
Migajón arcillo limosa	0.037	0.032	0.026
Arcillo arenosa	0.014	0.013	0.012
Arcillo limosa	0.025	0.023	0.019
Arcilla	0.013 - .029		

Estimación de LS:

LS= Factor topográfico (función de longitud – inclinación – forma de la pendiente).

Este factor considera la longitud y el grado de pendiente por lo que para estimar este valor es necesario determinar la pendiente media del terreno, la cual se obtiene determinando la diferencia de elevación del punto más alto del terreno al más bajo de tal forma que:

$$S= Hf- Hi / L$$

Dónde:

S = Pendiente media del terreno (%).

Hf = Altura más alta del terreno (m).

Hi = Altura más baja del terreno (m)

L = Longitud del terreno (m).

Si conocemos la pendiente y la longitud de la pendiente, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$LS = (\lambda)m\ (0.0138 + 0.00965\ S + 0.00138\ S2).$$

Dónde:

LS = Factor de grado y longitud de la pendiente.

λ= Longitud de la pendiente

S= Pendiente media del terreno.

m= Parámetro cuyo valor es 0.5

Estimación de C:

C= Factor de ordenación de los cultivos (cubierta vegetal).

Los valores de (C) que se reportan para diferentes partes del mundo y para México se presentan en la tabla IV.2.5.

Tabla IV.2.7.Factor de C utilizado para la protección del suelo.

Cultivo	Nivel de Productividad.		
	Alto	Moderado	Bajo
Maíz	0.54	0.62	0.8
Maíz labranza cero	0.05	0.1	0.15
Maíz rastrojo	0.1	0.15	0.2
Algodón	0.3	0.42	0.49
Pastizal	0.004	0.01	0.1
Alfalfa	0.02	0.05	0.1
Trébol	0.025	0.05	0.1
Sorgo grano	0.43	0.55	0.7
Sorgo grano rastrojo	0.11	0.18	0.25
Soya	0.48	0.38	0.53
Soya después de maíz con rastrojo	0.18	0.18	0.25

Trigo	0.15	0.01	0.1
Trigo rastrojo	0.1	0.54	0.62
Bosque natural	0.001	0.01	0.10
Sabana en buenas condiciones	0.01	0.54	
Sabana sobrepastoreada	0.1	0.22	
Maíz - sorgo, Mijo	0.4 a 0.9		
Arroz	0.1 a 0.2		
Algodón, tabaco	0.5 a 0.7		
Cacahuate	0.4 a 0.8		
Palma, cacao, café	0.1 a 0.3		
Piña	0.1 a 0.3		

Estimación de P:

P= Factor de prácticas de conservación (conservación de la estructura del suelo).

Como última alternativa para reducir la erosión de los suelos se tiene el uso de las prácticas de conservación de suelos para que se puedan alcanzar las pérdidas de suelo máximas permisibles.

El factor P se estima comparando las pérdidas de suelo de un lote con prácticas de conservación y un lote desnudo y el valor que se obtiene varia de 0 a 1. Si el valor de P es cercano a 0, entonces hay una gran eficiencia en la obra o práctica seleccionada y si el valor es cercano a 1, entonces la eficiencia de la obra es muy baja para reducir la erosión. Los valores de P que se utilizan para diferentes prácticas y obras como el surcado al contorno, surcos con desnivel, surcos perpendiculares a la pendiente, fajas al contorno, terrazas de formación sucesiva construidas en terrenos de diferentes pendientes y las terrazas de banco se muestran en la Tabla IV.2.8.

Tabla IV.2.8. Factor de P utilizado para diferentes prácticas y obras de conservación del suelo y agua.

Práctica	Valor de P
Surcado al contorno	0.75-0.90
Surcos rectos	0.80-0.95
Franjas al contorno*	0.60-0.80
Terrazas (2-7 % de pendiente)	0.5
Terrazas (7-13 % de pendiente)	0.6
Terrazas (mayor de 13 %)	0.8
Terrazas de Banco	0.1

Terrazas de Banco en contrapendiente	0.05

Es importante notar que la eficiencia que se logra con el uso de las prácticas mecánicas es menor que la que se alcanza con el uso de la vegetación y el manejo del cultivo; sin embargo cuando se combinan el uso de la vegetación y la práctica mecánica existe un doble efecto. Para determinar el efecto de las prácticas de manejo y de las obras de conservación del suelo, es necesario seleccionar las prácticas de manejo de la vegetación y señalar la manera como se realizarían las obras y prácticas de conservación del suelo y agua.

Para llevar a cabo el desarrollo de la formula y los cálculos correspondientes se utilizaron datos obtenidos en campo y bibliografía del sitio; en dónde hay que tomar en cuenta que la interacción de la atmósfera con la geomorfología del SAR, los suelos y vegetación de ésta, así como las actividades del hombre, lo hacen tan complejo, que su modelación únicamente puede proporcionar estimaciones aproximadas, mismas que estarán en correspondencia con la calidad de la información utilizada.

Con los datos obtenidos se pudo realizar el cálculo de la tasa de erosión actual en la zona del SAR para cada polígono correspondiente a las diferentes unidades de paisaje, de acuerdo a sus características edáficas, de vegetación, pendiente y precipitación. Cabe señalar que se excluyeron los polígonos de zonas urbanas, ya que propiamente sus suelos no presentan erosión; sin embargo si representan la pérdida del suelo debido a los cambios de uso de suelo, así como la presencia de caminos sin pavimentar, predios sin cubierta vegetal y asentamientos irregulares.

A continuación se presentan los resultados de estimación de la erosión en el SAR para cada una de las unidades de paisaje identificadas.

Tabla IV.2.9. Valores obtenidos de la erosión actual en la zona del SAR.

Erosión actual								
Unidad de paisaje	**Polígono**	**Ha**	**R**	**K**	**LS**	**C**	**Total T/ha/año**	**Pérdida total Ton/ año**
Sistema fluvial	2	20.6	4320.5	0.042	0.19	0.54	0.90	18.64
Llanuras lacustres y eólicas	3	337.5	4320.5	0.013	0.09	0.54	0.01	3.75
Llanuras lacustres y eólicas	4	157.72	4320.5	0.012	0.11	0.54	0.02	3.18
Sistema de piedemonte	5	32.91	4320.5	0.048	9.38	0.54	31.93	1050.94
Relieve volcánico	6	133.43	8206.2	0.027	5.08	0.54	4.56	608.38
Relieve volcánico	7	44.39	8206.2	0.027	2.07	0.54	5.58	247.67
Sistema montañoso	8	72.36	8206.2	0.024	14.80	0.01	0.40	29.15
Sistema fluvial	9	134.53	8206.2	0.025	49.40	0.01	0.72	97.29
Relieve volcánico	10	1041.47	8206.2	0.021	32.34	0.001	0.01	5.57

Sistema piedemonte	11	37.69	8206.2	0.027	17.90	0.54	56.81	2141.32
Sistema de piedemonte	13	11.55	8206.2	0.027	7.09	0.1	13.60	157.05
Relieve volcánico	14	207.86	8206.2	0.021	11.79	0.001	0.01	2.03
Sistema fluvial natural	15	187.88	4535.2	0.027	6.58	0.1	0.43	80.62
	Total	2419.89						4444.99

De acuerdo con el desarrollo de la RUSLE, se obtuvo que las unidades de paisaje correspondientes al Piedemonte, son los sistemas más afectados anualmente por procesos erosivo. En la tabla anterior se puede ver que la unidades 5, 11 y 13 superan por mucho el máximo permisible de pérdida de suelo anual que es de 10 Ton/ha/año, esto se debe principalmente al intenso uso agrícola, cuyos cultivos son de temporal, lo cual provoca que en épocas de estiaje los suelos queden desprovistos de una cubierta y queden expuestos directamente a los agentes erosivos. La pendiente del terreno también es un factor determinante para la pérdida de suelo, en este caso las unidades presentan una pendiente media.

En términos de erosión, a el piedemonte le siguen las unidades de relieve volcánico, correspondientes a los polígonos 6 y 7 que, aunque no superan la tasa máxima permisible, en ellos también se llevan a cabo prácticas agrícolas que provocan la degradación de sus suelos y esto puede notarse al compararse con los polígonos de la misma unidad como son el 10 y el 14, donde la pérdida de suelo es poco significativa por la cubierta vegetal que proporciona el bosque natural. Similar situación se observa en los polígonos 9 y 15 del sistema fluvial, lo que demuestra que los Andosoles son resistentes a la erosión cuando no son perturbados y conservan su cobertura; pero pueden ser muy frágiles en condiciones de degradación atribuible a su alto contenido de arcillas. Debido a esto es muy importante que de manera inmediata se realicen las medidas de mitigación necesarias para evitar la erosión del suelo después de las actividades de desmonte y despalme, especialmente en los km 28+100 - 28+600 y del 37+800 al 38+800. Por último están las unidades de llanura lacustres, en las cuales la erosión es mínima.

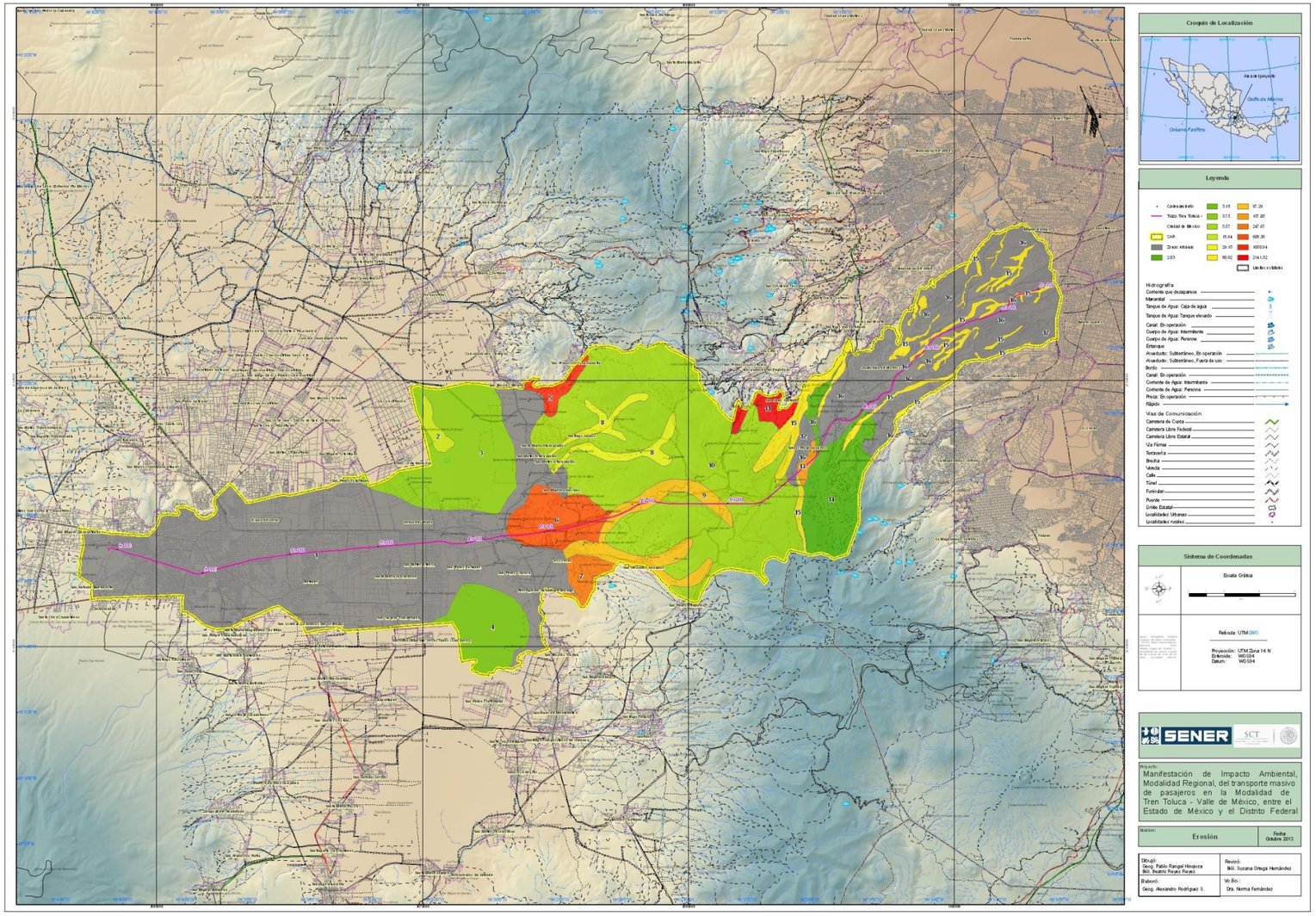


Figura IV.2.8. Estimación de la Erosión total anual por unidad de paisaje dentro del SAR (ton/año).

Si observamos la Tabla IV.2.10, en ella se muestra la erosión potencial de la zona del SAR, podemos ver que estas zonas son altamente vulnerables a los procesos erosivos una vez que se retira la cubierta vegetal, por tal motivo y como ya se había mencionado será importante tomar medidas de mitigación que minimicen los efectos erosivos y permitan a mediano y largo plazo la restauración de la zona.

Tabla IV.2.10. Valores obtenidos de la erosión potencial por unidad de paisaje en el SAR.

Erosión potencial							
Unidad de paisaje	Polígono	Ha	R	K	**LS**	**Total t/ha/año**	**Pérdida total Ton/ año**
Sistema fluvial	2	20.6	4320.5	0.042	0.19	34.52	711.06
Llanuras lacustres y eólicas	3	337.5	4320.5	0.013	0.09	5.19	1750.05
Llanuras lacustres y eólicas	4	157.72	4320.5	0.012	0.11	5.90	929.90
Sistema de pie de monte	5	32.91	4320.5	0.048	9.38	1946.18	64048.78
Relieve volcánico	6	133.43	8206.2	0.027	5.08	1126.63	150326.35
Relieve volcánico	7	44.39	8206.2	0.027	2.07	458.64	20359.23
Sistema montañoso	8	72.36	8206.2	0.024	14.80	2914.85	210918.34
Sistema fluvial	9	134.53	8206.2	0.024	49.40	9729.33	1308886.82
Relieve volcánico	10	1041.47	8206.2	0.021	32.34	5572.98	5804087.96
Sistema de pie de monte	11	37.69	8206.2	0.027	17.90	3965.40	149456.09
Sistema de pie de monte	13	11.55	8206.2	0.027	7.09	1570.48	18139.02
Relieve volcánico	14	207.86	8206.2	0.021	11.79	2031.44	422256.09
Sistema fluvial natural	15	187.88	4535.2	0.027	6.58	806.19	151467.74
						Total:	8215753.81

IV.2.4.2. Escurrimientos en el SAR.

El concepto de escurrimiento se aplica a "*el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca*". Para llevar a cabo el cálculo del Coeficiente de escurrimiento (que además forma parte del balance de agua que se realiza para el SAR, en los apartados posteriores) se optó por utilizar el procedimiento que se cita en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2002), cuyo objetivo es establecer el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y subterráneas, para su explotación, uso o aprovechamiento.

De acuerdo con la Norma, el Coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Ce = K\ (P-250)/2000, \text{ cuando K es menor o igual que } 0.15$$
$$Ce = K\ (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5, \text{ cuando k es mayor que } 0.15$$

Dónde:
Ce = Coeficiente de escurrimiento anual
K = Parámetro que depende del tipo y uso actual del suelo
P = Precipitación anual en mm

Los valores de K, que está en función del tipo, cubierta vegetal y uso actual del suelo, se presentan en la Tabla IV.2.11.

Tabla IV.2.11. Valores de K en función del tipo y uso de suelo

Uso del suelo	Tipo de suelo		
	Permeables*	Medianamente permeables**	Casi impermeables***
Barbecho. áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de pradera	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal (% de suelo cubierto o pastoreo):			
Más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Fuente: CNA, 2002: * Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos; ** Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos permeables y terrenos migajosos; *** Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas.

El coeficiente de escurrimiento del área de estudio se calculó de acuerdo con las características de cada uno de los diecisiete polígonos, correspondientes a las unidades de paisaje en el SAR (y que se describen en el Apartado IV.2.6). Cabe mencionar que si bien algunas unidades de paisaje se repiten, al interior de cada polígono pueden variar las características de éstas, particularmente, su cobertura vegetal, por lo que el valor estimado del coeficiente de escurrimiento difiere.

De acuerdo con los resultados obtenidos, prácticamente la zona Este, correspondiente a las llanuras lacustres, y donde el promedio anual de precipitación es de 884 mm, el Ce promedio es de 20% determinado principalmente por suelos poco permeables en las zonas agrícolas e impermeables en la zona urbana. Por otro lado, la zona centro, correspondiente a la unidad de relieve volcánico, presenta una precipitación anual de 1308.4 mm y un Ce promedio de 13%. En este caso la precipitación anual es mayor que en la zona Este, el Ce es menor debido a que la mayoría del agua se infiltra ya que los suelos son altamente permeables por sus características físico químicas, como la textura, porosidad, etc. y el sistema radicular de la vegetación forestal permite la infiltración de casi toda el agua que precipita. En la zona Este del SAR el promedio del Ce es de 18%, atribuible a que la geomorfología favorece el escurrimiento más que la infiltración.

Con los datos obtenidos se estimó el Volumen medio anual de escurrimiento natural de las 4581.13 ha que conforman el SAR, para lo cual se sacó un promedio del Ce de las 17 unidades de paisaje y para la precipitación se sacó el promedio anual de las tres zonas del SAR. La ecuasion utilizada fue la siguiente:

$$P * At * Ce$$

Dónde:

P= Precipitación anual (Mm3)

At = Área total (km^2)

Ce = Coeficiente de escurrimiento anual

VMAEN=1.04* 45.8 *0.16 = 7.62 Mm^3

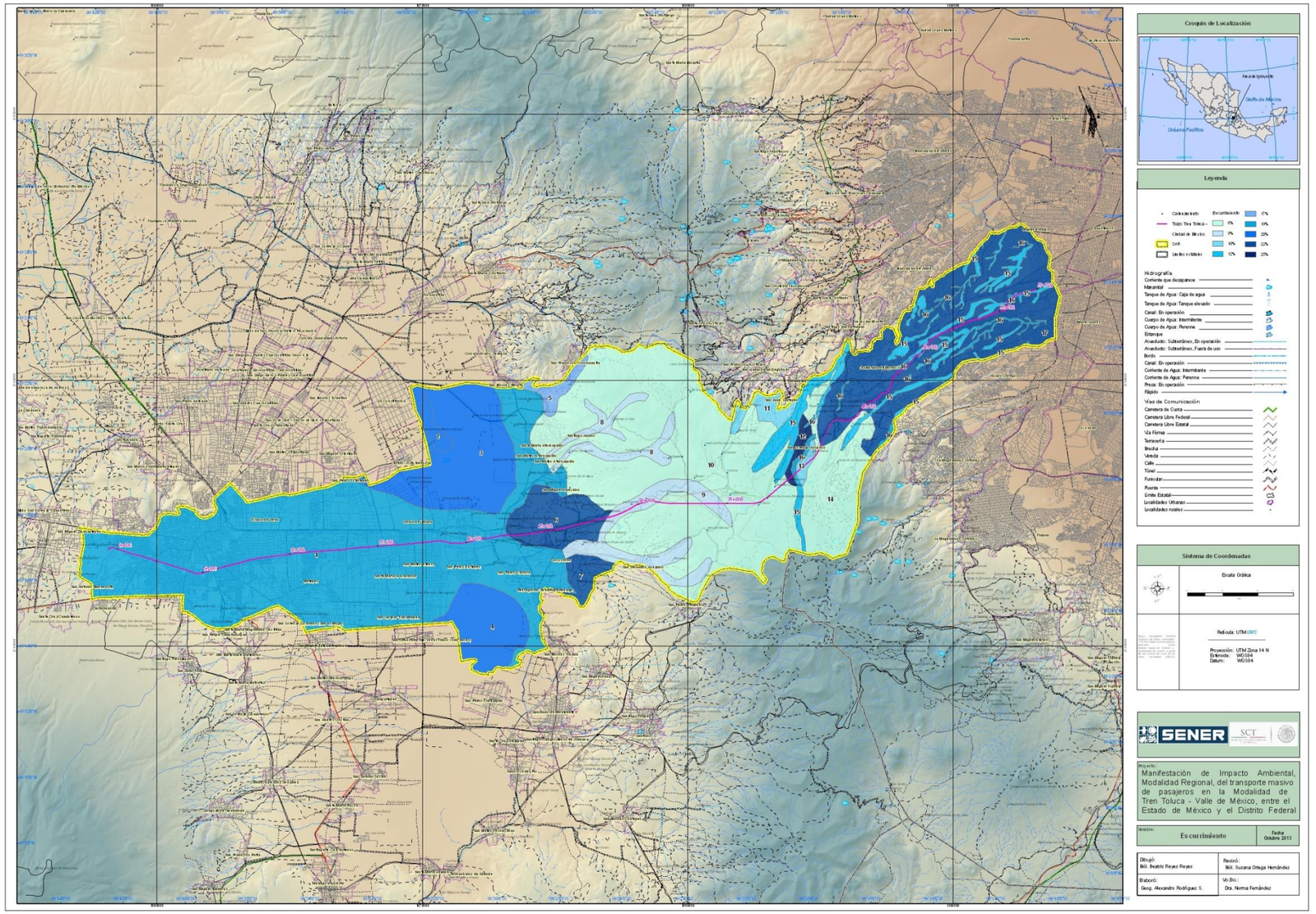


Figura IV.2.9. Coeficiente de Escurrimiento por unidad de paisaje en el SAR.

IV.2.4.3 Infiltración en el SAR.

Para estimar la infiltración del agua en el SAR y la zona del proyecto se utilizó el Método de Balance de Agua de Thornthwaite. Para realizar los cálculos fue necesaria la siguiente información:

- Precipitación media mensual.
- Temperatura media mensual.
- Ubicación del sitio, latitud.

Esta información se obtuvo de las estaciones climáticas en cada zona dentro del SAR, mismas que fueron presentadas en el apartado correspondiente a Clima.

Como primer paso se calcula el índice mensual de calor, con la relación:

$$\mathrm{i} = \left(\frac{\mathrm{T}}{5}\right)^{1.514}$$

Dónde:

i = índice mensual de calor, tomando meses de 30 días con 12 horas diarias de sol;

T = temperatura media mensual registrada, [°C].

Como segundo paso se calcula la evapotranspiración potencial utilizando utiliza la relación:

$$\mathrm{ETa} = 1.6\left(\frac{10\mathrm{T}}{\mathrm{I}}\right)^{\mathrm{a}}$$

Dónde:

ET = evapotranspiración potencial, [mm];

T = temperatura media mensual, [°C];

I = suma de los índices mensuales;

a = coeficiente que está en función de la suma de los índices mensuales de calor.

$$\mathrm{a} = 0.49239 + 1972\mathrm{x}10^{-5} * \mathrm{I} - 771\mathrm{x}10^{-7} * \mathrm{I}^2 + 675\mathrm{x}10^{-9} * \mathrm{I}^3$$

Obtenidos estos valores se puede realizar el cálculo de la infiltración en la zona del SAR y el proyecto. Para este caso se estimó la infiltración para cada uno de los diesiciete polígonos correspondientes a las unidades de paisaje delimitados dentro del SAR (y que se describen en el apartado IV.2.6).

Para estimar la cantidad de agua que puede llegar a infiltrar se considera lo siguiente:

$$\mathrm{Inf} = \mathrm{hp} - \mathrm{ETa} - \mathrm{ES}$$

Dónde:

Inf = infiltración promedio mensual, [mm];

hp = precipitación promedio mensual, [mm];

ETa = Evapotranspiración media mensual ajustada, [mm];

ES = Escurrimiento medio mensual, [mm];

Bajo estas condiciones se estimó la infiltración para cada uno de los diecisiete polígonos del SAR. A continuación se presenta el balance de agua estimado para los nueve polígonos de las unidades de paisaje del SAR, considerando un coeficiente de escurrimiento determinado en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual, como puede observarse en la Tabla IV.2.10.

Tabla IV.2.12. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.06.

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.06 (Polígonos 10 y 14)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	13.9	11.3	16.1	41.7	92.2	220.4	274.3	279.4	232.1	97.7	18.6	10.6	1308.4
T [°C]	7.9	9.0	11.0	12.3	12.7	12.6	11.7	11.7	11.4	10.6	9.3	8.2	10.7
i	2.0	2.4	3.3	3.9	4.1	4.1	3.6	3.6	3.5	3.1	2.5	2.1	38.3
ETP	3.8	4.4	5.5	6.3	6.5	6.5	5.9	5.9	5.8	5.3	4.5	3.9	64.2
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.7	4.0	5.7	6.5	7.2	7.2	6.6	6.4	5.9	5.3	4.2	3.7	66.4
ES [mm]	0.8	0.7	1.0	2.5	5.5	13.2	16.5	16.8	13.9	5.9	1.1	0.6	78.5
Inf [mm]	9.4	6.7	9.5	32.7	79.5	199.9	251.2	256.2	212.3	86.5	13.3	6.2	1163.5

Tabla IV.2.13. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.09.

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.09 (Polígonos 8 y9)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	13.9	11.3	16.1	41.7	92.2	220.4	274.3	279.4	232.1	97.7	18.6	10.6	1308.4
T [°C]	7.9	9.0	11.0	12.3	12.7	12.6	11.7	11.7	11.4	10.6	9.3	8.2	10.7
i	2.0	2.4	3.3	3.9	4.1	4.1	3.6	3.6	3.5	3.1	2.6	2.1	38.3
ETP	3.7	4.4	5.5	6.3	6.5	6.5	5.9	5.9	5.7	5.3	4.5	3.9	64.2
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.6	3.9	5.7	6.5	7.2	7.2	6.6	6.5	5.9	5.3	4.3	3.8	66.5
ES [mm]	1.3	1.0	1.4	3.8	8.3	19.8	24.7	25.1	20.9	8.8	1.7	1.0	117.7
Inf [mm]	9.0	6.3	9.0	31.4	76.7	193.3	243.0	247.8	205.3	83.6	12.7	5.9	1124.1

Tabla IV.2.14. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.10.

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.10 (Polígonos 13 y 11)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	13.9	11.3	16.1	41.7	92.2	220.4	274.3	279.4	232.1	97.7	18.6	10.6	1308.4
T [°C]	7.9	9.0	11.0	12.3	12.7	12.6	11.7	11.7	11.4	10.6	9.3	8.2	10.7
i	2.0	2.4	3.3	3.9	4.1	4.1	3.6	3.6	3.5	3.1	2.5	2.1	38.3
ETP	3.8	4.4	5.5	6.3	6.5	6.5	5.9	5.9	5.8	5.3	4.5	3.9	64.2
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.7	4.0	5.7	6.5	7.2	7.2	6.6	6.4	5.9	5.3	4.2	3.7	66.4
ES [mm]	1.4	1.1	1.6	4.2	9.2	22.0	27.4	27.9	23.2	9.8	1.9	1.1	130.8
Inf [mm]	8.9	6.2	8.9	31.1	75.8	191.1	240.3	245.0	203.0	82.6	12.5	5.8	1111.2

Tabla IV.2.15. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.12

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.12 (Polígonos 15)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	8.0	8.0	11.9	26.0	64.4	160.8	212.5	184.3	151.7	68.9	7.3	7.6	911.3
T [°C]	12.9	14.1	16.4	17.6	18.3	17.7	16.7	16.8	16.5	15.8	14.5	13.5	15.9
i	4.2	4.8	6.0	6.7	7.1	6.8	6.2	6.3	6.1	5.7	5.0	4.5	69.4
ETP	4.6	5.4	7.0	7.9	8.4	7.9	7.2	7.3	7.1	6.5	5.7	5.0	80.1
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	4.5	4.9	7.2	8.2	9.3	8.9	8.0	7.9	7.2	6.6	5.3	4.8	82.9
ES [mm]	1.0	1.0	1.4	3.1	7.7	19.3	25.5	22.1	18.2	8.3	0.9	0.9	109.4
Inf [mm]	2.5	2.2	3.2	14.6	47.4	132.6	178.9	154.3	126.2	54.1	1.1	1.9	719.1

Tabla IV.2.16. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.17

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.17 (Polígonos 5)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	10.7	9.3	14.2	31.9	73.7	162.9	173.5	170.3	152.7	61.1	14.8	8.6	883.7
T [°C]	9.7	11.2	12.9	14.7	15.6	15.5	14.6	14.6	14.5	13.4	11.5	10.3	13.2
i	2.7	3.4	4.2	5.1	5.6	5.5	5.1	5.1	5.0	4.4	3.5	3.0	52.7
ETP	3.8	4.7	5.7	6.8	7.4	7.4	6.8	6.8	6.7	6.0	4.9	4.1	71.0
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.7	4.2	5.8	7.1	8.2	8.2	7.6	7.4	6.9	6.0	4.6	3.9	73.7
ES [mm]	1.8	1.6	2.4	5.4	12.5	27.7	29.5	28.9	26.0	10.4	2.5	1.5	150.2
Inf [mm]	5.2	3.5	5.9	19.4	53.0	127.0	136.4	133.9	119.9	44.7	7.7	3.2	659.8

Tabla IV.2.17. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.19

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.19 (Polígonos 1 y 16)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	10.9	9.5	14.1	33.2	76.8	181.3	220.1	211.3	178.8	75.9	13.6	8.9	883.7
T [°C]	10.2	11.4	13.4	14.9	15.5	15.2	14.3	14.3	14.2	13.2	11.8	10.6	159.1
i	2.9	3.5	4.4	5.2	5.6	5.4	4.9	4.9	4.8	4.4	3.7	3.1	52.9
ETP	4.1	4.8	6.0	6.9	7.4	7.2	6.6	6.6	6.5	5.9	5.0	4.3	71.2
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.9	4.3	6.2	7.2	8.1	8.0	7.4	7.2	6.6	5.9	4.7	4.1	73.7
ES [mm]	2.1	1.8	2.7	6.3	14.6	34.5	41.8	40.2	34.0	14.4	2.6	1.7	196.5
Inf [mm]	4.9	3.4	5.2	19.7	54.1	138.9	170.9	164.0	138.2	55.5	6.3	3.1	764.2

Tabla IV.2.18. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.20

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.20 (Polígonos 2, 3 y 4)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	10.7	9.3	14.2	31.9	73.7	162.9	173.5	170.3	152.7	61.1	14.8	8.6	883.7
T [°C]	9.7	11.2	12.9	14.7	15.6	15.5	14.6	14.6	14.5	13.4	11.5	10.3	13.2
i	2.7	3.4	4.2	5.1	5.6	5.5	5.1	5.1	5.0	4.4	3.5	3.0	52.7
ETP	3.8	4.7	5.7	6.8	7.4	7.4	6.8	6.8	6.7	6.0	4.9	4.1	71.0
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.7	4.2	5.8	7.1	8.2	8.2	7.6	7.4	6.9	6.0	4.6	3.9	73.7
ES [mm]	2.1	1.9	2.8	6.4	14.7	32.6	34.7	34.1	30.5	12.2	3.0	1.7	176.7
Inf [mm]	4.9	3.2	5.5	18.4	50.8	122.1	131.2	128.8	115.3	42.9	7.3	2.9	633.3

Tabla IV.2.19. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.22

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.22 (Polígonos 6, 7 y 17)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	10.9	9.5	14.1	33.2	76.8	181.3	220.1	211.3	178.8	75.9	13.6	8.9	86.2
T [°C]	10.2	11.4	13.4	14.9	15.5	15.2	14.3	14.3	14.2	13.2	11.8	10.6	159.1
i	2.9	3.5	4.4	5.2	5.6	5.4	4.9	4.9	4.8	4.4	3.7	3.1	52.9
ETP	4.1	4.8	6.0	6.9	7.4	7.2	6.6	6.6	6.5	5.9	5.0	4.3	71.2
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.9	4.3	6.2	7.2	8.1	8.0	7.4	7.2	6.6	5.9	4.7	4.1	73.7
ES [mm]	2.4	2.1	3.1	7.3	16.9	39.9	48.4	46.5	39.3	16.7	3.0	2.0	227.6
Inf [mm]	4.5	3.1	4.8	18.7	51.8	133.4	164.3	157.6	132.9	53.3	5.9	2.8	733.2

Tabla IV.2.20. Resumen del Balance de Agua para las Unidades de paisaje con Ce de 0.25

Polígonos de Unidad de paisaje con Ce de 0.25 (Polígonos 12)													
Mes	**Ene**	**Feb**	**Mar**	**Abr**	**May**	**Jun**	**Jul**	**Ago**	**Sep**	**Oct**	**Nov**	**Dic**	**anual**
Precipitación [mm]	13.9	11.3	16.1	41.7	92.2	220.4	274.3	279.4	232.1	97.7	18.6	10.6	1308.4
T [°C]	7.9	9.0	11.0	12.3	12.7	12.6	11.7	11.7	11.4	10.6	9.3	8.2	10.7
i	2.0	2.4	3.3	3.9	4.1	4.1	3.6	3.6	3.5	3.1	2.5	2.1	38.3
ETP	3.8	4.4	5.5	6.3	6.5	6.5	5.9	5.9	5.8	5.3	4.5	3.9	64.2
Kc	1.0	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	1.1	1.1	1.0	1.0	0.9	1.0	12.3
ET [mm]	3.7	4.0	5.7	6.5	7.2	7.2	6.6	6.4	5.9	5.3	4.2	3.7	66.4
ES [mm]	3.5	2.8	4.0	10.4	23.1	55.1	68.6	69.9	58.0	24.4	4.7	2.7	327.1
Inf [mm]	6.8	4.5	6.4	24.8	62.0	158.1	199.1	203.1	168.2	67.9	9.7	4.2	914.9

Tabla IV.2.21. Infiltración total anual de las unidades de paisaje.

No	Unidad de paisaje	Sup (ha).	Infiltración en la zona del SAR	Volumen anual de infiltración m^3
1	Llanuras lacustres y eólicas	1556.18	764.2	1,189,232.76
2	Sistema fluvial	20.6	633.3	13,045.98
3	Llanuras lacustres y eólicas	337.5	633.3	213,738.75
4	Llanuras lacustres y eólicas	157.72	633.3	99,884.08
5	Sistema de Piedemonte	32.91	659.8	21,714.02
6	Relieve volcánico	133.43	733.2	97,830.88
7	Relieve volcánico	44.39	733.2	32,546.75
8	Sistema de Piedemonte	72.36	1124.1	81,339.88
9	Sistema de Piedemonte	134.53	1124.1	151,225.17
10	Relieve volcánico	1041.47	1163.5	1,211,750.35
11	Sistema de Piedemonte	37.69	1111.2	41,881.13
12	Sistema de Piedemonte	17.45	914.9	15,965.01
13	Sistema de Piedemonte	11.55	1111.2	12,834.36
14	Relieve volcánico	207.86	1163.5	241,845.11
15	Sistema fluvial natural	187.88	719.1	135,104.51
16	Sistema fluvial urbano	36.25	764.2	27,702.25
17	Sistema de Piedemonte	551.37	659.8	363,793.93
			Total:	3,951,434.89

De acuerdo con los cálculos anteriores dentro del SAR, se captan 3,951,434.89 m^3 de agua por infiltración. Esta es una cantidad importante si se toma en cuenta el régimen de precipitación que presenta la zona, por lo que se deberán plantear medidas adecuadas para mitigar cualquier posible afectación a este recurso mediante las medidas preventivas correspondientes, descritas de forma amplia en el Capítulo VI de este Estudio.

En la figura IV.2.10 se ilustran los resultados de infiltración estimados con el método descrito en los párrafos anteriores.

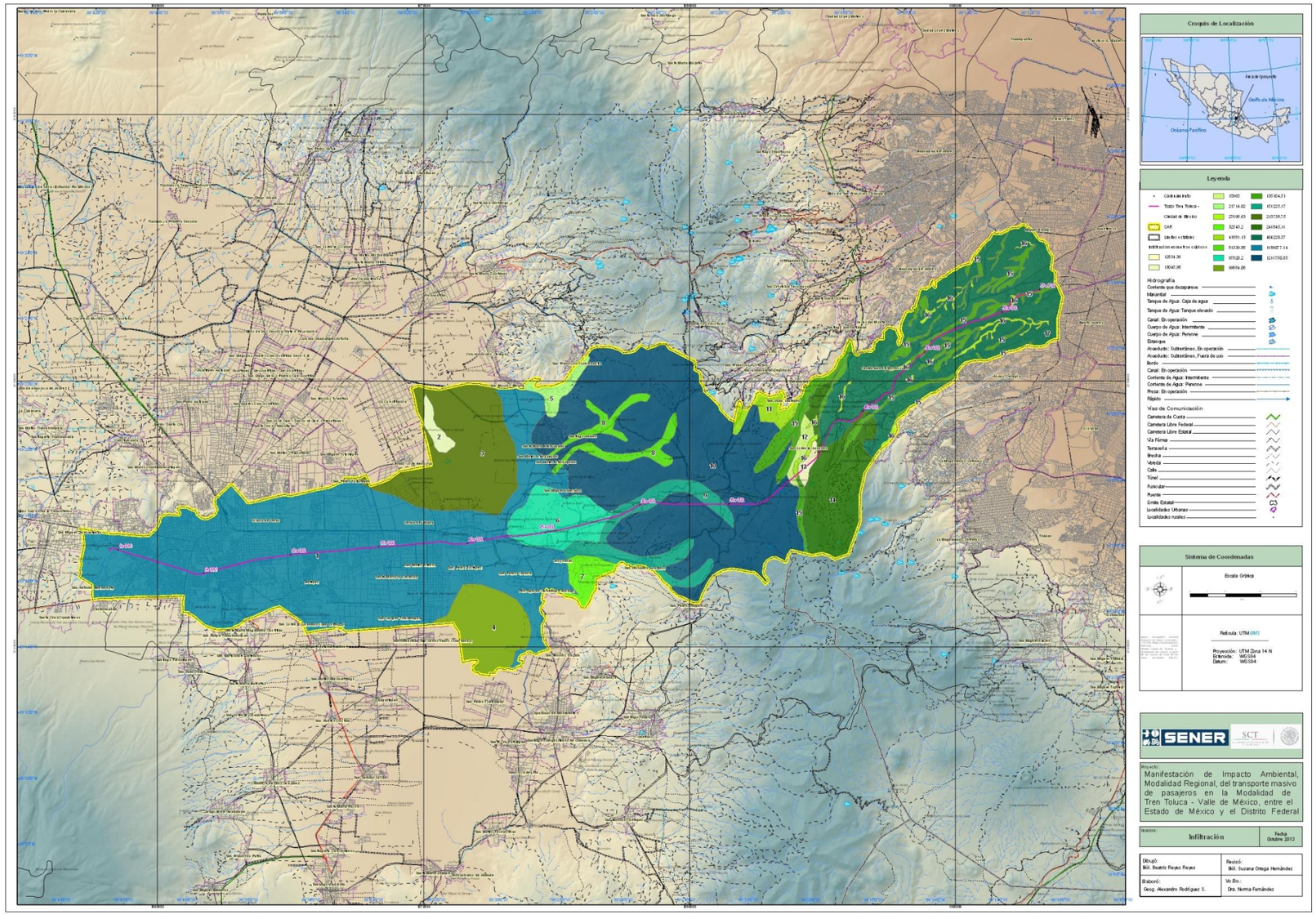


Figura IV.2.10. Infiltración estimada por unidad de paisaje en el SAR (m³).

IV.2.5 GEOMORFOLOGÍA DEL SAR.

El relieve del Sistema Ambiental Regional se deriva principalmente de eventos efusivos volcánicos del terciario conformado por rocas andesíticas erosionadas en el cuaternario, además de rocas basálticas cuaternarias.

Después de haberse plegado los sedimentos marinos del Cretácico y emergido gran parte del actual territorio mexicano, hace 50 millones de años aproximadamente, se inició el periodo Terciario, de intenso vulcanismo, pues al levantarse la corteza, con un espesor de 40 Km o más, ocurrieron fracturas por donde salió la roca líquida a la superficie. Este fenómeno fue especialmente notable en la Cuenca de México y en los valles próximos a Puebla y Toluca. El Nevado, el Popocatéptl, el Iztaccíhuatl y la Malinche, con sus rasgos juveniles y sus grandes alturas, son testimonio de esta actividad ígnea.

Los volcanes de las Sierras de las Cruces proceden de fracturamientos tensionales vinculados al lento asentamiento de la cuenca, cuyo desnivel creciente entre la fosa y sus pilares, produjo a su vez, abanicos aluviales. Tal es el caso de la formación Tarango, caracterizada por sus minas de arena.

Los materiales acarreados por las lluvias, la deyección de cenizas y los restos de la vegetación calcinada, rellenaron las dos cuencas: hacia el oeste la del valle Toluca y Lerma, y hacia el este la del valle de México. Esos sedimentos tienen un espesor de 800 m con depósitos superficiales de origen lacustre, consistentes en arcillas altamente hidratadas (jaboncillo); sedimentos que dan sus condiciones muy particulares hacia la zona federal del ex lago de Texcoco y a ambos valles.

Como se ha mencionado, con base en el análisis del mapa geomorfológico y los diversos mapas temáticos y mediante el procedimiento de regionalización, se definieron diferentes unidades de paisaje dentro del SAR, predominando las topoformas de origen volcánico. Estas unidades se presentan y describen a continuación:

Llanuras lacustres y eólicas: Se encuentran en la zona oeste del Sistema Ambiental Regional, son equivalentes a un plano horizontal o de poca inclinación, están formadas principalmente en la zona de antiguos lagos. Los suelos dominantes en estas unidades son de tipo Feozem y Vertisol, su origen es sedimentario lo que les da la conformación plana permitiendo el establecimiento de asentamientos urbanos y zonas de cultivo, aunque en algunas áreas no son aptos para estos usos de suelo debido a que son suelos arcillosos sujetos a periodos de inundación. Ejemplos de estas geoformas son la planicie de la Ciudad de México y las llanuras de Toluca.

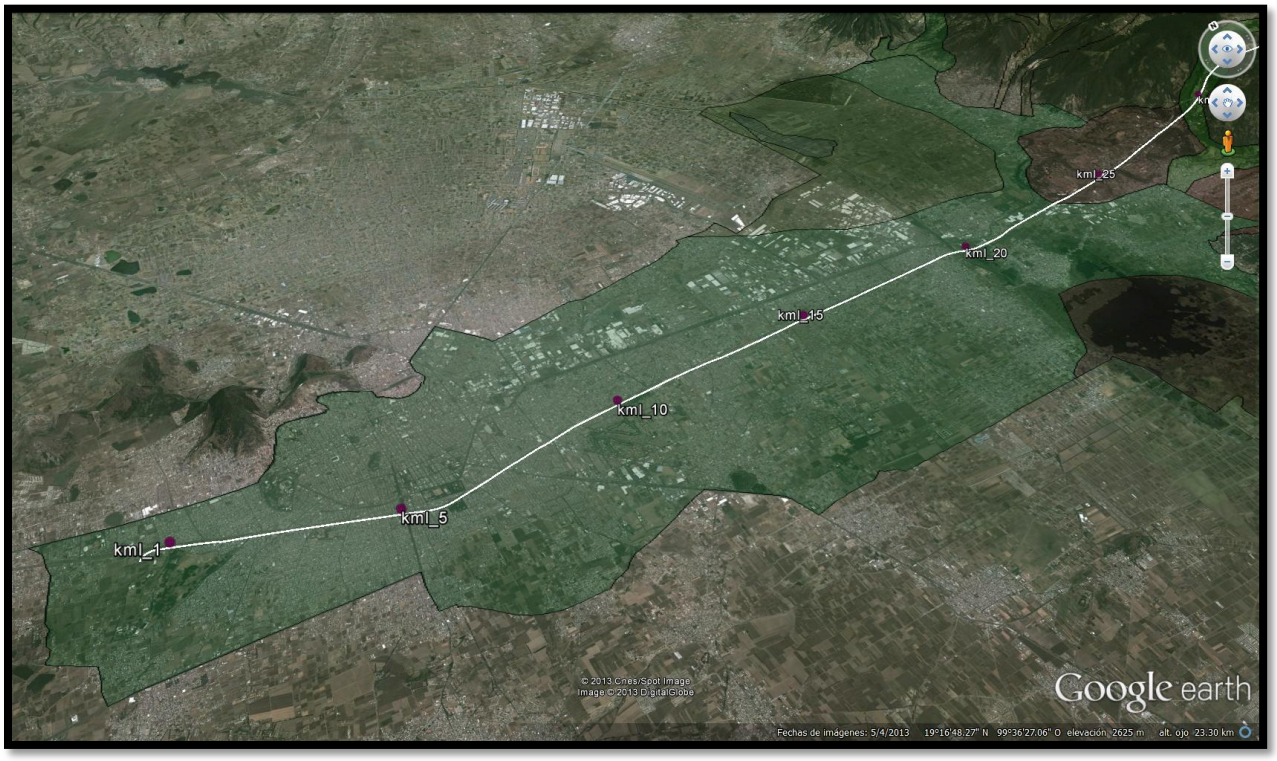


Figura IV.2.11. Llanuras lacustres en la zona del Sistema Ambiental Regional por las que cruza el proyecto (Fuente imagen satelital Google Earth 2013).



Foto IV.2.2. Paisaje de las llanuras lacustres y eólicas presentes en el SAR.

Relieve volcánico: Esta unidad de paisaje es la más extensa del área de estudio y del proyecto en general. Consiste en un conjunto de formas de relieve con origen en erupciones de tipo central y lineal. Las formas de relieve que se presentan son diversas, por ejemplo: cráteres, calderas, conos piroclásticos, coladas de lava en formas de mesas o laderas y conos volcánicos. Estas unidades geomorfológicas forman parte del eje Neovolcánico del país. En esta unidad de paisaje se presenta una gran variedad edáfica, como: Andosol húmico, luvisol y Cambisol crómico. Un ejemplo de esta unidad de paisaje se observa en el relieve volcánico de la Sierra de las Cruces en la zona central del SAR.



Figura IV.2.12 Relieve volcánico en la zona del SAR por donde cruza el proyecto ferroviario (Fuente imagen satelital Google Earth 2013).



Foto IV.2.3. Paisaje del relieve volcánico presentes en el SAR.

Piedemonte: Es la superficie marginal a las montañas de la sierra y se extiende en dirección nor-poniente hacia las planicies del valle de México. Se distingue por una pendiente y altura mayor que los valles y la mayoría de estas unidades han sido ocupadas para la agricultura o asentamiento urbano. Los suelos que predominan en esta unidad son los Feozem, los cuales se utilizados para la agricultura y ocupación urbana.

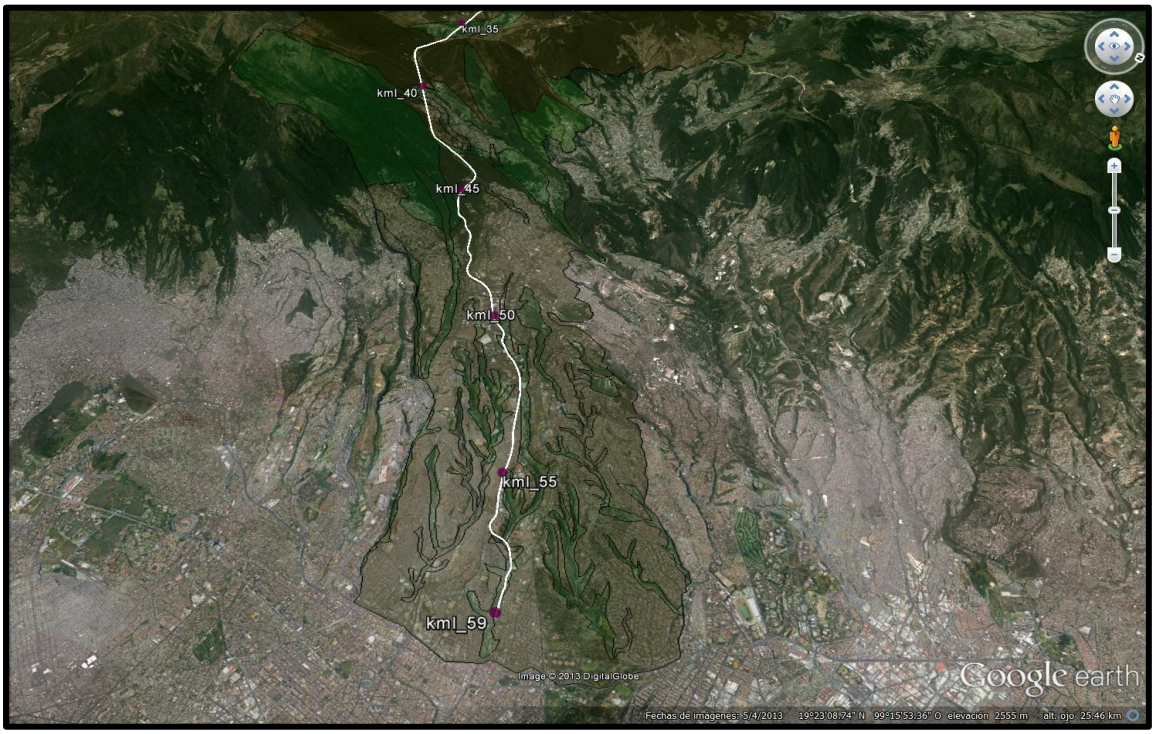


Figura IV.2.13. Zona de piedemonte en el Sistema Ambiental Regional por donde cruzará el proyecto (Fuente imagen satelital Google Earth 2013).



Foto IV.2.4. Paisaje del piedemonte presentes en el SAR.

Sistema fluvial: Son formas negativas del relieve, equivalente a una depresión estrecha y alargada, formada esencialmente por procesos erosivos. Se pueden encontrar formaciones de diferentes dimensiones y formas dentro del SAR , ya que en las partes altas se encuentran valles intermontanos de pendientes abruptas y amplios procesos erosivos, y en las partes bajas se vuelven de pendientes ligeras conforme se acerca a las planicies formando valles acumulativos. Tienen su origen en las partes altas de la sierra que se ubica en las inmediaciones del SAR por lo que a partir del parteaguas se distribuyen en dos direcciones, al poniente hacia Lerma y Toluca, y hacia el oriente, hacia la ciudad de México y la zona metropolitana. El complejo sistema fluvial del SAR esta conformado por barrancas, valles y corrientes intermitentes y perennes que descienden de la parte alta de la sierra de las Cruces. Hacia la zona Nor-este del SAR, la zona de barrancas ha sido degradada paulatinamente por la acción antrópica, donde la contaminación de las corrientes y la urbanización de las laderas ejercen una fuerte presión sobre la calidad del ambiente. A estas zonas, que prácticamente han sido invadidas por la actividad antrópica, se les denomino sistema fluvial antropizado para efectos de este estudio, del cual se hablara con más detalle a continuación.

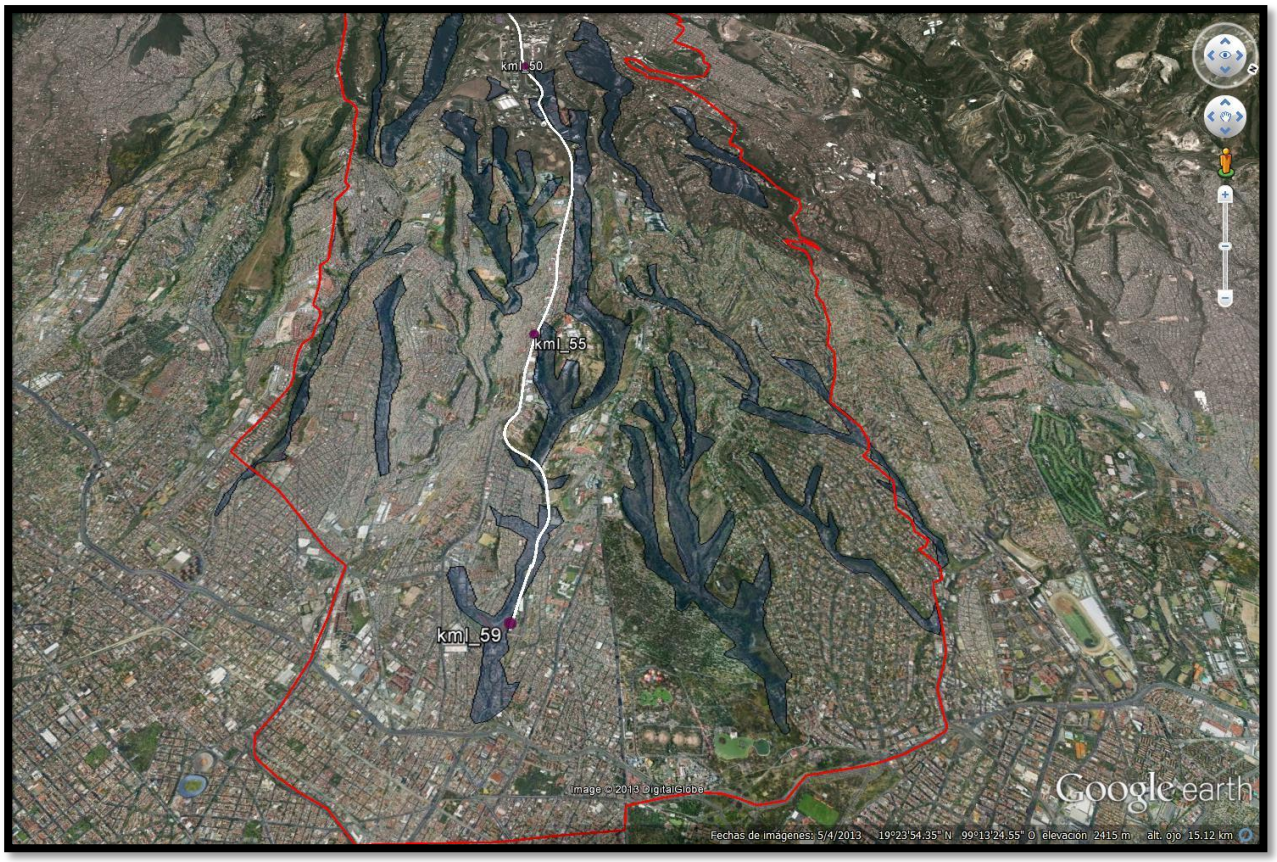


Figura IV.2.14. Sistema fluvial en la zona del Sistema Ambiental Regional (Fuente imagen satelital Google Earth 2013).

Sistema fluvial antropizado: Como ya se había mencionado este sistema esta conformado por barrancas que presentan diversas perturbaciones por la acción del hombre, que ha alterado la cubierta vegetal, ha establecido sus viviendas sobre laderas provocando la contaminación del suelo y agua, trayendo como consecuencia una afectación integral del funcionamiento del sistema hidrológico en general. Frecuentemente, la perturbación provocada por la urbanización, incrementa la presencia de erosión del suelo, lo que se encuentra asociado a derrumbes, azolves e inundaciones; fenómenos que ponen en riesgo la vida de personas o la conservación de bienes e infraestructura. A causa de lo anterior las barrancas se consideran como zonas de riesgo más que nada por los usos incompatibles de las prácticas antrópicas sobre el medio biótico y abiótico que han venido dándose en ellas por varias décadas.

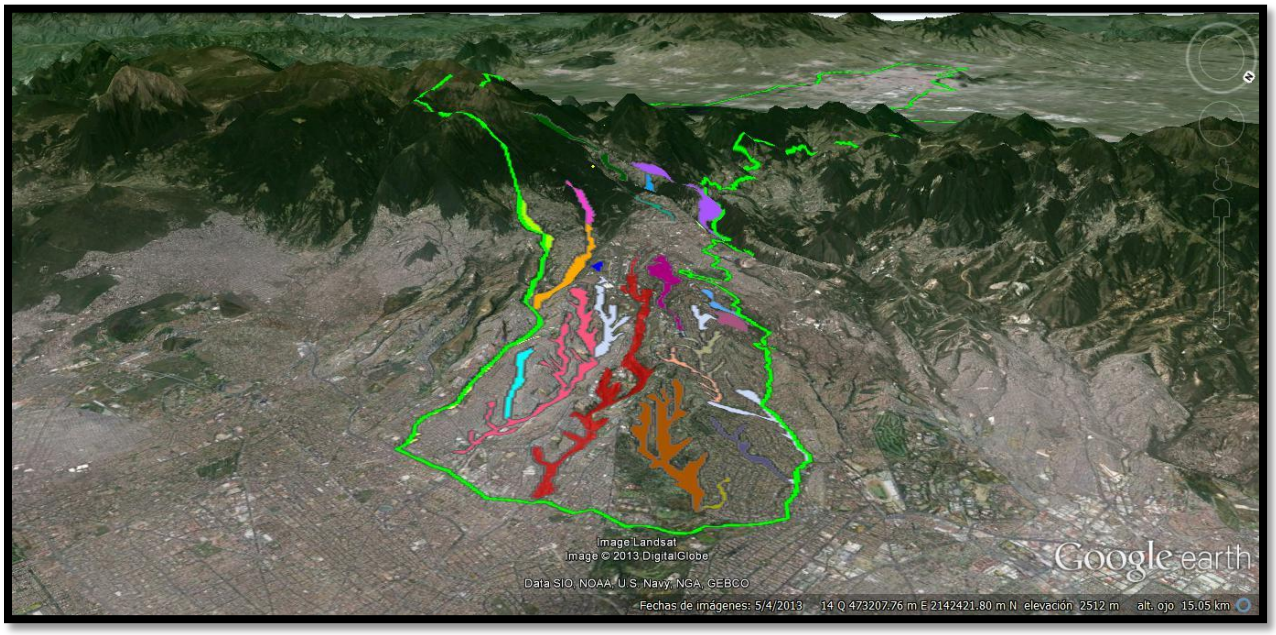


Figura IV.2.15 Sistema de barrancas en la zona del SAR correspondiente al DF (Fuente imagen satelital Google Earth).



Foto IV.2.5. Paisaje de las barrancas con degradación ambiental por la acción antrópica.

IV.2.7 HIDROLOGÍA EN EL SAR

El SAR se encuentra en dos regiones hidrológicas importantes (CNA, 2000): RH12 Región hidrológica Lerma –Santiago en la zona oeste; y la RH26 Región hidrológica Pánuco, en la vertiente este de la Sierra de las Cruces.

La primera (RH12) se divide a su vez en la cuenca del río Lerma-Toluca. El río Lerma representa una de las corrientes superficiales más importantes de esta cuenca, puede decirse que tiene su origen en los manantiales que alimentan una laguna ubicada en el municipio de Almoloya del Río. Esta laguna fue una de las más altas de un conjunto de tres, que en escalones sucesivos, descendían hacia el norte para encausar sus aguas al río Lerma; las otras dos lagunas eran la de Lerma y la de San Bartolo.

Los afluentes del río Lerma son: por la margen derecha, el arroyo Sila-San Bartolo, río Temoaya y arroyo muerto-Ocoyoacac; y por la margen izquierda, el río San Pablo, río Verdiguel, arroyo Agua Bendita y arroyo Las Cruces. El drenaje en la zona de estudio es de tipo dendrítico subparalelo conformado por corrientes de tipo intermitente y perenne. Durante el periodo de lluvias algunas actúan como colectores y otros se convierten en vertederos como el río Verdiguel, donde desaguan los desechos domésticos e industriales. El aprovechamiento primordial que se le da a las aguas superficiales en el área de estudio es el de riego, como uso secundario es el doméstico, acuícola y pecuario.

El cauce del río Lerma se interrumpe por la presa José Antonio Alzate, marcando el límite entre el curso alto y medio de la cuenca. En términos generales el río Lerma, por sus altos niveles de contaminación, actualmente ha pasado de ser un río, a convertirse en un colector público de aguas residuales, sin signos de vida acuática y con repercusiones negativas a la ecología de la zona.

La segunda (RH26) Pánuco, es una de las regiones más importantes de la República y se le considera la cuenca hidrológica más poblada del país, cuyo volumen de sus corrientes superficiales la sitúan dentro de las cinco más grandes de México.

Es drenada por un conjunto de corrientes intermitentes pequeñas y por corrientes perennes, presentando un patrón de drenaje dendrítico subparalelo. Tiene una superficie de 96,302.28 km^2 y el volumen de sus escurrimientos, que le confieren el quinto lugar nacional, es de 73,549 Mm^3. Se considera que el río Pánuco nace en la cuenca del valle de México, retomado por el Gran Canal del Desagüe de la Ciudad de México, cuya salida de la cuenca se realiza a través de la obra artificial del túnel de Tequixquiac y descarga en el río Salado. El SAR delimitado para este estudio se encuentra en la zona sur de la RH26, y a su vez dentro de la cuenca del Río Moctezuma, que es la cuenca más importante en esta región. El drenaje es de tipo dendrítico subparalelo, conformado por corrientes perennes e intermitentes de segundo y tercer orden. El río Moctezuma se considera el principal afluente del río Pánuco; Nace con el nombre de Tula en el Valle de México, en la meseta de Anáhuac, donde sirve como canal de desagüe para el drenaje profundo de la ciudad de México. La importancia de esta cuenca radica en que de ella depende la mayor parte de la industria del centro

de la República, consumidora de grandes cantidades de agua; asimismo, ocupa el primer lugar en el estado en cuanto al abastecimiento de agua a la zona de la Ciudad de México.

Hidrología subterránea

Para la administración de las aguas subterráneas, en el Catálogo de Acuíferos de la CNA, se definen dos acuífero dentro de la zona de estudio: el Acuífero del Valle de Toluca, en la parte oeste del SAR; y el Acuífero (0901) Zona metropolitana de la Cd. de México. El límite entre estos dos acuíferos es la zona de parteaguas de la Sierra de las Cruces, correspondiendo también a los límites administrativos del estado de México y la Cd. de México (el Distrito Federal).

La cuenca del acuífero del Valle de Toluca se encuentra en la parte centro -occidente del Estado de México. Limita al Norte con el Valle de Ixtlahuaca y el Cerro de Jocotitlán, al Oriente con la Sierra de las Cruces y Monte Alto, al Sur con el cerro de Tenango y al Poniente con el Volcán Nevado de Toluca y el Cerro La Guadalupana; cubriendo un área total aproximada de 2,738 km^2.

Territorialmente pertenece a la Región Hidrológica 12 Lerma-Chapala-Santiago, subregión Alto Lerma. La principal corriente superficial que atraviesa el Valle de Toluca es el Río Lerma. Esta corriente nace en el poblado de Almoloya del Río, a partir de este punto su cauce sigue una dirección más o menos franca hacia el norte, continuando en su trayecto para atravesar el valle de Ixtlahuaca - Atlacomulco, y saliendo del Estado de México a la altura del poblado de Temascalcingo, para integrarse posteriormente al Estado de Michoacán.

La principal zona de recarga en la porción occidental, así como los ríos que aportan caudales superficiales importantes al cauce, provienen del Nevado de Toluca, los cuales descienden en forma radial, siendo estos el Río Ojo de Agua y Río Verdiguel, que atraviesa Toluca y recibe las aguas residuales de la ciudad. Otro principal afluente es el Río Tejalpa, además de los ríos y arroyos provenientes de las serranías.

Por la margen derecha del Río Lerma, la principal zona de recarga se encuentra en la sierra de Montealto y las Cruces, con prolongación hacia el norte. De esta zona descienden los ríos Ocoyoacac, Mayorazgo, Otzolotepec y el arroyo Temoaya, entre otros, descargando sus aguas arriba del embalse de la presa José Antonio Alzate. Este río como se mencionó, actualmente presenta graves problemas de disponibilidad de agua para satisfacer la creciente demanda del recurso y el sostenimiento del mismo. La intensa sobreexplotación se agrava aún más por el hecho de que los suelos arcillosos del Valle de Lerma y Toluca favorecen la evaporación del agua de lluvia y reducen sustancialmente la recarga natural del acuífero. A este hecho, hay que añadir la importación de agua subterránea que lleva a cabo la Ciudad de México a través del aprovechamiento de aguas subterráneas de Almoloya del Río, Texcaltengo, Alta Empresa y Ameyalco, para cubrir sus necesidades de abasto, lo cual representa un caudal de 14 m^3/s; volumen que se extrae de los mismos ya que los acuíferos no son independientes, pues en la cuenca la mayoría de las rocas tienen permeabilidad significativa, por lo que existe transferencia de agua, y al menos en los primeros cientos de metros, no existen barreras geológicas impermeables que los independicen y por tanto,

generalmente están interconectados por secciones subterráneas permeables y aun a través de los mismos macizos montañosos.

De acuerdo con la información disponible, se puede apreciar que la recarga principal proviene del Xinantecatl, y que la circulación del agua subterránea se dirige hacia el centro del valle, distribuyéndose en tres direcciones, hacia el SE y hacia el E, hasta llegar al pie de la Sierra de Las Cruces, y hacia el N, para dirigirse hacia el valle de Atlacomulco-Ixtlahuaca. El principal rasgo que se puede apreciar es la influencia de la batería de pozos para extraer agua destinada a la Ciudad de México, instalada al pie de la Sierra de Las Cruces, lo cual implica que el flujo proveniente de la sierra en dirección al Valle ha sido interceptado por la citada batería de pozos, perdiéndose su aporte hacia el interior del valle.

Los manantiales existentes al pie de las regiones montañosas que circundan la cuenca, considerados importantes aportes de agua superficial, han ido desapareciendo a lo largo del tiempo (UAEM, 1993). La extracción masiva del agua subterránea en la cuenca del río Lerma puede estar contribuyendo a la lenta desaparición de los cuerpos de agua superficial; en particular, la batería de pozos, que forma una línea de 263 pozos a lo largo de la región Este de la cuenca del río Lerma, está muy próxima al curso principal de los antiguos cuerpos de agua, evidencia que induce a pensar que éstos han constituido el drenaje de antiguos lagos.

El acuífero (0901) Zona metropolitana de la Cd. de México se asienta sobre un acuitardo arcilloso y un acuífero que abastecen a la ciudad.El espesor del acuitardo es de alrededor de 50 m; mientras que el acuífero alcanza profundidades mayores a 800 metros, con pozos que se localizan entre las profundidades de 100 a 400 metros. El sistema de flujo subterráneo de agua y las sustancias asociadas es cerrado con descargas en pozos, las extracciones del acuífero indujeron nueva recarga desde el acuitardo y las fracturas agilizan el flujo. La zona que ocupa el SAR dentro de este acuífero sirve para alimentar el acuitardo que se forma en la parte baja de la cuenca, ya que éste se establece en la zona piedemonte de la Sierra de las Cruces.

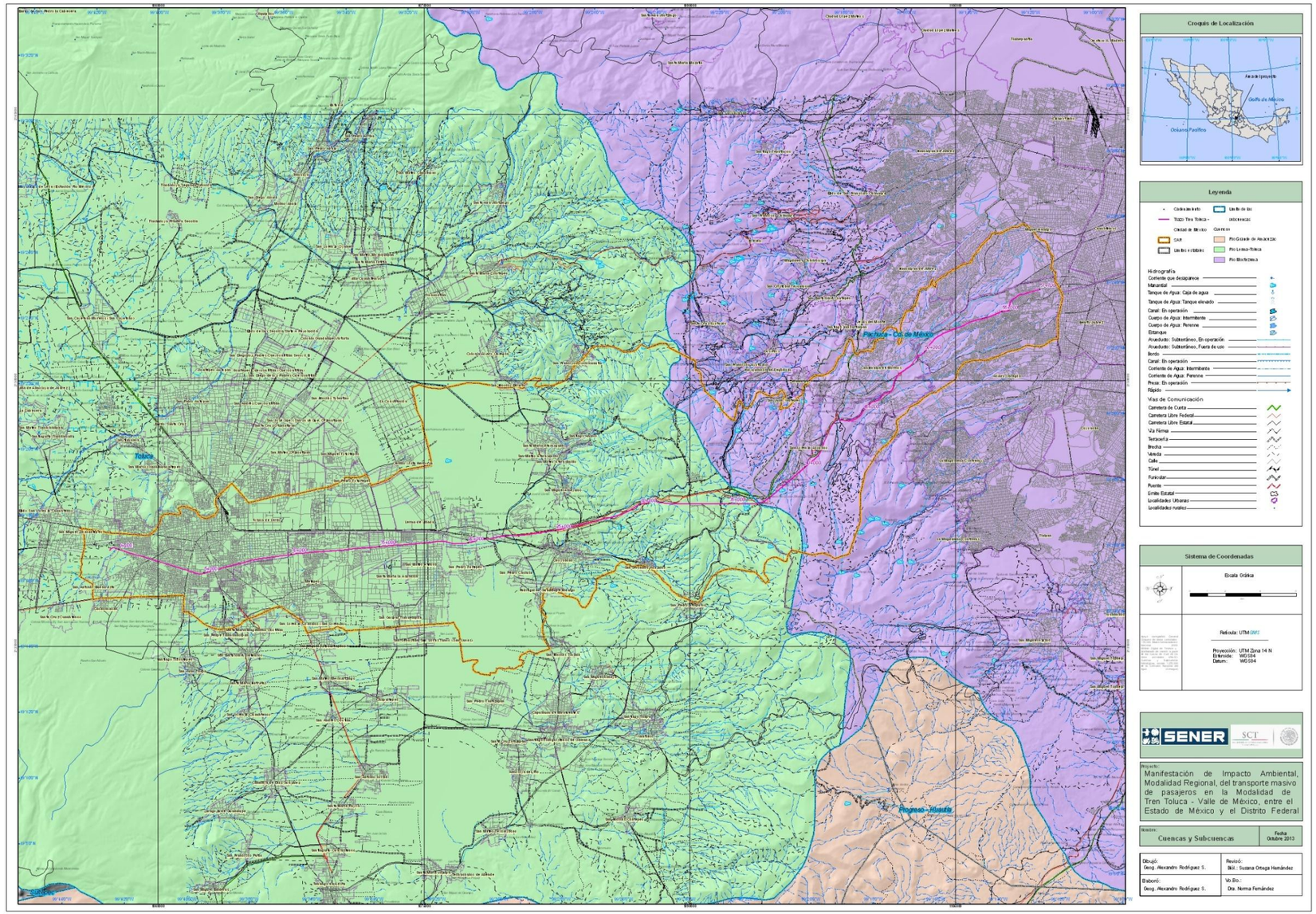


Figura IV.2.16. Mapa de la hidrología de la región con referencia al SAR.

IV.2.8. FACTORES DE RIESGO

Riesgos del proyecto en la barranca Tacubaya.

Dentro de los límites de la delegación Álvaro Obregón, la construcción del tren se adentrara en una porción al extremo oriente de la Barranca Tacubaya a partir del cadenamiento km 55+265 y recorrerá aproximadamente una longitud de 1.265 km por la ladera de dicha barranca hasta el cadenamiento km 56+530, para posteriormente arribar a la estación Observatorio (Figura IV.2.17).

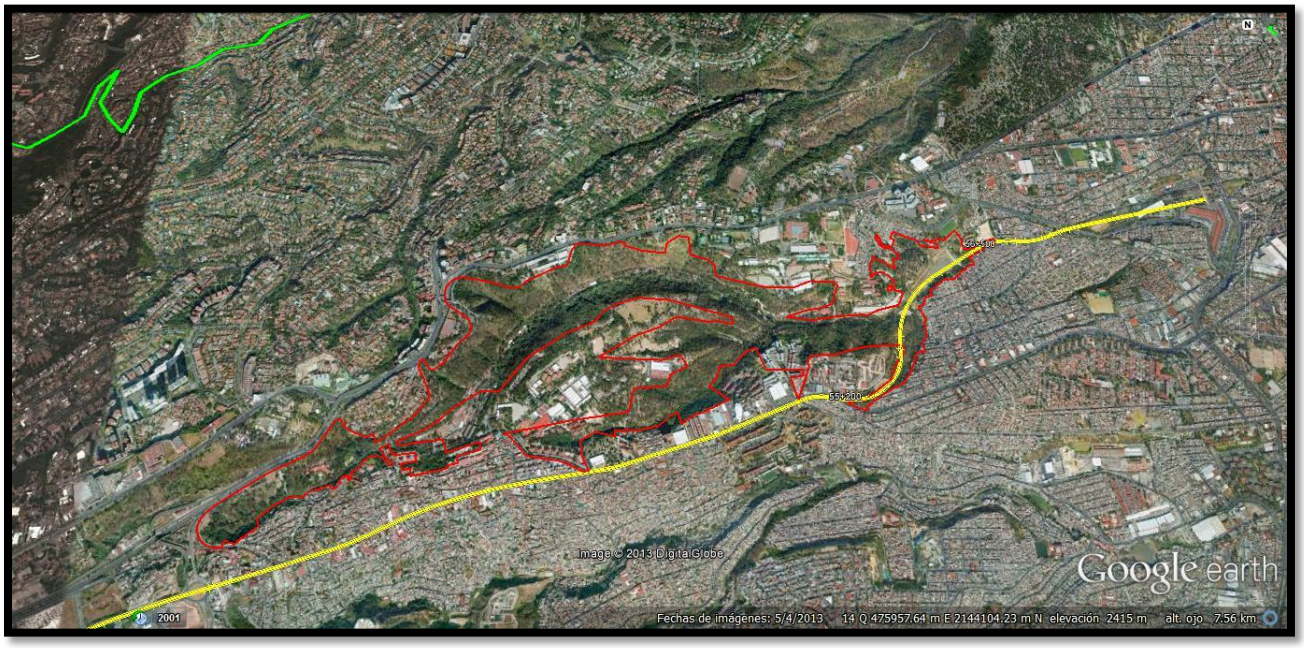


Figura IV.2.17. Tramo del proyecto que pasa por un extremo de la barranca Tacubaya (Fuente: Google earth 2013).

Durante el paso del trazo por la Barranca Tacubaya se cruza por las inmediaciones de las siguientes colonias: Zenón Delgado, Las Cuevitas, Santa Fe, La palmita, La Estrella, Bejero, La Mexicana y Margarita Maza de Juárez.

De acuerdo al Diagnóstico de riesgos y vulnerabilidad por colonia presentado en el Plan de Desarrollo Delegacional- Álvaro Obregón, y tomando en cuenta solo las colonias antes mencionadas, podemos señalar que las colonias: La Mexicana, La Estrella y Las Cuevitas son catalogadas como zonas de riesgo geológico por presencia de Minas. La presencia de estas últimas son el riesgo geológico más fuerte que se presenta en la Delegación Álvaro Obregón, afectando cerca del 60% de su territorio (PAOT, 2010). A partir de fines del siglo pasado cuando se empezó a conocer que en la región donde

se encuentra la delegación, existían yacimientos de arena y de otros materiales propios para construir, se originó una doble consecuencia:

- El establecimiento de explotaciones formales e informales.
- La atracción de población para trabajarlas.

El problema de alojar a los trabajadores y sus familias atraídos por las minas, aunado a la explosión demográfica, incitó a utilizar los lugares abandonados al terminar la explotación de las minas a cielo abierto y los terrenos situados sobre los subterráneos, acercándose peligrosamente a los bordes de las laderas. Actualmente una buena parte de la zona urbana de la Álvaro Obregón corre el riesgo de sufrir socavones o derrumbes debido a que las galerías de las minas subterráneas no fueron rellenadas al concluir su trabajo de explotación y aun así sobre ellas se extendió la mancha urbana.

A partir del estudio antes mencionado, Diagnóstico de riesgos y vulnerabilidad por colonia en el plan de desarrollo delegacional- Álvaro Obregón, la PAOT hizo el estudio de Zonas de riesgo y vulnerabilidad en barrancas de la delegación Álvaro Obregón y según este estudio, la barranca Tacubaya presenta riesgo de derrumbe y deslave por la inestabilidad de sus formaciones geológicas naturales (Figura IV.2.18.). Este riego se puede intensificar por la deforestación, intemperismo, erosión y por la alteración de las condiciones de drenaje y de equilibrio originales, ante la presencia de asentamientos humanos irregulares ya que en ocasiones, para contar con tierras cultivables, las personas efectúan cortes y construyen terrazas para habilitar sus viviendas carentes de obras apropiadas de drenaje. Con dichas acciones los habitantes, sin darse cuenta, propician que se reblandezca el terreno natural y que se acelere el proceso de intemperización dando lugar a los problemas de inestabilidad. Por estos motivos resulta de importancia realizar las obras con cuidado de no incrementar el riesgo existente. El proyecto considera su construcción en viaductos al paso por esta barranca, por lo que no se incrementará el riesgo a derrumbe o deslave; por el contrario, con las acciones de reforestación y restauración que se proponen, se incrementara la estabilidad del terreno, reduciéndose estos riesgos.

Tabla IV.2.22. Asentamientos humanos irregulares en la Barranca Tacubaya.

Barranca	Asentamientos parcial o totalmente dentro de la poligonal de la barranca.	Superficie en ha	Asentamientos colindantes con la barranca	Superficie en ha
Tacubaya	Presa Tacubaya	0.10	Ampl. La Mexicana	0.24
	Belem de las Flores Tacubaya	0.48		
	Pólvora UH	0.29		
Total		0.86		0.24
Fuente: Elaboración PAOT, 2010 en base a información propia				
Nota: No se tienen datos sobre el número de viviendas ni la antigüedad de los asentamientos.				

Fuente: Elaboración PAOT, 2010 en base a información propia
Nota: No se tienen datos sobre el número de viviendas ni la antigüedad de los asentamientos.



Figura IV.2.18. Barranca Tacubaya, Delegación Álvaro Obregón. (Fuente PAOT 2010)

Fallas y Fracturas

Otro factor de riesgo que podría presentarse dentro de la zona del proyecto es la presencia de fallas o fracturas, las que se han identificado a la altura del cadenamiento 54+000 con base en el Prontuario de Información Geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos para la Delegación Álvaro Obregón, en su apartado cartográfico de geología. Por esta razón y para evitar riesgos en la construcción del proyecto, tanto por factores naturales como por modificación antrópica, con el fin de implementar adecuadamente medidas y obras de mitigación, la constructora encargada de realizar las obras, elaborará los correspondientes estudios geotécnicos y de mecánica de suelos para identificar las zonas de riesgo y asegurar que el proyecto no vaya a ser afectado por éstas. El proyecto ferroviario aplicará medidas de mitigación como la restauración ecológica de las laderas en el brazo al oriente de la barranca, por donde cruza, para minimizar todos los riesgos que pudieran presentarse.

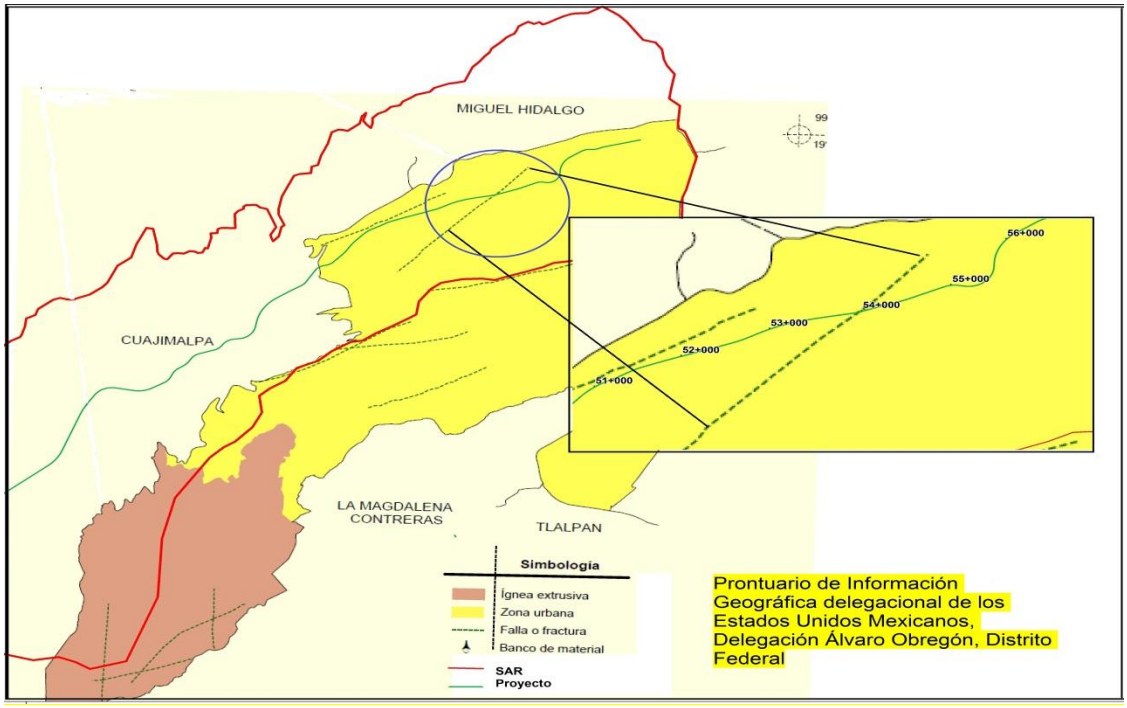


Figura IV.2.19. Intersección del trazo del proyecto en una falla o fractura.
(Fuente: Prontuario de información geográfica delegacional de los Estados Unidos Mexicanos. Álvaro Obregón, Distrito Federal)

Como se mencionó anteriormente, el tramo del proyecto pasa por el borde oriental de la barranca Tacubaya en un tramo corto; zona donde el principal riesgo que corre la infraestructura sería por deslizamiento o resquebrajamiento del suelo o rocas por la inestabilidad de las mismas. Hay dos factores que ocasionan los procesos de inestabilidad en laderas: los externos y los internos. Los factores externos ocasionan un incremento en los esfuerzos o acciones que se dan en una ladera, es decir, producen una mayor concentración de las fuerzas motores o actuantes; mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales y en otras palabras, disminuyen la concentración de fuerzas resistentes.

En la figura IV.2.20 se aprecia la relación que existe entre las fuerzas que pueden originar que una ladera se vuelva inestable, "fuerzas motoras o actuantes", y las fuerzas que se ejercen en el interior de la misma ladera, "fuerzas resistentes", que la mantienen en equilibrio. La ladera se encontrara en condiciones estables mientras las fuerzas resistentes sean mayores que las fuerzas motoras o actuantes.

Las fuerzas motoras se originan por el peso propio del material terreo que conforma el cuerpo de una ladera y por el peso de cualquier construcción que se coloque en la parte alta de la misma, como por ejemplo: casas, terraplenes usados para construir carreteras, etc. Las fuerzas resistentes son resultado de la fortaleza o resistencia característica de los materiales térreos que conforman las laderas (CENAPRED, 2001).

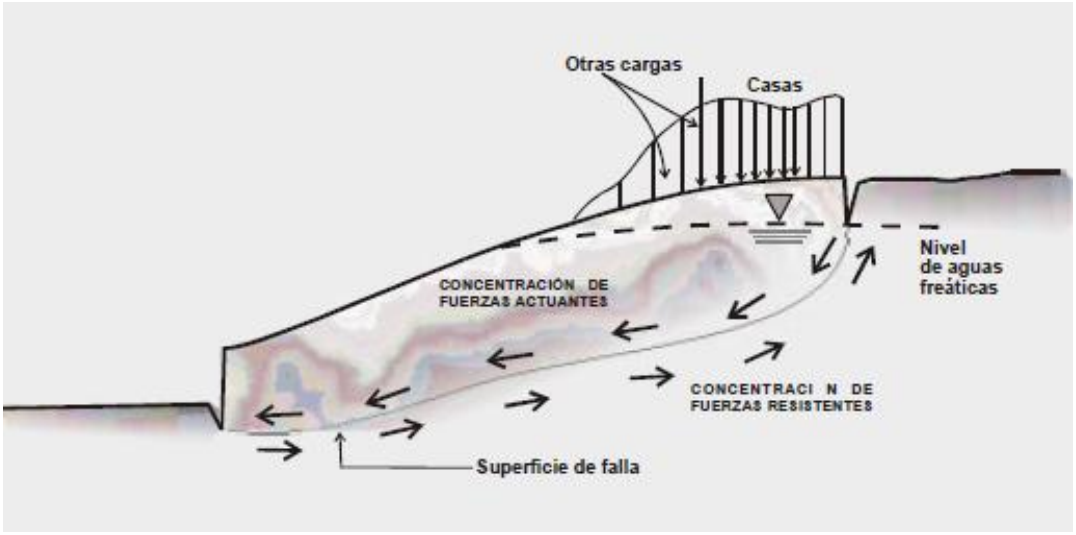


Figura IV.2.20. Esquema de factores de inestabilidad. (Fuente: CENAPRED 2001).

Como ya se mencionó anteriormente es claro que existen actividades humanas que agudizan o francamente causan de manera indirecta la ocurrencia de deslizamientos. Debe reconocerse un hecho bien establecido: bajo condiciones de altura, pendiente y geomateriales similares, una ladera con asentamientos humanos es más susceptible a los deslizamientos que un área rural. Tres son los factores globales de origen antrópico que causan deslizamientos en laderas; ellos son los que se detallan a continuación:

I. Cambios en el régimen de la presión del agua del subsuelo

- Concentración de infiltraciones por la rotura de drenajes o de los sistemas de abastecimiento de agua.
- Cambio en el régimen de las aguas superficiales.
- Cambio o incluso impedimento de cauces en cañadas.
- Construcción de vasos o tanques de almacenamiento.
- Infiltraciones por fosas sépticas.
- Impermeabilización para la urbanización, lo que reduce la evaporación e infiltración, y aumenta la escorrentía.

II. Cambio en la topografía de la ladera y la imposición de sobrecargas

- Aumento del ángulo del talud por la ejecución de cortes
- Sobrecargas por la construcción de muros de retención, rellenos, casas y edificios.
- Vibraciones provocadas por maquinaria.
- Explosiones para la explotación de canteras, minas y bancos de material.
- Inyección de morteros cerca del talud.

III. Deforestación

- Tala de bosques,
- Agricultura, pastoreo y quema.
- Modificaciones del uso del suelo.

Debe señalarse que los cambios que se impongan a una ladera no necesariamente provocan su inestabilidad, por lo que la construcción de un muro, la colocación de un relleno o la realización de un corte son actividades que bien pueden ejecutarse, siempre y cuando haya una evaluación geotécnica pertinente. De entre los factores antes citados, se enfatiza que la vegetación en el talud de una ladera y en la plataforma más allá de su corona, juega un rol muy importante en su estabilidad. La deforestación disminuye la succión y con ello la resistencia al esfuerzo cortante de los suelos, propicia la infiltración masiva y rápida del agua de lluvia, y elimina la acción benéfica de las raíces (CENAPRED, 2006).

IV.2.9. SISMICIDAD

La República Mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas. Para realizar esta división se utilizaron los catálogos de sismos de la República Mexicana ocurridos desde inicios de siglo, los datos de grandes sismos que aparecen en los registros históricos y los registros de aceleración del suelo de algunos de los grandes temblores ocurridos en este siglo. Estas zonas son un reflejo de que tan frecuentes son los sismos en las diversas regiones y la máxima aceleración del suelo a esperar durante un siglo. La zona A es una zona donde no se tienen registros históricos de sismos, no se han reportado sismos en los últimos 80 años y no se esperan aceleraciones del suelo mayores a un 10% de la aceleración de la gravedad a causa de temblores. La zona D es una zona donde se han reportado grandes sismos históricos, donde la ocurrencia de sismos es muy frecuente y las aceleraciones del suelo pueden sobrepasar el 70% de la aceleración de la gravedad. Las otras dos zonas (B y C) son zonas intermedias, donde se registran sismos no tan frecuentemente o son zonas afectadas por altas aceleraciones pero que no sobrepasan el 70% de la aceleración del suelo. La Ciudad de México y la Ciudad de Toluca, que es donde se ubica el proyecto, se encuentran ubicadas en la zona B; debido a las condiciones del subsuelo del valle de México. Ello implica que pueden esperarse altas aceleraciones; sin embargo en la zona del proyecto específicamente la zona del túnel que se encuentra en la zona centro norte de la Sierra de las Cruces, la aceleración del suelo sería poca ante un sismo debido a la conformación geológica (volcánica) de la sierra. Cabe mencionar que con la aceleración del suelo se vería afectada la parte superficial de la zona donde se lleve a cabo la excavación del túnel y este solo se vería afectado caso de que se presentaran fallas o fracturas.

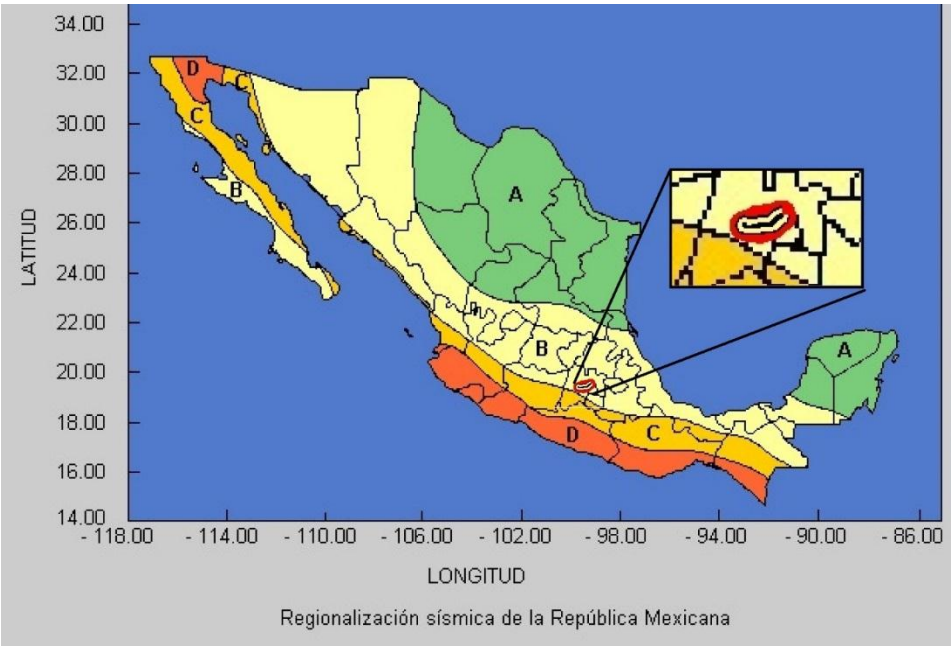
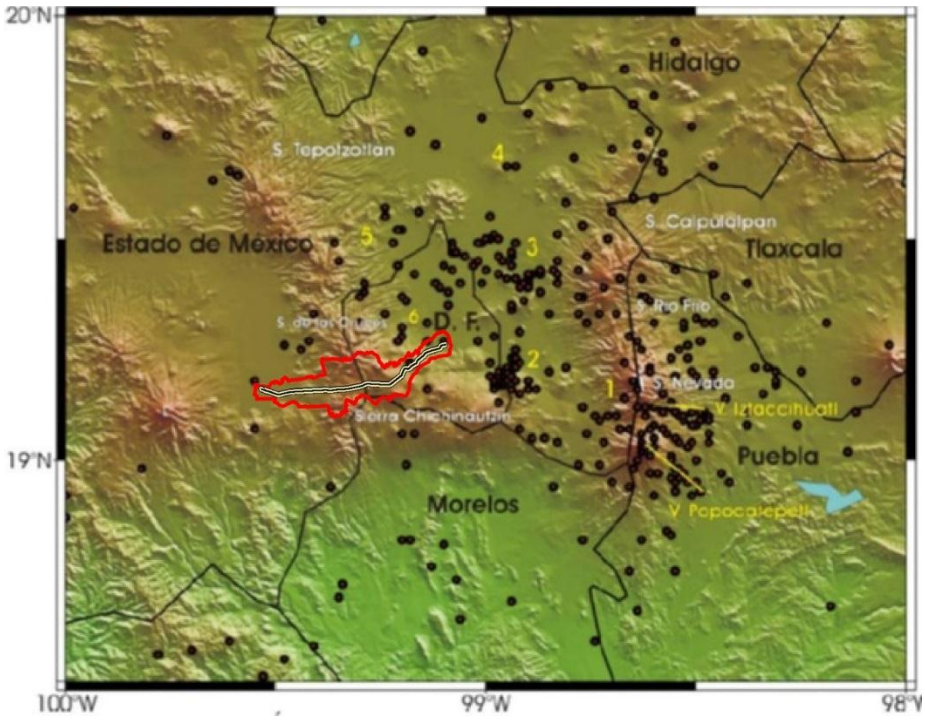


Figura IV.2.21. Ubicación del proyecto dentro de las Regiones Sísmicas en México. (Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad.).

En la zonificación de la Ciudad de México se distinguen tres zonas de acuerdo al tipo de suelo:

- Zona I, firme o de lomas: localizada en las partes más altas de la cuenca del valle, está formada por suelos de alta resistencia y poco compresibles.
- Zona II o de transición: presenta características intermedias entre la Zonas I y III.
- Zona III o de Lago: localizada en las regiones donde antiguamente se encontraban lagos (lago de Texcoco, Lago de Xochimilco). El tipo de suelo consiste en depósitos lacustres muy blandos y compresibles con altos contenidos de agua, lo que favorece la amplificación de las ondas sísmicas.

Símicamente la región comprendida por el Valle de México es muy activa –entre 1996 y 2007 se han registrado aproximadamente 350 sismos–, sin embargo la intensidad de los temblores en su mayoría es de baja magnitud y de escasa profundidad. En la figura se observa que la actividad sísmica al suroriente es muy intensa (indicada con el N° 2) y en menor grado hacia el sector surponiente de la zona urbana del Distrito Federal (indicada con el N° 6), correspondiente a la zona I, que es donde se encuentra el proyecto y la zona del túnel.



FiguraIV.2.21. Distribución de los sismos registrados en el Valle de México entre 1996 y 2007; los epicentros se marcan con círculos rojos y los números indican las regiones con actividad sísmica principal (1-3) y de menor grado y más difusa (4-6). (Huesca-Pérez (2008).

En las inmediaciones de la sierra de Las Cruces, en la zona del proyecto, los registros sísmicos son escasos mas no menos importantes para problemas de establidad de taludes. El factor de riesgo sísmico está determinado tanto por la la distribución espacial de los epicentros como por las características mecánicas del subsuelo; la zona del túnel del proyecto ferroviario al estar emplazado sobre un subsuelo poco favorable para la amplificación de las ondas sísmicas, se ubica en una zona de bajo a muy bajo riesgo sísmico. No obstante, aun cuando dicho factor es bajo, no debe ignorarse la posibilidad de la ocurrencia de sismos y el aumento con ellos del riesgo de caída y colapso de taludes, principalmente donde se tiene proyectado realizar los portales del túnel y cortes.

IV.3 DESCRIPCIÓN DE LA VEGETACIÓN

IV.3.1 UBICACIÓN FITOGEOGRÁFICA DE LA ZONA DE ESTUDIO

Considerando el análisis de afinidades geográficas en la flora de diferentes regiones de México, en los coeficientes de similitudes establecidos entre estas floras, y tomando también en cuenta los conocimientos acerca de endemismos y en general acerca de las áreas de distribución de plantas vasculares, se reconoce en el territorio de México la existencia de 17 provincias florísticas, que pueden agruparse en cuatro regiones, y éstas a su vez se relacionan en forma no del todo discreta con dos reinos, Figura IV.3.1.

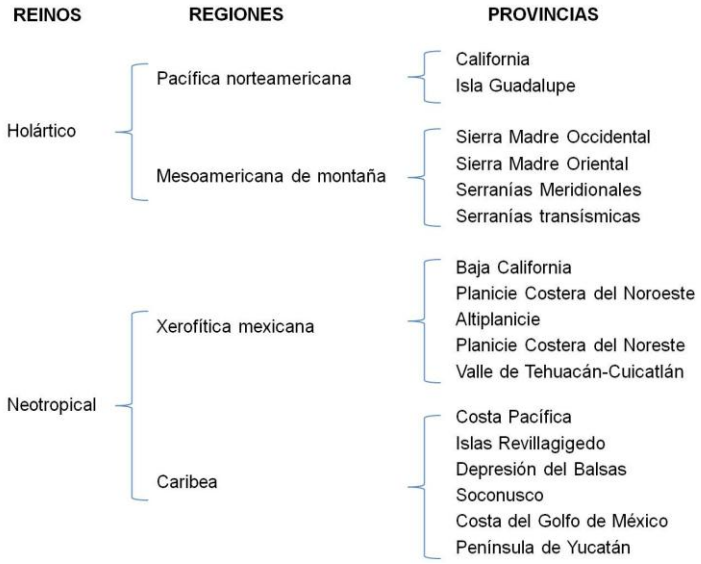


Figura IV.3.1. Reino, Regiones y provincias florísticas de México, Rzedowski 2006.

Cabe enfatizar que en general no existen límites precisos entre provincias florísticas, pues los cambios suelen ser graduales, con frecuentes penetraciones profundas de elementos procedentes de áreas vecinas. En el caso del Estado de México y Distritito Federal; y específicamente hablando del Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto, éste se localiza dentro de la Provincia Serranías Meridionales, la cual pertenece a la Región Mesoamericana de Montaña y esta a su vez al Reino Holártico (Figura IV.3.2.).



Figura IV.3.2. Ubicación del proyecto y su SAR en las Regiones Florísticas de México, ambas se encuentran totalmente en la Región Floristica Serranías Meridionales, ubicada entre las Regiones Atiplanicie y Depresión del Balsas

La flora del Reino Holártico es herencia del antiguo supercontinente Laurasia, y aunque durante el pleistoceno gran parte de la biota de la región estuvo bajo el hielo, la región holártica presenta una biota predominantemente joven, razón por lo cual los patrones de distribución del holártico se hacen menos obvios, al igual que pequeños y grandes eventos geológicos que han afectado la distribución de los taxa en estas regiones como lo es la separación de las masas continentales y el levantamiento de la cadena montañosa de los Himalaya en el Oligoceno tardío.

La Región Mesoamericana de Montaña no pertenece definitivamente al Reino Holártico ni al Neotropical, pues participan en ella los elementos de ambos en proporciones importantes. Inicialmente se hizo el intento de delimitar dentro de esta zona las áreas de mayor influencia de elementos meridionales y septentrionales respectivamente, pero sólo fue posible llevarlo a cabo en algunas partes del país, ya que en otras, el mosaico resultante es tan intrincado que se requerían estudios muy detallados y una cartografía a escala detallada para interpretarlo en forma debida. Además, al realizar los análisis de las relaciones geográficas de la flora de diferentes sitios de las zonas de clima templado y semihúmedo o húmedo de México, se puso de manifiesto la íntima semejanza que presenta la composición florística de estos sitios entre sí, independientemente de si la balanza de afinidades se inclina hacia el norte o hacia el sur. Este último hecho, por encima de todo, determina la necesidad de reconocer una sola Región Mesoamericana de Montaña para toda la zona en cuestión, aun cuando esta entidad no pueda encuadrarse en el Reino Holártico ni en el Neotropical.

Tal definición puede resultar un tanto desconcertante para los que suelen impresionarse por la analogía que hay entre los bosques de *Quercus,* de *Pinus,* de *Alnus,* de *Abies,* de *Liquidambar,* etc., de México y Centroamérica y los que existen en latitudes más elevadas del Hemisferio Norte. Sin embargo, los dominantes de una comunidad vegetal no siempre expresan bien sus verdaderas relaciones florísticas y la prueba más palpable de ello son los pinares y los encinares enclavados en zonas de clima caliente, donde la abrumadora mayoría de los componentes del bosque es de afinidad austral. Esta superposición de un estrato arbóreo compuesto íntegra o casi íntegramente por especies "holárticas" sobre un sotobosque en que los componentes "neotropicales" son muy abundantes o preponderantes ya fue señalada por Miranda y Sharp (1909: 330) en algunas comunidades vegetales y constituye un interesante fenómeno fitogeográfico, digno de explorarse más a fondo.

La Región Mesoamericana de Montaña presenta en general una distribución geográfica discontinua, pues corresponde a los macizos montañosas del país. Además de México, la región abarca importantes superficies de Centroamérica y su límite austral se alcanza en el norte de Nicaragua (Lauer, 1968). La flora es rica en general, siendo notable el franco dominio de especies herbáceas. Algunos géneros, como por ejemplo *Quercus, Salvia, Eupatorium, Senecio, Stevia, Muhlenbergia,* presentan aquí un importante centro de diversificación.

La Región Mesoamericana de Montaña puede subdividirse en cuatro provincias, no del todo satisfactoriamente definidas, a mencionar: Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental, Serranías Meridionales y Serranías Transístmicas.

Por otro lado en la Provincia de las Serranías Meridionales se adscriben: el Eje Volcánico Transversal, que corre de Jalisco y Colima a Veracruz, la Sierra Madre del Sur (Michoacán a Oaxaca) y el complejo montañoso del norte de Oaxaca. Los bosques de *Pinus* y de *Quercus* tienen en esta provincia una importancia equiparable y son los que predominan. La entidad incluye las elevaciones más altas de México, así como muchas áreas montañosas aisladas, cuya presencia propicia el desarrollo de muy numerosos endemismos. A este respecto, en el ámbito genérico, son ejemplos: *Achaenipodium, Hintonella, Microspermum, Omiltemia, Peyritschia, Silvia.*

IV.3.2 Descripción de los tipos de vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR)

IV.3.2.1. Tipos de vegetación presentes en el Sistema Ambiental Regional

Según el Inventario Forestal Nacional del 2000, se identifican 10 tipos de vegetación y uso de suelo dentro del Sistema Ambiental Regional; agricultura de humedad, agricultura de riego, agricultura de temporal, asentamientos humanos, bosque de encino, Bosque de oyamel, Bosque de pino, Bosque de pino-encino, pastizal inducido y popal-tular.

BOSQUE DE ENCINO

La mayoría son formaciones densas o al menos cerradas, aunque hay encinares con árboles separados con amplios espacios cubiertos por arbustos y herbáceas. Su altura varía entre 2 y 30 m, alcanzando en ocasiones hasta 50 m. La fisonomía de estos bosques está notablemente influenciada por el tamaño de las hojas de las especies que lo forman, que usualmente son de menor tamaño y textura coriácea en áreas secas y de hojas grandes, relativamente delgadas y bellotas grandes en localidades muy húmedas, en ocasiones este tipo de ecosistema se observa entremezclado con especies del Género *Pinus*, Las especies más comunes que se ubican en la zona de influencia son: encino laurelillo (*Quercus laurina*), encino (*Q. magnoliifolia*), encino blanco (*Q. candicans*), roble (*Q. crassifolia*), encino quebracho (*Q. rugosa*), encino tesmilillo (*Q. crassipes*), encino cucharo (*Q. urbanii*), charrasquillo (*Q. microphylla*), encino colorado (*Q. castanea*), encino prieto (*Q. laeta*), laurelillo (*Q. mexicana*), encino blanco o Tocuz(*Q. glaucoides*), encino yesca o rosillo (*Q. scytophylla*).

Por las características de los encinos, estos bosques han sido severamente explotados con fines forestales, lo cual provoca que este tipo de vegetación tienda a fases secundarias, áreas que a su vez son incorporadas a la actividad agrícola y pecuaria. En el SAR este

bosque se encuentra en las partes más bajas entre las zonas agrícolas y urbanas y las más altas, cercano a donde dominan los bosques de oyamel, por lo que es posible observar ecotonos entre estos ecosistemas (Foto IV.3.1).



Foto IV.3.1. Condición del Bosque de Encino en la zona del SAR.

BOSQUE DE OYAMEL

Comunidad densa de árboles de hojas angostas y cortas, que varía de 30 a 40 m de altura. Las copas de los árboles comúnmente presentan un contorno triangular y se ramifican desde niveles relativamente bajos. Usualmente con un estrato arbóreo inferior, y estratos arbustivo, herbáceo y rasante, se desarrollan en clima semifrío y húmedo, entre los 2,200 a 3,600 m de altitud, en las partes altas del área en análisis. Normalmente está conformado por elementos de la misma especie, en ocasiones se observa de manera mixta, acompañados por diferentes especies de coníferas y latifoliadas. Algunos bosques son densos, sobre todo en condiciones libres de disturbio, pero debido al fuerte impacto que provocan las actividades humanas, su área se encuentra en constante disminución para dar lugar a espacios agrícolas y pecuarios. Las especies que los constituyen son principalmente del género Abies, además de *Abies religiosa*, *Arbutus xalapensis*; las arbustivas *Senecio angulifolius*, *Senecio barba-johannis, Eupatorium glabratum*, *Fuchsia microphylla*, *Symphoricarpos microphyllus*, *Buddleia parviflora*, *Salix paradoxa*, *Pernettya postrata*, *Ribes ciliatum*; y las herbáceas *Acaena elongata*, *Arenaria lanuginosa*, *Brachypodium mexicanum*, *Didymaea alsinoides*, *Castilleja tenuiflora, Fragaria mexicana*, *Galium aschenbornii*, *Salvia elegans*, *Senecio plantanifolius*, *Stellaria cuspidata*, *Penstemon gentianoides*, *Alchemilla procumbens*. La alteración de estas comunidades radica en el alto valor comercial de su madera, la cual es utilizada para leña, aserraderos, construcciones rurales y urbanas principalmente. Ver Foto IV.3.2.



Foto IV.3.2. Condición del Bosque de Oyamel en la zona del SAR.

BOSQUE DE PINO

En lo que refiere a esta comunidad vegetal siempre verde constituida por árboles del género *Pinus, e*stos bosques que se encuentran asociados con encinares y otras especies. La vegetación está dominada por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, los pinares tienen un estrato inferior relativamente pobre en arbustos, pero con abundantes gramíneas, esta condición se relaciona con los frecuentes incendios y la tala inmoderada. Las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino (*P. rudis*) y pino chino (*P. teocote*). Ver Foto IV.3.3.



Foto IV.3.3. Condición del Bosque de Pino en el SAR.

Cabe señalar que este tipo de vegetación dentro de la Sistema Ambiental Regional, en algunos manchones se observó compartiendo espacios con diferentes especies de encino dando origen a los denominados bosques de pino-encino, o bosques de encino-pino, cuando dominan los encinares. La parte del dosel suele ser cerrado aunque varía de un sitio a otro. Algunas de las especies presentes son: *Arbutus xalapensis, Buddleia cordata, Clethra mexicana, Cupressus lusitanica, Garrya laurifolia, Pinus leiophylla, Pinus montezumae, Pinus teocote, Prunus serotina ssp. Capulí, Quercus crassipes, Quercus rugosa*; entre el estrato arbustivo y herbáceo se encuentran: *Alchemilla procumbens, Baccharis conferta, Bouvardia ternifolia, Dahlia pinnata, Fuchsia microphylla, Penstemon campanulatus, y Physalis pringlei* por mencionar algunas.

BOSQUE DE PINO-ENCINO

Bosque mixto formado por individuos del género *Pinus* sp. y *Quercus* sp., se desarrolla de forma transicional entre el Bosque de Pino y el Bosque de encino, en las partes bajas está integrado por árboles de *Pinus leiophylla* con *Quercus crassipes*, en altitudes de 2700 m hasta 3100 m s. n. m. está formado principalmente por P. *montezumae, Q. laurina* y *Q. rugosa*. Estos bosques son moderadamente altos, con árboles de 15 hasta 25 m. Además se puede observar asociaciones de P. pseudostrobus var. pseudostrobus con *Q. rugosa, Q. crassifolia* y *Q. castanea*. En altitudes mayores de 3100 m s. n. m. rara vez aparecen comunidades mixtas de *Q. laurina* y *P. hartwegii o Alnus jorulensis* y *P. hartwegii*. La presencia de arbustos o árboles de estos géneros es mayor en las zonas de la orilla del bosque, pero nunca es muy extensa. Frecuentemente comunidades mixtos de *Pinus, Quercus, Juniperus y Cupressus* aparecen en las zonas que fueron perturbadas por la actividad ganadera o deforestadas.

Como componentes del estrato arbóreo, frecuentemente se encuentran árboles de los géneros: *Abies, Alnus, Arbutus, Buddleia, Clethra, Crataegus, Cupressus, Garrya, Juniperus, Pinus, Prunus y Salix*. Las especies arbustivas y herbáceas que se presentan en esta comunidad vegetal son parcialmente compartidas con las presentes en los bosques de *Quercus* y en los bosques de *Pinus*. Los géneros más comunes del estrato herbáceo de este tipo de bosques son*: Baccharris, Bidens, Castilleja, Cirsium, Commelina, Dalia, Desmodium, Eupatorium, Galium, Geranium, Gnaphalium, Lamouroxia, Muhlenbergia, Penstemon, Salvia, Senecio, Stevia*. De forma esporádica se pueden encontrar *P. ayacahuitle y P. rudis, P. pseudostrobus, P. patula y P. teocote.*



Foto IV.3.4. Vista general del Bosque de Pino-encino en el Sistema Ambiental Regional

POPAL- TULAR

El popal es una comunidad propia de lugares pantanosos o de agua dulce estancada, de clima cálido y húmedo, dominado principalmente por plantas herbáceas de 1 a 2 m de alto. Generalmente enraizadas en el fondo, de hojas grandes y anchas que sobresalen del agua formando extensas masas. Las plantas más frecuentes que constituyen a esta comunidad son quentó (*Thalia geniculata*), popoay (*Calathea* sp.), y algunas especies acompañantes de las familias ciperáceas y poacea como (*Panicum* sp.), (*Paspalum* sp.), (*Cyperus* sp.), además de otros géneros como *Bactris y Pontederia*.

De manera similar, el tular es una comunidad de plantas acuáticas arraigadas en el fondo de los cuerpos de agua, constituida por monocotiledoneas de 0.8 m hasta 2.5 m de alto, de hojas largas y angostas o bien carentes de ellas. Se desarrolla en lagunas y lagos de agua dulce o salada y de escasa profundidad. Este tipo de vegetación está constituido básicamente por plantas de tule (*Typha* spp.), y tulillo (*Scirpus* spp.), también es común encontrar los llamados carrizales de (*Phragmites communis*) y (*Arundo donax*).

La vegetación de tipo tular es bien conocido por la utilización de los tallos de *Typha* y *Scirpus* en la confección artesanal de petates, cestos, juguetes y diversos utensilios. Los carrizales también son de gran importancia para la elaboración estructural de juegos pirotécnicos y diversos objetos artesanales, por lo que estas actividades contribuyen a la perdidad de hábitat de este tipo de vegetación Ver Foto IV.3.5.



Foto IV.3.5. Zona cubierta con Tular en las zonas inundadas dentro del SAR.

ÁREAS AGRÍCOLAS

En la zona de influencia se presentan superficies dedicadas al cultivo de maíz, haba, avena, cebada, zanahoria, chícharo, calabaza, papa, fríjol, lechuga, cilantro, rábano, cebolla, ajo, chivatitos, quelites, epazote, nabos, brócoli, acelgas, espinacas, e incluso flores como: dalia, rosa, clavel, cempasúchil, begonia, hortensia, margarita, gladiola, pensamiento, bugambilia, nube, azucena, malvón, mastuerzo, alcatraz, coronilla, violeta vara de san José y lirio; además de cactáceas: maguey y nopal. Ver Foto IV.3.6.



Foto IV.3.6. Vista general de las Áreas Agrícolas en el SAR.

PASTIZAL INDUCIDO

Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. 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 pastizales inducidos que prosperan una vez destruidos los bosques de *Pinus* y de *Quercus*, característicos de las zonas montañosas de México. En altitudes superiores a 2,800m, las comunidades secundarias frecuentemente son similares al Pastizal de Alta Montaña, formado por gramíneas altas que crecen en extensos macollos. Los géneros *Festuca, Muhlenbergia, Stipa y Calamagrostis* son los más típicos de estos pastizales que, además de su interés ganadero, son aprovechados también a través de raíz de zacatón, materia prima para la elaboración de escobas que proporcionan las partes subterráneas de *Muhlenbergia macroura*. Por debajo de los 3 000 m de altitud, los pastizales inducidos derivados de los Bosques de *Quercus* y *Pinus*, son mucho más variados y en general no presentan la fisonomía de macollos muy amplios. Entre los géneros dominantes pueden citarse: *Andropogon, Aristida, Bouteloua, Bromus, Deschampsia, Hilaria, Muhlenbergia, Stipa, Trachypogon* y *Trisetum*. Algunas otras especies de gramíneas que llegan a formar comunidades de pastizal inducido, son: *Aristida adscensionis* (Zacate tres barbas), *Erioneuron pulchellum* (Zacate borreguero), *Bouteloua simplex, Paspalum notatum* (Zacate burro), *Cenchrus spp*. (Zacate cadillo o Roseta), *Lycurus phleoides, Enneapogon desvauxii* entre otros. Ver Foto IV.3.7.



Foto IV.3.7. Vista del pastizal inducido dentro del SAR.

ÁREAS URBANAS

En este apartado se menciona lo referente a los núcleos de población o zonas urbanas que se encuentran dentro Sistema Ambiental Regional, las cuales corresponden aproximadamente al 50% de la superficie total de dicha zona.

Las principales zonas urbanas que se encuentran dentro del Sistema Ambiental Regional en el Estado de México son: Toluca de Laredo, Metepec, San Matero Atenco, Lerma de Villada, San Pedro Cholula, Santa María Atarasquillo, Ocoyoacac, San Jeronimo Acazulco. Mientras que en el Distrito Federal principalmente la zona urbana de las delegaciones Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón y Miguel. Ver Foto IV.3.8.



Foto IV.3.8. Condición general de las Zonas Urbanas en el SAR.

VEGETACIÓN EN BARRANCAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO

Las barrancas del poniente de la Ciudad se localizan en la Sierra de las Cruces. Estas montañas volcánicas se formaron durante el pliocuaternario debido al emplazamiento de maga en fracturas corticales con dirección NW-SE (noroeste- sureste).

De acuerdo con lo anterior no se puede hablar de ellas como algo aislado, ya que, forma parte de un subsistema integrado de múltiples relieves que conforman la Cuenca de México.

Los graves problemas que presentan son: la contaminación y entubamiento del agua que ha propiciado que varias de las especies endémicas de flora y fauna de la Cuenca de México, se encuentren en peligro. Aunado a lo anterior, se han introducido especies alóctonas que modifican los ecosistemas de la microcuencas denominadas barrancas, tal es el caso de los eucaliptos provenientes de Australia y que se encuentran en todo el poniente de la ciudad. Específicamente se registraron dos especies diferentes de eucaliptos dentro de la barranca de Tacubaya que se encuentra en la zona de influencia. Algunos de los efectos de esta especie es que impiden que el agua se infiltre debido a

que absorben la más superficial, y compiten con las especies endémicas y pueden caerse fácilmente, provocando accidentes.

En el SAR se presentan algunas barrancas, siendo la más importante la llamada Barranca Tacubaya, ya que por el borde oriental de la misma correrá el proyecto ferroviario. Esta barranca es la que tiene más segmentos de colectores marginales y se localizan, además de los eucaliptos antes mencionados, algunos individuos de *Cupressus* y *Pinus*. Cabe aclarar que estos últimos individuos han sido plantados por los lugareños ya que no corresponden a la vegetación original del sitio. Ver Foto IV.3.9.



Foto IV.3.9. Condición de las Barrancas en el SAR.

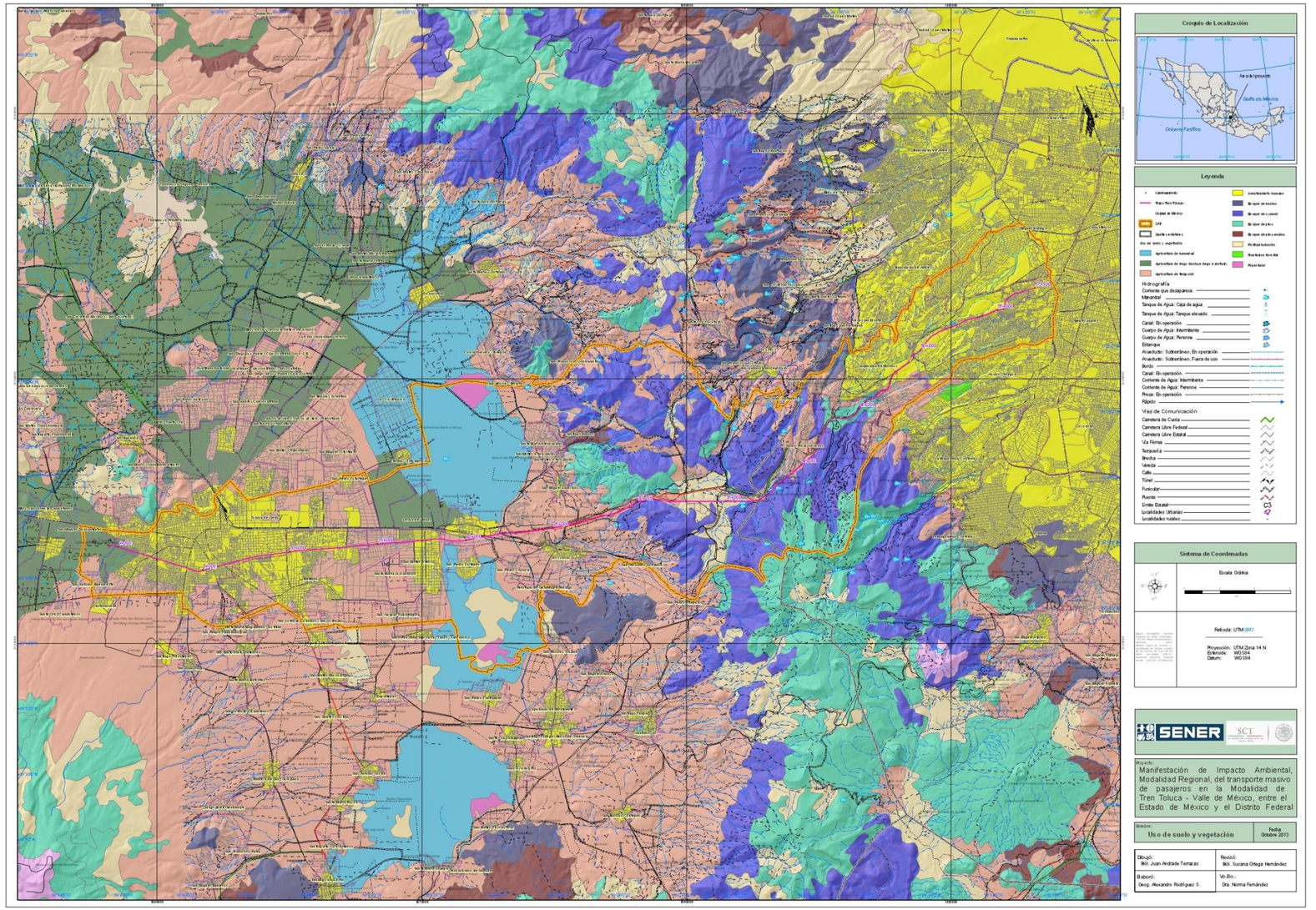


Figura IV.3.3. Mapa de uso de suelo y Vegetación y su distribución en el SAR.

A continuación se enlistan las especies potenciales para el Sistema Ambiental Regional (SAR), dicho listado dio como resultado de la revisión bibliográfica y de los trabajos realizados en campo. Ver Tabla IV.3.1

Tabla IV.3.1. Especies reportadas para el SAR.

Familia	Nombre Científico
Asteraceae	*Baccharis conferta*
	Dahlia pinnata
	Eupatorium glabratum
	Senecio angulifolius
	Senecio barba-johannis
	Senecio plantanifolius
Caprifoliaceae	*Symphoricarpos microphyllus*
Caryophyllaceae	*Arenaria lanuginosa*
	Stellaria cuspidata
Clethraceae	*Clethra mexicana*
Cyperaceae	*Cyperus sp.*
	Scirpus sp.
Ericaceae	*Arbutus xalapensis*
	Pernettya prostrata
Fagaceae	*Quercus candicans*
	Quercus castanea
	Quercus crassifolia
	Quercus crassipes
	Quercus glaucoides
	Quercus laeta
	Quercus laurina
	Quercus magnoliifolia
	Quercus mexicana
	Quercus microphylla
	Quercus rugosa
	Quercus scytophylla
	Quercus urbanii
Garryaceae	*Garrya laurifolia*
Grossulariaceae	*Ribes ciliatum*
Lamiaceae	*Salvia elegans*
Marantaceae	*Thalia geniculata*
Onagraceae	*Fuchsia microphylla*
Orobanchaceae	*Castilleja tenuiflora*

Familia	Nombre Científico
Pinaceae	*Abies religiosa*
	Pinus hartwegii
	Pinus leiophylla
	Pinus montezumae
	Pinus rudis
	Pinus teocote
Plantaginaceae	*Penstemon campanulatus*
	Penstemon gentianoides
Poaceae	*Aristida adscensionis*
	Arundo donax
	Bouteloua simplex
	Brachypodium mexicanum
	Deschampsia sp.
	Enneapogon desvauxii
	Erioneuron pulchellum
	Festuca sp.
	Hilaria sp.
	Lycurus phleoides
	Muhlenbergia macroura
	Muhlenbergia sp.
	Panicum sp.
	Paspalum notatum
	Paspalum sp.
	Phragmites communis
	Stipa sp.
	Trachypogon sp.
	Trisetum sp.
Pontederiaceae	*Pontederia* sp.
Rosaceae	*Acaena elongata*
	Alchemilla procumbens
	Fragaria mexicana
	Prunus serotina ssp. capulí
Rubiaceae	*Bouvardia ternifolia*
	Didymaea alsinoides
	Galium aschenbornii
Salicaceae	*Salix paradoxa*
Scrophulariaceae	*Buddleia cordata*
	Buddleia parviflora

Familia	Nombre Científico
Solanaceae	*Physalis pringlei*
Typhaceae	*Typha* sp.

Como se puede observar en la Tabla anterior, es posible encontrar alguna de las 73 especies potenciales de flora dentro del SAR del proyecto. Las cuales están divididas en 22 géneros, siendo Poaceae el género que más representativo.

IV.3.2 Especies bajo alguna categoría de riesgo en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del SAR

A nivel de SAR se reportan especies con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010, ver tabla IV.3.2; sin embargo es importante recalcar que a lo largo del derecho de vía por donde se construirá la vía férrea, no se encontraron especies protegidas por dicha NOM; no osbtante se hace mención a las que pudieran encontrarse en la región con el objeto de manifestar su importancia ecológica y de conservación.

Tabla IV.3 2. Especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la zona del SAR

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Riesgo
Alismataceae	*Sagittaria macrophylla*	Flecha de Agua	Amenazada/Endémica
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Ciprés	Protección Especial/No Endémica

IV.3.3. Descripción de la Vegetación Afectada directamente por El Proyecto

IV.3.3.1. Estado de conservación de las comunidades vegetales

Para establecer el análisis del grado de conservación de las diferentes comunidades vegetales que se encontraron en la zona en donde se pretende el emplazamiento del proyecto ferroviario, se consideró todo el trazo del mismo y su derecho de vía, apoyándose de las descripciones hechas para cada una de las unidades muéstrales levantadas en campo y de cada unidad de verificación. Los resultados de ello permiten reconocer el nivel de impacto que existe en la zona de estudio, así como los factores que han incidido de manera directa e indirecta en ella, modificando la composición florística de las comunidades y/o asociaciones vegetales observadas, así como el paisaje visual.

Con el propósito de facilitar la evaluación de estas comunidades, se agruparon con base en las condiciones de conservación en las que se encuentran actualmente. De este modo, resultaron 3 categorías:

1) Vegetación Primaria en proceso de degradación: Son comunidades vegetales en la que la mayoría de sus componentes son primarios y que han sido fuertemente alterados por la intervención del hombre, ya que evidencian disturbios como pastoreo y saqueo de individuos arbóreos, utilizados como medicinales y ornamentales. Esta extracción de organismos de vegetación primaria ha dado paso a que se encuentren algunos elementos propios de una comunidad secundaria (proceso de sucesión de comunidades vegetales en claros abiertos por disturbio).

2) Vegetación Secundaria: Esta vegetación se presenta en algunos tramos del trazo principalmente cerca de zonas urbanas o de infraestructura, asi como dentro de los derechos de vía de la autopista y de la CFE. Este tipo de vegetación ha ido ganando terreno después de que las especies de vegetación primaria han sido removidas y el sitio recibe un impacto constante de la actividad humana por el incremento en las instalaciones urbanas y obras de mantenimiento, por lo que la comunidad original no puede regresar a instalarse.

3) Vegetación Exótica: Es la que se identificó en las zonas urbanas que atraviesa el proyecto y que de cierto modo será afectada por el mismo. Consiste en especies que han sido introducidas como obras de jardinería en avenidas, banquetas, baldíos y predios particulares.

Con lo anterior, se determinó que en general, el grado de perturbación existente en el área de emplazamiento del proyecto ferroviario, es de moderada a alta, y su intensidad está en función de la pérdida de cobertura vegetal original, debida al desarrollo de las actividades productivas y construcción de infraestructura urbana en la región, originado la eliminación de extensas superficies de vegetación, ocasionando a su vez procesos erosivos en algunos sitios.

Para el caso de los tramos a ser afectados, el grado de conservación de las comunidades vegetales, se muestra en el Tabla IV.3.3.

Tabla IV.3.3. Estado de conservación en que se encuentran las comunidades vegetales

Uso Actual	Comunidad y/o Asociación Vegetal	Estado de conservación
Forestal	Vegetación Secundaria de Abies	Medio
	Pastizal inducido	Bajo
	Ecotono entre vegetación secundaria de Abies y Bosque de Pino-Encino	Medio

IV.3.3.2. Descripción de los sitios de muestreo.

Los tipos de vegetación que se encuentran dentro de la zona de estudio (lo que corresponde al Derecho de Vía del Proyecto Ferroviario), son principalmente: Vegetación secundaria de Bosque de Abies, Ecotono entre Vegetación Secundaria de Abies y Bosque de Pino-Encino, y finalmente Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos.

La información que se presenta en este Estudio se baso en la información recabada en campo a lo largo de todo el espacio que ocupará el proyecto. Dicha información se recabo mediante el muestreo cuantitativo en 12 sitios representativos, caracterizando toda la vegetación existente en el Derecho de Vía. Se seleccionaron sitios con cobertura vegetal distintiva, tanto de vegetación primaria, secundaria y exótica. De los anteriores, en 9 sitios se realizó un muestreo intensivo y 3 fueron sitios de verificación. La selección de los sitios fue resultado de un recorrido prospectivo a lo largo del eje del proyecto, ver Figura IV.3.4.

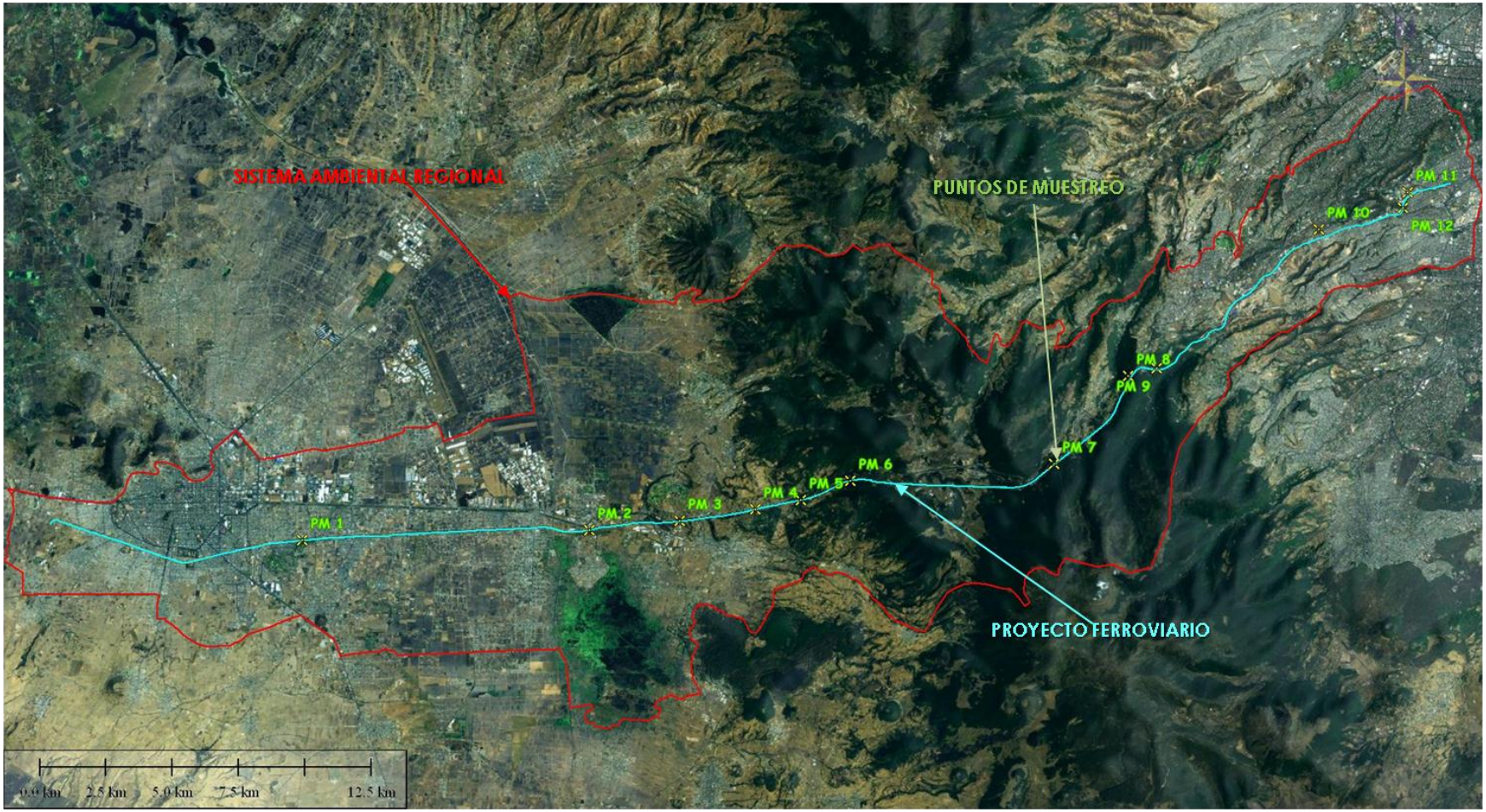


Figura IV.3.4. Ubicación de los sitios de muestreo y verificación a lo largo del trazo; PM 1, PM 2 y PM 10 son de verificación.

Considerando la imagen satelital anterior y principalmente la información recabada en campo, se determinó que el uso de suelo y vegetación que más abunda en el Derecho de Vía del proyecto ferroviario, es la que corresponde a vegetación de Zona Urbana **(77.94 ha)**, posteriormente se ubico al Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos **(10.91 ha)**, siguiéndole el Ecotono entre Boque de Abies y el Bosque de Pino – Encino **(3.76 ha)** y finalmente la Vegetación Secundaria de Bosque de Abies **(0.77 ha)**. Lo anterior se toma en referencia a que dicha superficie sumada da un total de **93.38 ha** y que es la superficie que se estima será a fectada por la construcción del Proyecto Ferroviario.

Tabla IV.3.4 Uso de suelo del Proyecto ferroviario, así como sus superficies y longitud.

Uso de Suelo y Vegetación	Área (m²)	Área (ha)	Longitud (m)
Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-encino	37572.48.28	3.76	2348.28
Pastizal inducido con elementos arbóreos	109148.48	10.91	6821.78
Vegetación Secundaria de Abies	7684.16	0.77	480.26
Zona Urbana	779418.4	77.94	48713.65
TOTAL	**933823.52**	**93.38**	**58363.97**

Se considera con esto y como se mencionó en el Capítulo II de este Estudio **una superficie a desmontar/despalmar de 15.44 ha (que además de ser la superficie con cubierta vegetal total requerida para el Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México, también se considera como la superficie entre las líneas de ceros del proyecto, debido a que dicha superficie se afectará en su totalidad durante la construcción). A la anterior superficie habrá que adicionar 77.94 ha que se afectarán en zona urbana, dando un total de 93.38 ha, de afectación por el proyecto**. Dado lo anterior y para obtener un aproximado de los individuos que será necesario afectar a lo largo de trazo, se realizó un cálculo mediante los muestreos aplicados.

Como se ha venido mencionando, el derecho de vía del trazo del proyecto ferroviario incide sobre cuatro tipos de usos de suelo y vegetación 1) Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino - Encino, 2) Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, 3) Vegetación secundaria de Bosque de Abies 4) Zona Urbana. Concretamente, el uso de suelo y vegetación fue caracterizado mediante una agrupación de los resultados obtenidos en los trabajos de campo en función de las características de la zona y su composición florística. Como se muestra en la siguiente tabla, por sitio y cadenamiento se observa cómo van cambiando los tipos de vegetación y los diferentes tipos de uso de suelo a lo largo del trazo.

Debido a que la clasificación que hace el Inventario Nacional Forestal respecto a los usos de suelo y tipos de vegetación es gruesa, en el presente apartado se realizó un análisis a mayor detalle de la vegetación a través de la clasificación digital de una imagen LandSat 2005, con una resolución de 20 metros por pixel para obtener un mapa temático del uso

del suelo y vegetación del proyecto. Para ello se integró en el análisis la información obtenida en campo. A partir de la clasificación en el mapa detallado se pudo estimar la superficie en hectáreas ocupada por cada uso de suelo y vegetación a lo largo del eje.

Como resultado de los análisis realizados para el sitio, la distribución especifica de los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación por cadenamiento en el trazo proyectado, se presentan en la Tabla IV.3.5 y se muestra la imagen con cada tipo de uso de suelo y vegetación observado directamente sobre el trazo en la Figura IV.3.5.

Tabla IV.3.5. Usos de Suelo y tipos de vegetación a lo largo del cadenamiento del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México.

				Cadenamiento	
Uso de Suelo y Vegetación	**Longitud**	**Área (m²)**	**Área (ha)**	**Inicio**	**Fin**
Zona Urbana	28705.01	459280.16	45.928016	623.28	28+081.73
Vegetación Secundaria de Abies	480.26	7684.16	0.768416	28+081.73	28+561.99
Zona Urbana	766.23	12259.68	1.225968	28+561.99	29+328.22
Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos	6821.78	109148.48	10.914848	29+328.22	36+150.00
Túnel	4595.78	73532.48	7.353248	36+150.00	40+745.78
Zona Urbana	371.5	5944	0.5944	40+745.78	41+117.28
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	157.63	2522.08	0.252208	41+117.28	41+274.91
Zona Urbana	508.52	8136.32	0.813632	41+274.91	41+783.43
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	198.38	3174.08	0.317408	41+783.43	41+981.81
Zona Urbana	918.28	14692.48	1.469248	41+981.81	42+900.09
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	125.25	2004	0.2004	42+900.09	43+025.34
Zona Urbana	402.79	6444.64	0.64	43+025.34	43+428.13
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	1867.02	29872.32	2.99	43+428.13	45+295.15
Zona Urbana	10106.25	161700	16.17	45+295.15	55+401.40
Barranca	404.41	6470.56	0.647056	55+401.40	55+805.81
Zona Urbana	1934.88	30958.08	3.095808	55+805.81	57+740.69
Total	**58363.97**	**933823.52**	**93.382352**		

Tabla IV.3.6. Superficies a ocupar con el proyecto: con cubierta vegetal y sin cubierta vegetal (se excluye el tramo de Túnel)

Cobertura Vegetal	Área (m²)	Área (Ha)
Cubierta vegetal	154405.32	15.44
No cubierta vegetal	779418.4	77.94
Total	**933823.52**	**93.38**

Cabe señalar que en la distancia y superficie que corresponde al Túnel, NO se afectara la vegetación presente entre ese kilometraje (Km 36+150.00 al Km 40+745.78) ya que el túnel va a una profundidad mucho mayor que el área de influencia que pudieran tener las raíces de las plantas, pues será perforado directamente en la roca, a una profundidad media de 60 metros por debajo de la superficie del terreno, zona donde ya no penetran las raíces. Por tales motivos, en la Tabla IV.3.5b donde se señalan las superficies con cobertura vegetal por afectar con en proyecto, no se considera el tramo de Túnel.

Es importante comentar que la superficie de afectación en cobertura vegetal prevista para la construcción de la entrada y salida de dicho Túnel, se ha considerado dentro del tipo de vegetación de Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos y la Zona Urbana, respectivamente, por encontrarse dichos portales en estas coberturas.

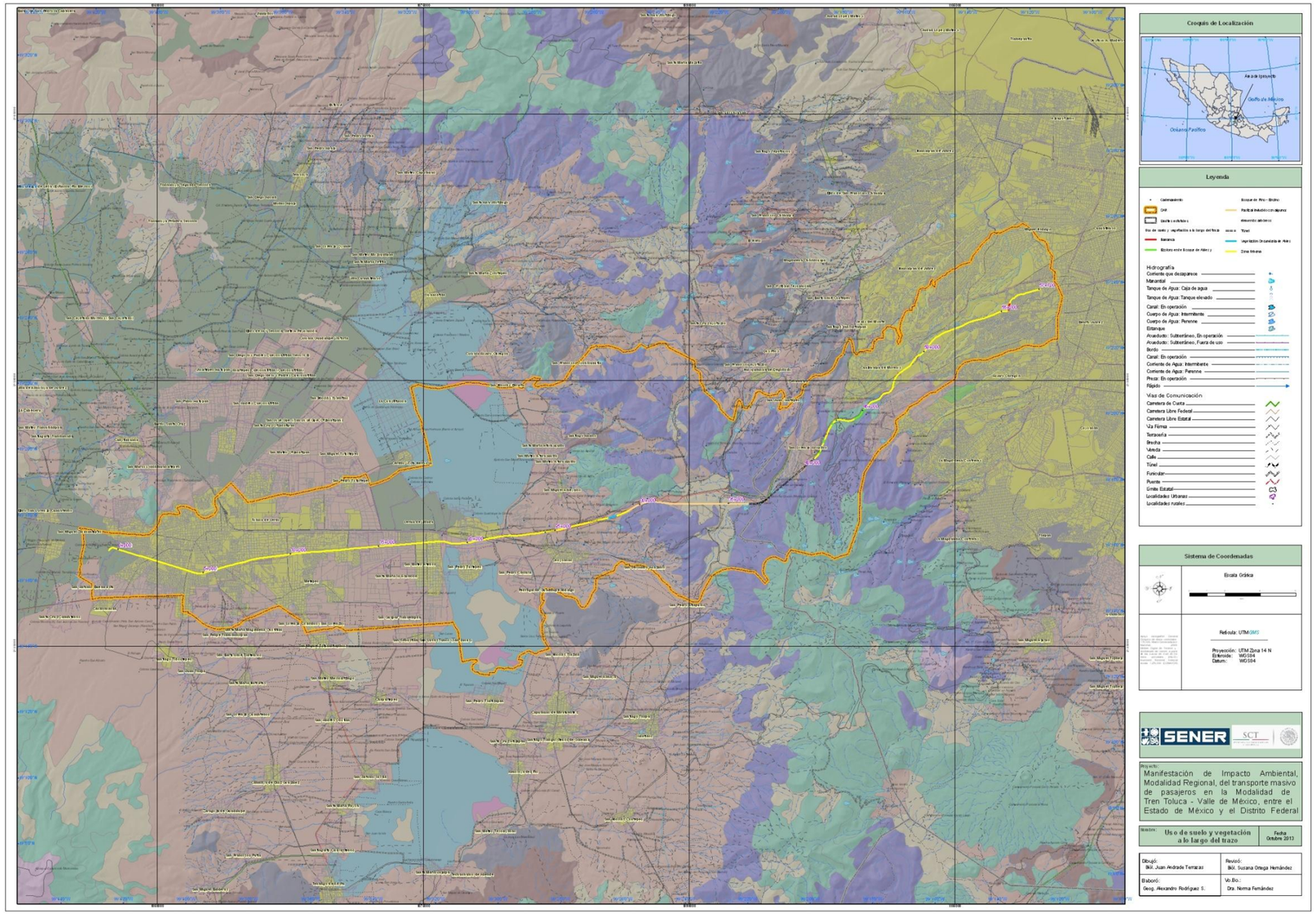


Figura IV.3.5. Usos de suelo y vegetación que influyen directamente en el proyecto.

IV.3.4 INDIVIDUOS POR ESPECIE QUE SE ESTIMA SERÁN AFECTADOS DENTRO DEL DERECHO DE VÍA

En las siguientes Tablas, se presenta por especie, y de acuerdo al tipo de vegetación a la que corresponde, el número de individuos estimados por afectar durante el desarrollo de las obras y actividades de las etapas preparación del sitio y construcción del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México.

Tabla IV.3.7. Individuos vegetales por especie y tipo de vegetación estimados a afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario

VEGETACION SECUNDARIA DE BOSQUE DE OYAMEL			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 0.77 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies	183
2	*Arbustus xalapensis*	Madroño	39
3	*Buddleja cordata*	Tepozan	19
4	*Cupressus lindleyi*	Cipres	10
5	*Didymaea alsinoides*	Trebol de monte	67
6	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	29
7	*Fuchsia microphylla*	Chilco	29
8	*Pinus montezumae*	Pino moctezuma	19
9	*Pinus sp*	Pino	19
10	*Ribes ciliatum*	-	29
11	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	19
12	*Senecio barba-johannis*	-	67
13	*Senecio callosus*	-	29
		TOTAL	**558**

ECOTONO DE ABIES Y BOSQUE DE PINO-ENCINO			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 3.76 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies	189
2	*Pinus hartwegii*	Pino	78
3	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	23
4	*Pinus halepensis*	Pino	87
5	*Quercus laurina*	Encino	141
6	*Quercus rugosa*	Encino	189
7	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	94
8	*Senecio barba-johannis*	-	141
9	*Senecio callosus*	-	47
		TOTAL	**989**

PASTIZAL INDUCIDO CON ALGUNOS ELEMENTOS ARBOREOS			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 10.91 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies	65
2	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	44
3	*Pinus hartwegii*	Pino	22
4	*Rubus sp.*	Zarzamora silvestre	55
5	*Ribes ciliatum*	Zarzamorilla	87
6	*Arbutus xalapensis*	Madroño	22
		TOTAL	**295**

IV.3.4.1 Aspectos estructurales de las comunidades vegetales

A continuación se mencionan los índices descriptivos de las comunidades vegetales, que fueron utilizados en el presente estudio; mismos que permiten evaluar, de manera cuantitativa el valor ambiental de los sitios.

a) Abundancia Relativa

La abundancia relativa, es la incidencia relativa de cada uno de los elementos individuales en relación con los demás en la comunidad, es decir, la proporción de individuos de la especie ***i*** respecto al número total de individuos encontrados de todas las especies ***N***. En este caso se realizó la evaluación para el Derecho de Vía del trazo del proyecto Ferroviario.

b) Diversidad Florística

La diversidad, es la abundancia de especies, ponderada o no, en un área completa y se representa como la riqueza o diversidad alfa **(a)** de la comunidad de un área, siendo ésta el número de especies presentes para un nivel taxonómico prefijado. Este concepto fue propuesto por Whittaker en 1960, junto con los términos de diversidad beta y gamma, con el objeto de estimar la diversidad a distintas escalas del paisaje o región. La diversidad alfa es la biodiversidad intrínseca de cada comunidad vegetal concreta del paisaje en cuestión. Permite identificar las zonas con mayor biodiversidad en un territorio

En un sentido más amplio, la biodiversidad es la riqueza biológica definida en tres niveles: ecosistemas, especies y genes. La diversidad de ecosistemas se puede representar desde unidades geomorfológicas de la tierra hasta las unidades ambientales, resultado de la integración de parámetros ecológicos. A la diversidad de especies también se le conoce como riqueza de especies.

El cálculo de la diversidad es un indicador o medida más frecuentemente utilizada, por varias razones (Gastón, 1996; Moreno, 2000): Primero, la riqueza de especies refleja distintos aspectos de la biodiversidad; segundo, a pesar de que existen muchas aproximaciones para definir el concepto de especie, su significado es ampliamente entendido (Aguilera y Silva, 1997; Mayr, 1992); tercero, al menos para ciertos grupos, las especies son fácilmente detectables y cuantificables; y cuarto, aunque el conocimiento taxonómico no es completo (especialmente para grupos como los hongos, insectos y otros invertebrados en zonas tropicales), existen muchos datos disponibles sobre números de especies.

La forma más sencilla de estimar el alfa-diversidad de una comunidad vegetal concreta es mediante el número o riqueza de especies que la componen. No obstante esta medida no tiene en cuenta la uniformidad o equilibrio, ya que en una comunidad existen pocas especies con un alto grado de dominancia y muchos individuos con abundancia relativa baja. Cuanto mayor sea la uniformidad de la comunidad, las distintas especies aparecerán de forma más equiibrada en cuanto a su proporción, por lo que una comunidad será más biodiversa si, además de un alto número de especies, posee además una alta uniformidad (Ferriol Molina y Merle Farinós, Los componentes alfa, beta y gamma de la biodiversidad. Universidad Politécnica de Valencia, 2012).

Para tener en cuenta ambos factores, se han elaborado distintos índices que analizan la proporción de especies en la comunidad, tal es el caso del índices de Simpson, el de Shannon-Wiener, índice de Margalef y el índice de uniformidad de Pielou. A continuación se analiza la biodiversidad de las comunidades vegetales por las que cruzará el proyecto y su uniformidad, a fin de poder tener una estimación cuantitativa de la diversidad intrínseca de esta comunidad vegetal.

c) Índice de Shannon

El índice de Shannon contempla la cantidad de especies presentes en un área determinada (riqueza florística) y la abundancia relativa de estas especies, se obtiene mediante la siguiente expresión:

$$H = -* pi * \ln(pi)$$

Donde:

Pi=ni/N

ni=número de individuos de la especie

N=total de individuos

S= número de especies

Los rangos para este índice en cuanto a diversidad son:

- 0 bits – 1.5 bits: Poca Diversidad
- 1.6 bits – 3 bits: Mediana Diversidad
- 3.1 bits – 5 bits: Alta Diversidad

d) Índice de Margalef

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es otra medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramón Margalef y tiene la siguiente expresión **I=(s-1)/Ln N**, donde **I** es la biodiversidad, **s** es el número de especies presentes, y **N** es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). La notación **Ln** denota el logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a **2,0** son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a **5,0** son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

e) Índice de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de **0** a **1**, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{e} = \frac{\bar{H}}{\ln S}$$

Donde:

H: Corresponde a los valores de diversidad obtenidos

S: Número de especies recolectadas

Con base en la información anterior, se realizó el análisis de los datos de campo y a continuación se describen cada una de las asociaciones vegetales encontradas en el DV del proyecto ferroviario en estudio en función de su biodiversidad.

- Vegetación Secundaria de Bosque de Abies

Tabla IV.3.8. Índices Ecológicos de las especies vegetales presentes en la Vegetación Secundaria de Bosque de Abies

	Nombre científico	Nombre común	1 Ha	Abundancia Relativa	Índice de Shannon
1	*Abies religiosa*	Abies	238	0.32759	0.365587528
2	*Arbustus xalapensis*	Madroño	50	0.06897	0.184424045
3	*Buddleja cordata*	Tepozan	25	0.03448	0.116113649
4	*Cupressus lindleyi*	Cipres	13	0.01724	0.070007638
5	*Didymaea alsinoides*	Trebol de monte	88	0.12069	0.255202242
6	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	38	0.05172	0.153198141
7	*Fuchsia microphylla*	Chilco	38	0.05172	0.153198141
8	*Pinus montezumae*	Pino moctezuma	25	0.03448	0.116113649
9	*Pinus sp*	Pino	25	0.03448	0.116113649
10	*Ribes ciliatum*	-	38	0.05172	0.153198141
11	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	25	0.03448	0.116113649
12	*Senecio barba-johannis*	-	88	0.12069	0.255202242
13	*Senecio callosus*	-	38	0.05172	0.153198141
			725	1.00	
				Índice Shannon	**2.207670855**
				H max	**2.564949357**
				Índice Margalef	**1.821999278**
				Índice Pielou	**0.860707385**

De la Tabla IV.3.8 se obtiene:

- El índice de Shannon indica una diversidad Media
- El índice de Margalef indica una diversidad Media
- El índice de Pielou, se encuentra más cercano al medio punto que al valor máximo. Por lo que entre más se aleja el valor 1, hay menor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia. Indica alta equidad de especies en la comunidad al estar cercano a 1.0.

En el tipo de vegetación catalogado como Vegetación Secundaria de Bosque de Abies, el más abundante fue el Abies y Oyamel (*Abies religiosa*), seguido por el Senecio (*Senecio barba-johannis*), y el Trébol de monte (*Didymaea alsinoides*).

Los sitios con este tipo de vegetación se ubican en las partes que anteriormente eran dominadas por el *Abies;* sin embargo actualmente se ven disminuidos los individuos de esta especie y van siendo sustituidos por individuos de especies como el *Cupressus lindeyi, Arbutus xalapensis, Buddleja cordata, Pinus montezumae* y *Pinus sp*, principalmente. Esta sucesión en la vegetación está dada por el impacto de las viviendas e infraestructura carretera en la zona. Ver Foto IV.3.10.



Foto IV.3.10. Se observa el común denominador de la vegetación secundaria de Bosque de Abies. Cerca del Km 28+300.

- Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino

Tabla IV.3.9. Índices Ecológicos de las especies vegetales en el Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino

	Nombre científico	Nombre común	1 Ha	Abundancia Relativa	Índice de Shannon
1	*Abies religiosa*	Abies	50	0.19011	0.315614264
2	*Pinus hartwegii*	Pino	38	0.14259	0.277730005
3	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	13	0.04753	0.144792081
4	*Quercus laurina*	Encino	38	0.14259	0.277730005
5	*Quercus rugosa*	Encino	50	0.19011	0.315614264
6	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	25	0.09506	0.223695647
7	*Senecio barba-johannis*	-	38	0.14259	0.277730005
8	*Senecio callosus*	-	13	0.04753	0.144792081
			263	1.00	
				Índice Shannon	**1.977698351**
				H max	**2.079441542**
				Índice Margalef	**1.256675848**
				Índice Pielou	**0.951071868**

De la Tabla IV.3.9 se obtiene:

- El índice de Shannon indica una diversidad Media
- El índice de Margalef indica una diversidad Baja
- El índice de Pielou, se encuentra más cercano al medio punto que al valor máximo. Por lo que entre más se acerca al valor 1, hay mayor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia. Indica alta equidad de especies en la comunidad, incluso una mayor equidad que en la vegetación secundaria de Abies, lo que es de esperarse ya que se trata de un ecotono.

Como se observa en la Tabla IV.3.10, en lo que respecta al tipo de vegetación catalogado como Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino, la especie más abundante es el Abies (*Abies religiosa*) al igual que el Encino (*Quercus rugosa*), seguido del Pino (*Pinus sp.*), Pino montezuma (*Pinus monetzumae*) y el Encino (*Quercus laurina*) con el mismo número de individuos. La cubierta vegetal en este tipo de vegetación, denota algún grado de perturbación, ya que se encuentra normalmente cerca de la carretera México-Toluca y de núcleos de población. Se observaron algunos individuos que se han visto impactados por la extracción de leña para uso doméstico; así como sitios que han ido plantando individuos de especies de Pinus. Ver Foto IV.3.11.



Foto IV.3.11. Se observa el común denominador del Ecotono entre el Bosque de Abies y el Bosque de Pino – Encino. Cerca del Km 43+900

- Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos

Tabla IV.3.10. Índices Ecológicos de las especies vegetales del Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos

	Nombre científico	Nombre común	1 Ha	Abundancia Relativa	Índice de Shannon
1	*Abies religiosa*	Abies	6	0.22222	0.334239422
2	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	4	0.14815	0.282895186
3	*Pinus hartwegii*	Pino	2	0.07407	0.192791829
4	*Rubus sp.*	Zarzamora silvestre	5	0.18519	0.312296103
5	*Ribes ciliatum*	Zarzamorilla	8	0.29630	0.360413429
6	*Arbutus xalapensis*	Madroño	2	0.07407	0.192791829
			27	1.00	
				Índice Shannon	**1.675427796**
				H max	**1.791759469**
				Índice Margalef	**1.517065378**
				Índice Pielou	**0.935074057**

De la Tabla IV.3.10 se obtiene:

- El índice de Shannon indica una diversidad Baja
- El índice de Margalef indica una diversidad Baja
- El índice de Pielou, se encuentra más cercano al medio punto que al valor máximo. Por lo que entre más se aleja el valor 1, hay menor cantidad de especies que se encuentran en igual proporción de abundancia. Indica alta equidad de especies en la comunidad al estar cercano a 1.0.

En lo que respecta al tipo de vegetación catalogado como Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, se observa una dominancia del Zarzamorilla (*Ribes ciliatum*), seguido del Abies (*Abies religiosa*) y de Zarzamora silvestre (*Rubus sp*.).

Este tipo de vegetación se ha introducido en la zona a partir de las labores de mantenimiento del DV de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y por lo tanto estas superficies están en constante mantenimiento (chaponeo); sin embargo se han podido desarrollado individuos de especies vegetales arbóreas de manera aislada en estas superficies.



Fotografía IV.3.12. Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, en el DV de las torres de transmisión de CFE, donde se ha instalado este tipo de comunidad.

Referencia aproximada: Km 29+700.

- Zona urbana Lerma

Es la parte inicial del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México, aproximadamente del Km -0+623.28 al Km 28+081.73 y como su denominación lo indica, corresponde a la Zona Urbana de Lerma, la mayor parte de este subtramo pasa por el camellón central de Avenida Las Torres, sin embargo, entre este camellón y en otros sitios dentro del DV de la líneas de alta tensión de la CFE, se encontraron pequeños predios con parte de su superficie dedicada al cultivo de maíz.

En estas zonas se han plantado algunos individuos de especies como el Sauce, el Eucalipto y el Ciprés, principalmente, como se observo en las visitas realizadas a campo, dichos individuos no cuentan con un arreglo especial por lo cual se deduce que fueron plantados de manera aislada, sin embargo se identificaron algunas áreas susceptibles a ser polígono forestales, de los cuales se habla más adelante.



Fotografía IV.3.13. Se observa el común denominador en el camellón de la zona Urbana de Lerma



Fotografía IV.3.14. Casi al final de la zona Urbana de Lerma se observa entre las torres de alta tensión de la CFE, campos de cultivo de maíz

Tabla IV.3.11. Especies e individuos a afectar de estrato arbóreo en la zona urbana de Lerma

Nombre científico	Nombre común	Individuos
Salix bonplandiana	Sauce	26
Cupressus macrocarpa	Ciprés limón	26
Buddleja cordata	Tepozán	13
Budleja americana	Tepozán	7
Cupressus lindleyi	Ciprés	16
Schinus molle	Pirul	1
Agave salmiana	Maguey	6
Popolus sp	Alámo	2
Pinus montezumae	Pino montezuma	4
Quercus laurina	Encino	3
Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto	34
Abies religiosa	Abies	1
Arbutus xalapensis	Madroño	1
Casuarina equisetifolia	Casuarina	2
	TOTAL	142

- Zona urbana Ciudad de México

Se menciona lo referente a los subtramos que se encuentran entre el Km 45+295.15 y el Km 55+401.40 y del Km 55+805.81 al Km 57+740.69, en la zona catalogada como Zona Urbana de la Ciudad de México, en donde la mayoría de los individuos que serán afectados por las obras en el DV del ferrocarril, se encontraron en los camellones y algunos otros en sitios catalogados como baldíos.

Tabla IV.3.12. Especies e individuos a afectar de estrato arbóreo en el DV del tren que corresponde a zona Urbana de la Ciudad de México (entre el Km 46+406.31 y el Km 51+800)

Nombre Científico	Nombre Común	Individuos a afectar
Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto	8
Abies Religiosa	Abies	1
Pinus montezumae	Pino montezuma	8
Pinus halepensis	Pino	27
Cupressus lindleyi	Ciprés	40
Alnus acuminata	Aile	1
Prunus sp	-	2
Buddleja cordata	Tepozán	19
Quercus sp.	Encino	14
Popolus alba	Álamo	31
Fraxinus udhei	Fresno	81
Jacaranda mimosifolia	Jacaranda	134
Cupressus macrocarpa	Ciprés limón	13
Ficus benjamina	Ficus, amate	12
Erythrina sp.	Colorín	31
Pyracanthus coccinea	-	5
	Total	**427**

Cabe señalar que posterior al Km 55+401.40, el trazo cruza por una pequeña parte de la Barranca Tacubaya en el cadenamiento que va del Km 55+401.40 al Km 55+805.81, por lo que se calculan los individuos y especies por afectar. Como se ha venido mencionado, esta barranca consta en su mayoría de especies vegetales exóticas, no obstante se cuantifican y presentan en la siguiente tabla.

Tabla IV.3.13. Especies e individuos por afectar en el DV del ferrocarril, que corresponde a la ladera en la margen oriental de la Barranca Tacubaya

Km 55+401.40 y el Km 55+805.81

	Km inicio	Km final	m²	ha
Tacubaya	55+401.40	55+805.81	6527.36	0.65

Nombre Científico	Nombre común	Individuos en 0.65 Ha
Eucalyptus camaldulencis	Eucalipto	12
Ecucalyptus globosus	Eucalipto	13
Casuarina equisetifolia	Casuarina	8
Pinus cembroides	Pino	6
Schinus molle	Pirul	8
Fraxinus udhei	Fresno	7
Ricinus communis	Higuerilla	33
Acer negundo	Maple	5
Pinus sp	Pino	4
Eysenhardtia polystachya	-	12
Baccharis conferta	-	21
Gymnosperma sp	-	8
	Total	**136**

IV.3.4.1.1. Obras Asociadas y/o Complementarias

El proyecto ferroviario contiene obras asociadas, por lo que se considera una zona para utilizar como cochera y otras superficies para usar como talleres.

Zona de cocheras

Esta zona es un área que será dedicada exclusivamente para guardar los trenes que se utilizarán en el proyecto. Se localiza al inicio del cadenamiento en el municipio de Zinacantepec, Estado de México. La transformación de la cubierta vegetal en México ha sido impulsada, en gran parte, por el crecimiento de la población, lo que conlleva a más zonas dedicadas a la agricultura. En la actualidad este polígono o zona destinada para las cocheras corresponde a una zona dedicada 100% a la agricultura, por lo que su nivel

de conservación como ecositema natural, es prácticamente nulo debido a que no presenta cobertura vegetal y lo poco que se llega a encontrar en este lugar son especies que sirven como cerco o delimitando la parcela, mismos que se prevé no sean afectados por las obras de construcción ya que quedarán en los linderos del proyecto.

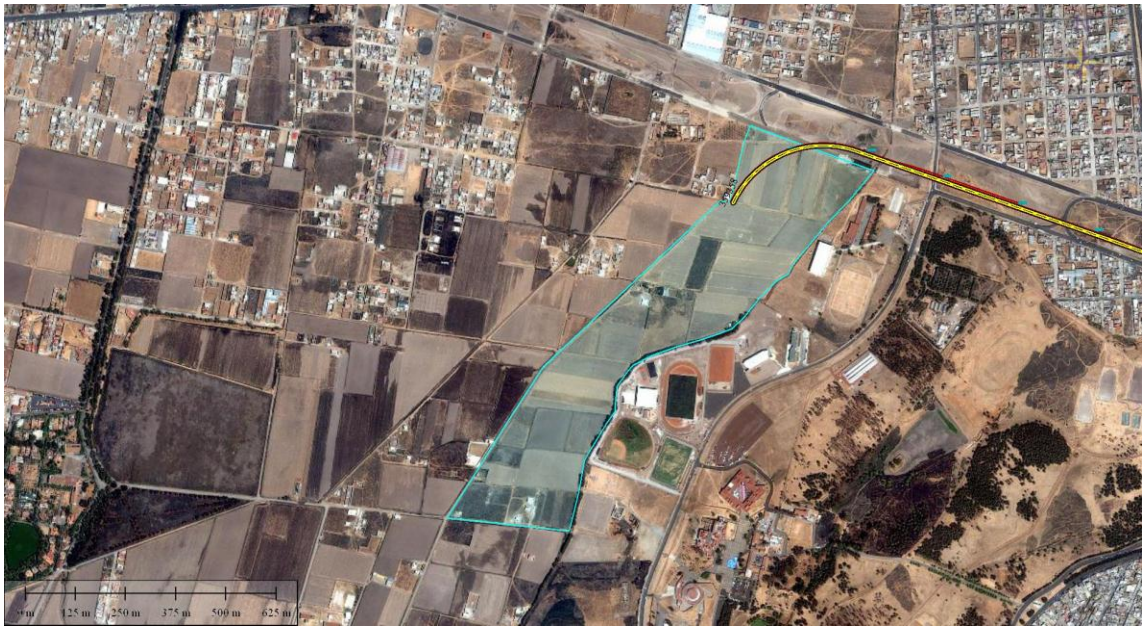


Figura IV.3.6. Superficie para la Zona de Cocheras (color verde claro), se observan campos de cultivo en el polígono. En amarillo el eje del proyecto ferroviario

Talleres

Comprende un grupo de edificaciones especializadas para la reparación total de locomotoras, coches de pasajeros y diversos materiales que comprende al Ferrocarril.

Está organizado en diferentes secciones para mantener un correcto funcionamiento, por ejemplo sección de reparaciones de motores, limpieza de motores, sección de electricidad, mecanizado de piezas, pinturería, chapería y alistamiento.

Los terrenos donde se prevé la construcción de estas estructuras, constan de algunos elementos arbóreos de Sauce (*Salix bonplandiana*) y se mantienen dominando los polígonos, individuos de especies ruderales. En la tabla IV.3.14., se enlistan la cantidad y especies calculadas a afectar en estos polígonos. Figura IV.3.6.

Tabla IV.3.14. Lista de especies e individuos estimados a afectar para la instalación denominada Talleres

PARCELA 1		
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Ind. en 10.55 Ha**
Cynara sp.	Cardo	1583
Buddleja americana	Tepozán	47
Amaranthus hidridus	Quintonil	1055
Senecio sp	Senecio	791
Baccharis sp.	-	264
Salix bonplandiana	Sauce	22
	Total	3, 763
Poaceas cubren aprox. el 60% de superficie		

PARCELA 2		
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Ind. en 19.81 Ha**
Cynara sp.	Cardo	2576
Amaranthus hidridus	Quintonil	2477
Senecio sp	Senecio	3478
Baccharis sp.	-	1486
Solanun sp	Ortigilla	1189
Salix bonplandiana	Sauce	14
	Total	11, 220
Poaceas cubren aprox. el 60-70% de superficie		

Como se observa en la tabla IV.3.15, las mayores abundancias corresponden a individuos de especies ruderales u oportunistas que inician el proceso de sucesión en terrenos abandonados.

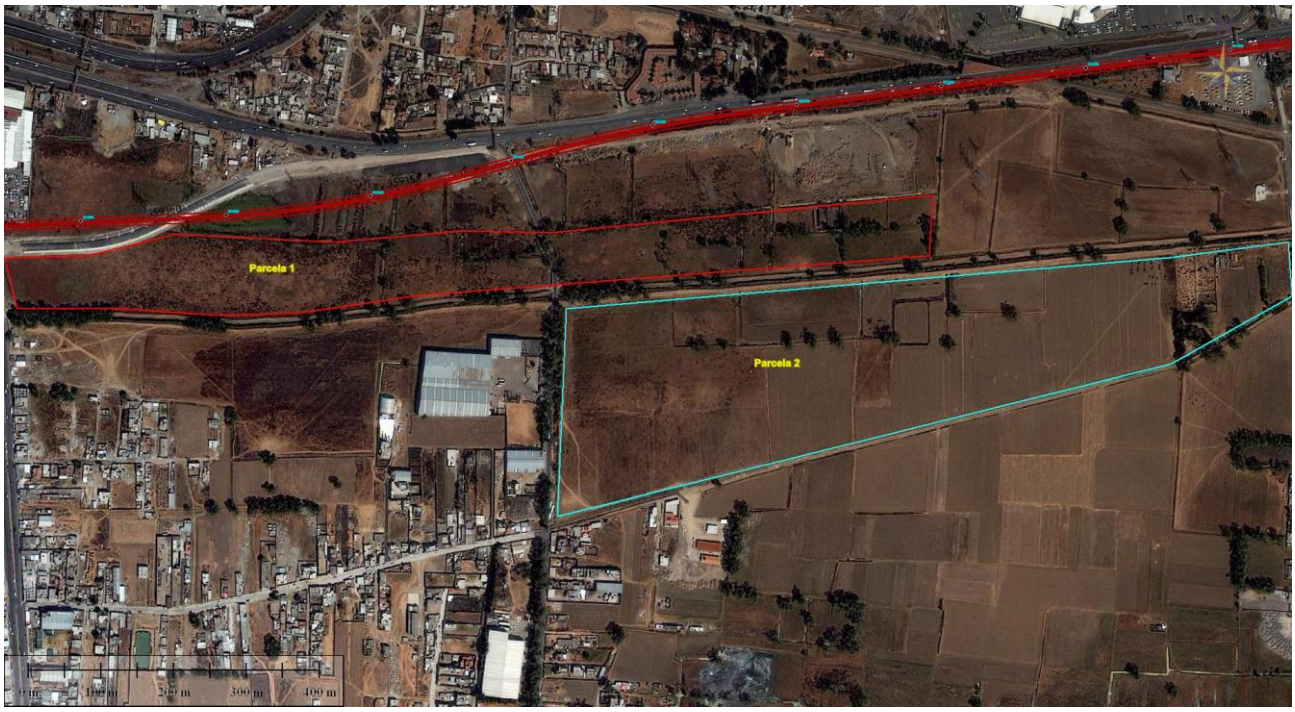


Figura IV.3.6. Superficie asignada por el proyecto para la Zona de Talleres (Parcela 1 y Parcela 2), campos de cultivo abandonados y campos de cultivo activos es el actual uso de suelo en cada parcela, respectivamente.

Los aspectos históricos más relevantes que marcan el testimonio del desarrollo del conocimiento de la flora del Estado de México están vinculados con los estudios florísticos del Valle de México, y se pueden agrupar en seis etapas. La primera corresponde al conocimiento que desarrollaron las culturas prehispánicas. La segunda concierne a las exploraciones realizadas durante la época colonial, de las que sobresalen las de Martín de Sessé y José Mariano Mociño (siglo XVIII). La tercera etapa aborda las investigaciones de fines del siglo XIX e inicios del siglo XX. La cuarta, entre las décadas de 1950 y 1970, abarca el establecimiento institucional de la Comisión Botánica Exploradora del Estado de México. La quinta, se refiere al desarrollo de distinguidos botánicos en instituciones de investigación y enseñanza de carácter público, con el establecimiento de una amplia cantidad de ejemplares depositadas en herbarios. La última etapa pertenece a la apertura de instituciones de carácter federal que fomentan el uso de colecciones y bases de datos, que facilitan llevar a cabo tareas de conservación, la cual inicia en los años noventa del siglo pasado, con la creación de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (Conabio).

El conocimiento de la flora en el Estado de México en los últimos años se ha incrementado con los estudios realizados por los investigadores de la Facultad de Estudios Superiores

Iztacala, UNAM, el Instituto de Biología de la UNAM y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Pecuarias (Abundiz y Vega, Aguirre, Dávila, Huidobro y Aguirre, Lira, Lot, Nieto de Pascual, Reyes, Romero y Rojas, Tejero y Téllez) incorporados en algunos capítulos de esta obra. Entre las investigaciones de la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, UNAM, destaca la lista de especies del noreste del estado de Leonor Abundiz Bonilla y Victor Vega Silva, quienes indican que hay más de 700 especies.

Es necesario seguir fortaleciendo las instituciones de investigación que trabajan en inventarios florísticos, ya que contribuyen para la planeación de las estrategias de conservación de la riqueza biológica del territorio mexiquense.

La investigación exhaustiva de cada uno de los grupos taxonómicos, además de revisar los sinónimos, permitirá contar con bases de datos fidedignas y con ello proponer un mejor manejo de los recursos naturales, así como explorar en lugares aún sin registros.

IV.3.5.2. Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontrados en el derecho de vía del proyecto

En el DV del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México, **no se observaron individuos de especies vegetales con alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010**, sin embargo es recomendable aplicar recorridos en el DV, antes de cualquier obra constructiva del proyecto ferroviario, para detectar que pudieran estar presentes y poco conspicuas, y en caso de ser necesario, aplicar las acciones de rescate y reubicación adecuadas. Ello se propone solamente como una condición precautoria ya que en la temporada en que se realizó este estudio no se encontró ninguna especie con estas características, por lo que se estima que será muy poco probable llegar a encontrarlas.

Las especies son las siguientes;

Tabla IV.3.15. Especies reportadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 para la zona del SAR

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Categoría de Riesgo
Alismataceae	*Sagittaria macrophylla*	Flecha de Agua	Amenazada/Endémica
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Ciprés	Protección Especial/No Endémica

IV.3.6 Polígonos Forestales Detectados en el Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México

En este apartado se menciona lo relacionado con los Polígonos Forestales que se observaron en la zona por donde se prevé, cruzará el proyecto ferroviario; mismos que requerirán la autorización correspondiente en materia de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por parte de la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT.

Estos polígonos se eligieron bajo los criterios de: especies vegetales naturales que se han desarrollado en los sitios, diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de al menos 9 cm, así como una densidad mínima de 25 individuos/ha; y/o superficies de polígono mayores a 1500 m^2.

Siendo de este modo, tenemos en el eje del proyecto, un total de **32 Polígonos Forestales**.

Del polígono 1 hasta el Polígono 4, se caracterizan por estar de la Avenida las Torres y el último polígono (5) cerca de la Autopista México – Toluca. Esta vegetación contiene especies dominantes como *Buddleja cordata*, *Cupressus* y algunos *Pinus* y algunos *Abies*. Algunos de estos individuos llegaron de manera natural al sitio, los cuales a pesar de ubicarse prácticamente en la zona urbana, tiene un estado avanzado y buen desarrollo.

Lo que respecta a los Polígonos forestales 06, 07 y 08, éstos se encuentran en lo que hace tiempo era un Bosque de Abies, ya que en la actualidad se encuentran *Abies*, *Arbutus*, *Pinus*, *Cupressus*, y diferentes especies herbáceas de la Familia *Poaceae* y *Astaeraceae*, presentando una conotación secundaria.

En lo que respecta a los polígonos 09, 10, 11, 12, 13, 14, 15 y 16, éstos se caracterizan por tener una dominancia de Pastizal Inducido, pero que por la falta de mantenimiento en el DV de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad (CFE), se han podido instalado y desarrollado individuos de *Pinus* y algunos *Abies* de manera aislada. En lo que respecta a los polígonos 17, 18, 19, 20 y 21, se observo una dominancia de *Abies* en ellos, aunque también se observaron algunos elementos del género *Pinus* en estos polígonos. Por lo anterior, han sido catalogados como polígonos forestales que requerirán autorización en materia de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

El polígono 22, se caracteriza por contener individuos de *Buddleja cordata*, algunos *Quercus* y *Abies; en* el polígono 23 se observo una fuerte dominancia de *Abies religiosa*, por lo que estas superficies constituyen dos polígonos forestales y se muestran en las figuras correspondientes.

Para los polígonos 24, 25 y 26; éstos comparten características como estar cerca de la Autopista México – Toluca, y en las visitas a campo realizadas se nota una franja de vegetación catalogada como Ecotono entre el Bosque de Abies y Pino – Encino, en ambos costados de la carretera. Posterior a esta, se ubica Bosque de Abies, resaltando que esta franja de Ecotono se ha generado por actividades del hombre en la zona, ya

que se ha observado que pobladores de la zona han introducido algunos *Pinus* y *Quercus* en la zona.

El polígono 27, está ubicado en Zona Urbana del DF, sin embargo, este cuenta con individuos que se han desarrollado en el sitio de manera natural, como *Buddleja cordata* y algunos renuevos de *Pinus halepensis*, por lo que corresponde a vegetación forestal y requerirá la autorización correspondiente.

Finalmente se catalogó el polígono 28, ubicado en la Zona Urbana del DF, en Santa Fe. En este polígono, además del trazo también se contempla la construcción de una de las estaciones del proyecto ferroviario. La vegetación consta de individuos de *Buddleja cordata* en su mayoría.

En las Tablas siguientes se muestra por tipo de vegetación detectado en el eje de proyecto, el Volumen Total Arbol (VTA) estimado en estrato arbóreo, esto con base a los muestreos antes descritos y en la superficie de afectación calculada por tipo de vegetación.

Tabla IV.3.16. Volumen Total aproximado en Vegetación Secundaria de Bosque de Oyamel

Especie	Nombre común	Afectación de individuos en 0.77 ha	Afectación de individuos en 0.77 ha	Vol. Total m³ VTA.	Diámetro	Altura	Vi=Volumen Individual
Abies religiosa	Abies	183	149	208.73	31	32	1.40
Arbustus xalapensis	Madroño	39	14	2.41	15	15	0.17
Buddleja cordata	Tepozan	19	11	1.95	16	14	0.18
Cupressus lindleyi	Cipres	10	6	0.33	11	9	0.06
Didymaea alsinoides	Trebol de monte	67		0.0	0.0	0.0	0.00
Eupatorium glabratum	Chamizo blanco	29		0.0	0.0	0.0	0.00
Fuchsia microphylla	Chilco	29		0.0	0.0	0.0	0.00
Pinus montezumae	Pino moctezuma	19	17	6.68	21	18	0.39
Pinus sp	Pino	19	15	3.85	18	16	0.26
Ribes ciliatum	-	29		0.00	0.00	0.00	0.00
Salvia aeschenbornii	Salvia	19		0.00	0.00	0.00	0.00
Senecio barba-johannis	-	67		0.00	0.00	0.00	0.00
Senecio callosus	-	29		0.00	0.00	0.00	0.00
		558	**212**	**223.95**			**2.46**

VTA en Vegetación Secundaria de Bosque de Oyamel = 223.95 m³

Tabla IV.3.17. Volumen Total aproximado en Ecotono de Abies y Bosque de Pino – Encino

Especie	Nombre común	Afectación de individuos en 3.77 Ha	Individuos arbóreos	Vol. Total m³ VTA.	Diámetro	Altura	Vi=Volumen Individual
Abies religiosa	Abies	189	169	236.50	32	30	1.40
Pinus hartwegii	Pino	78	73	21.73	18	18	0.30
Pinus montezumae	Pino montezuma	23	19	5.33	17	19	0.28
Pinus halepensis	Pino	87	87	28.86	19	18	0.33
Quercus laurina	Encino	141	129	45.96	20	18	0.36
Quercus rugosa	Encino	189	151	47.45	18	19	0.31
Salvia aeschenbornii	Salvia	94	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Senecio barba-johannis	-	141	0	0.00	0.00	0.00	0.00
Senecio callosus	-	47	0	0.00	0.00	0.00	0.00
		989	**628**	**385.83**			**2.98**

VTA en Ecotono de Abies y Bosque de Pino – Encino = 385.83 m³

Tabla IV.3.18. Volumen Total aproximado en Pastizal Inducido con Algunos Elementos Arbóreos

Especie	Nombre común	Afectación de individuos en 10.91 ha	Individuos arbóreos	Vol. Total m³ VTA.	Diámetro	Altura	Vi=Volumen Individual
Abies religiosa	Abies	65	51	61.65	29	30	1.21
Pinus montezumae	Pino montezuma	44	30	12.52	22	18	0.42
Pinus hartwegii	Pino	22	18	6.41	20	18	0.36
Rubus sp.	Zarzamora silvestre	55	0	0.00	0	0	0.00
Ribes ciliatum	Zarzamorilla	87	0	0.00	0	0	0.00
Arbutus xalapensis	Madroño	22	10	1.84	15	16	0.18
		295	**109**	**82.42**			**2.17**

VTA en Pastizal inducido con elementos arbóreos = 82.42 m³

A continuación se muestran las imágenes satelitales de la ubicación de cada polígono forestal detectado.

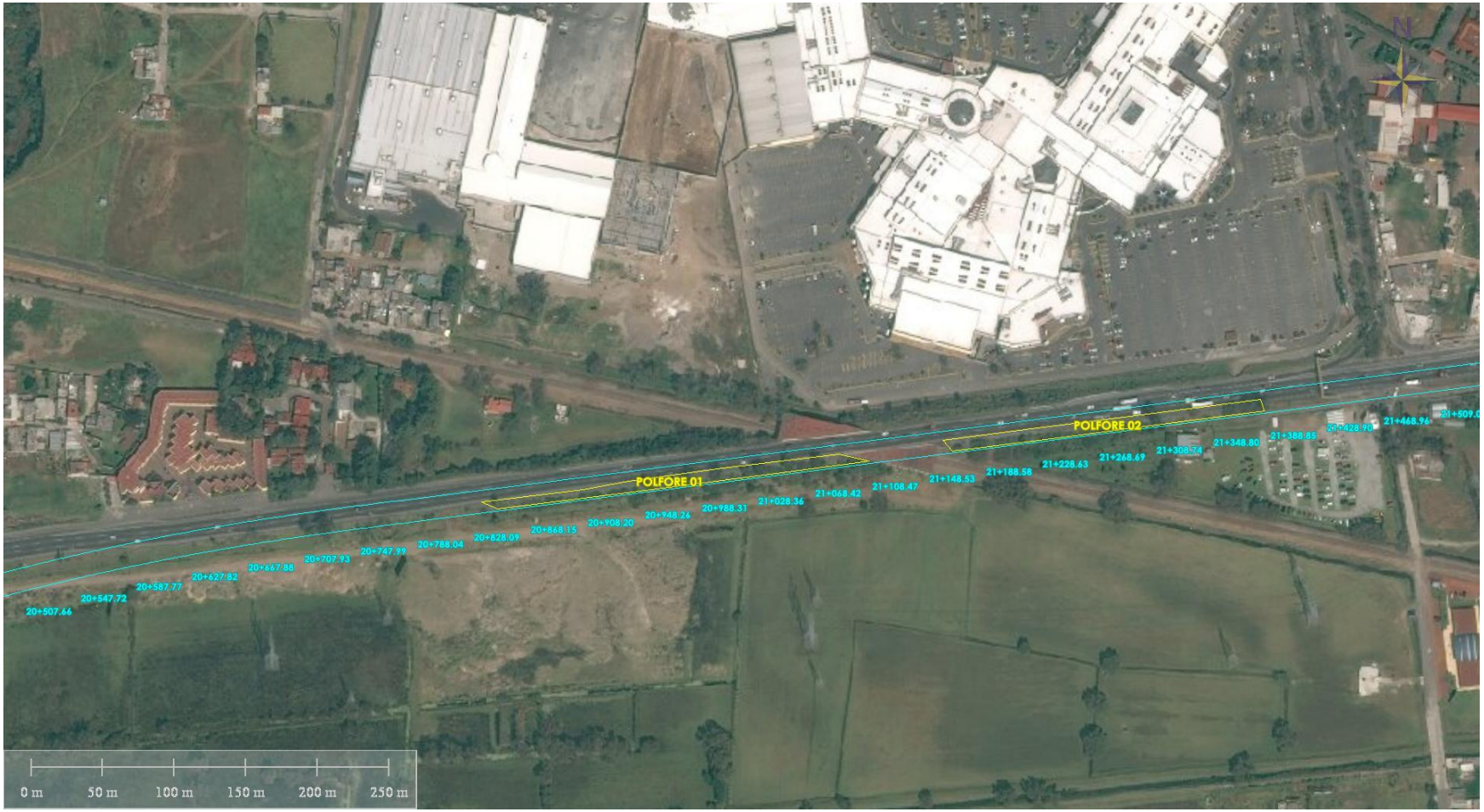


Figura IV.3.7. Polígonos Forestales números 1 y 2 detectados en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México



Figura IV.3.8. Polígono Forestal número 3 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México



Figura IV.3.9. Polígono Forestal número 4 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

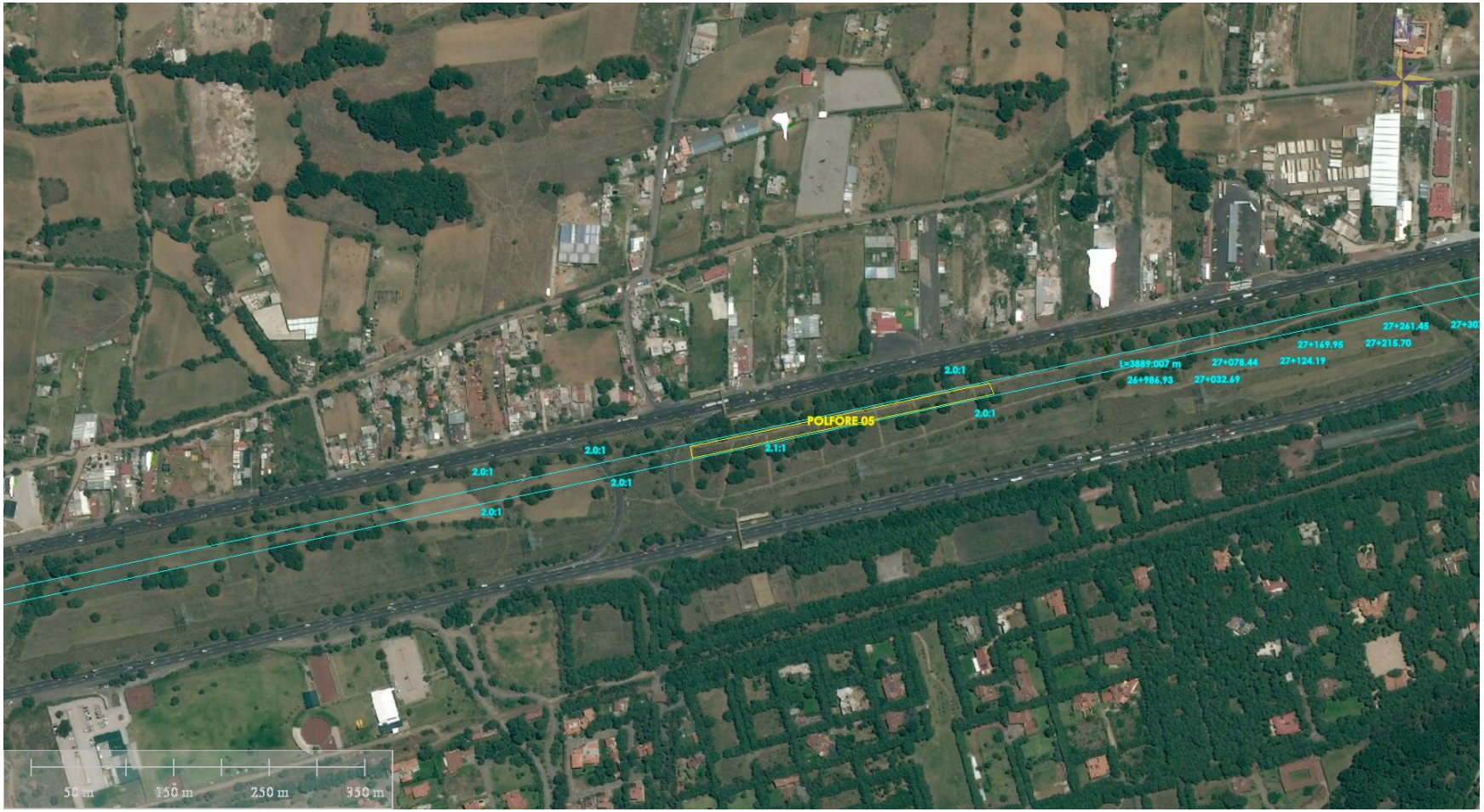


Figura IV.3.10. Polígono Forestal número 5 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

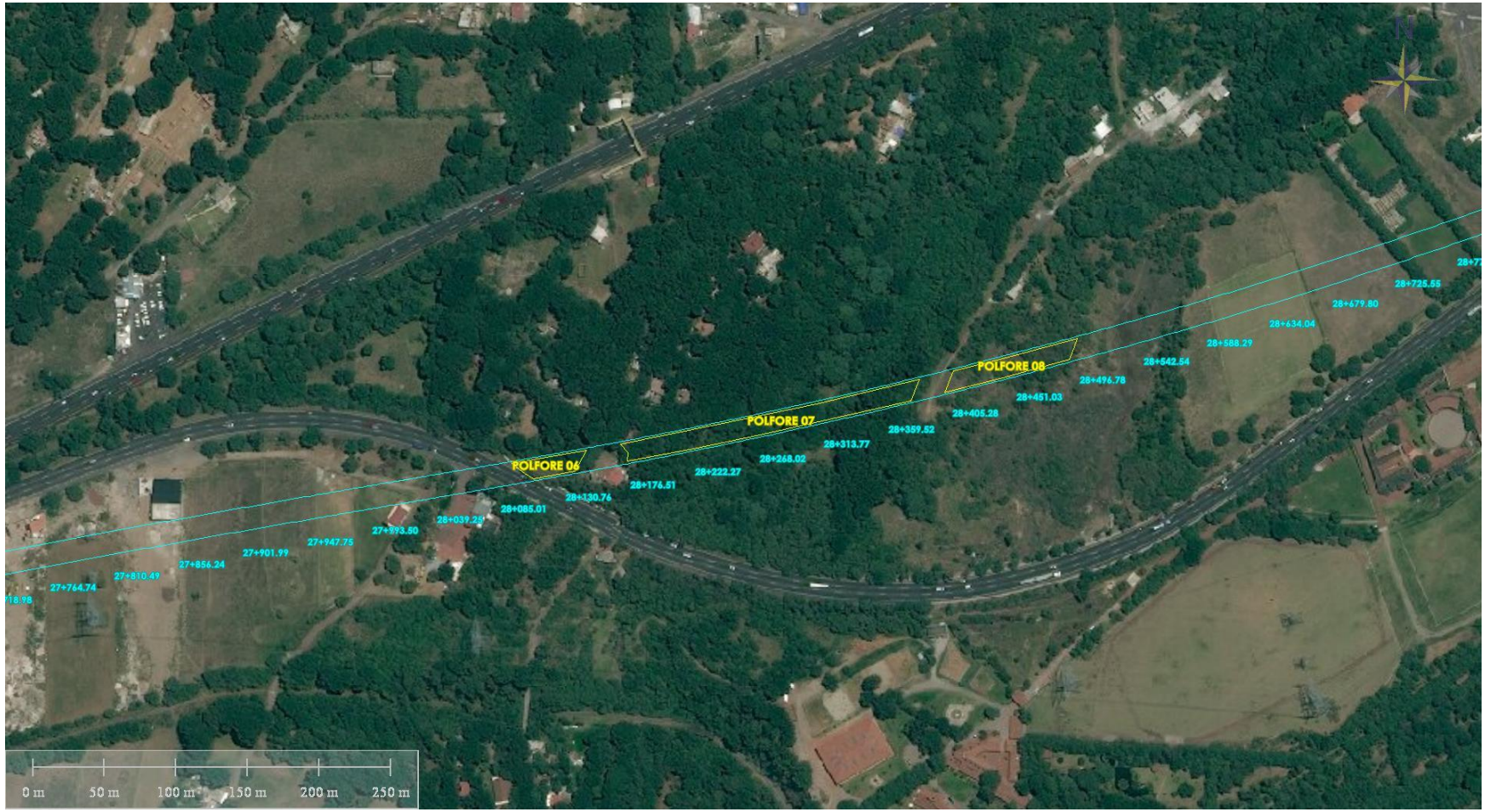


Figura IV.3.11. Polígonos Forestales número 6, 7 y 8 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

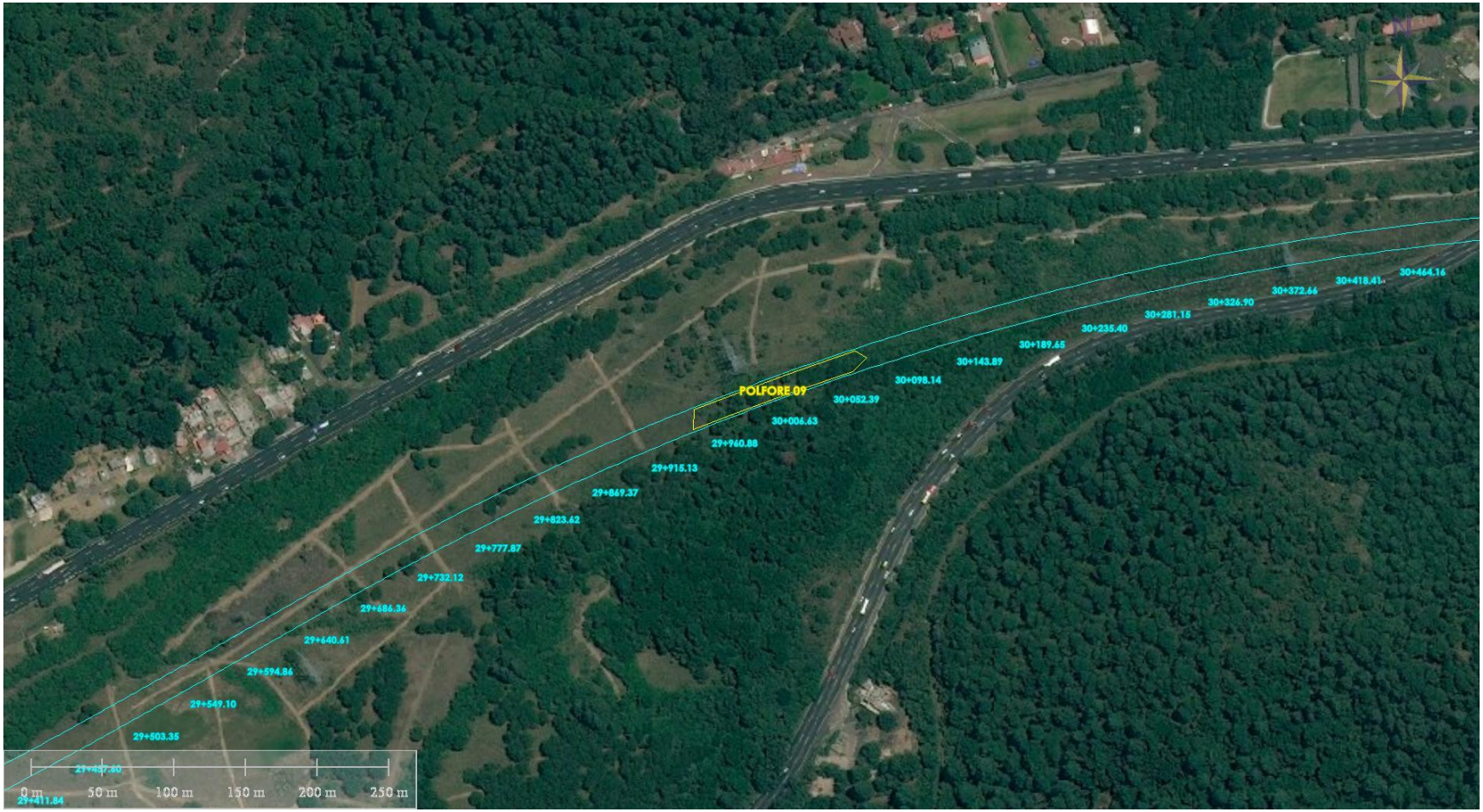


Figura IV.3.12. Polígono Forestal número 9 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

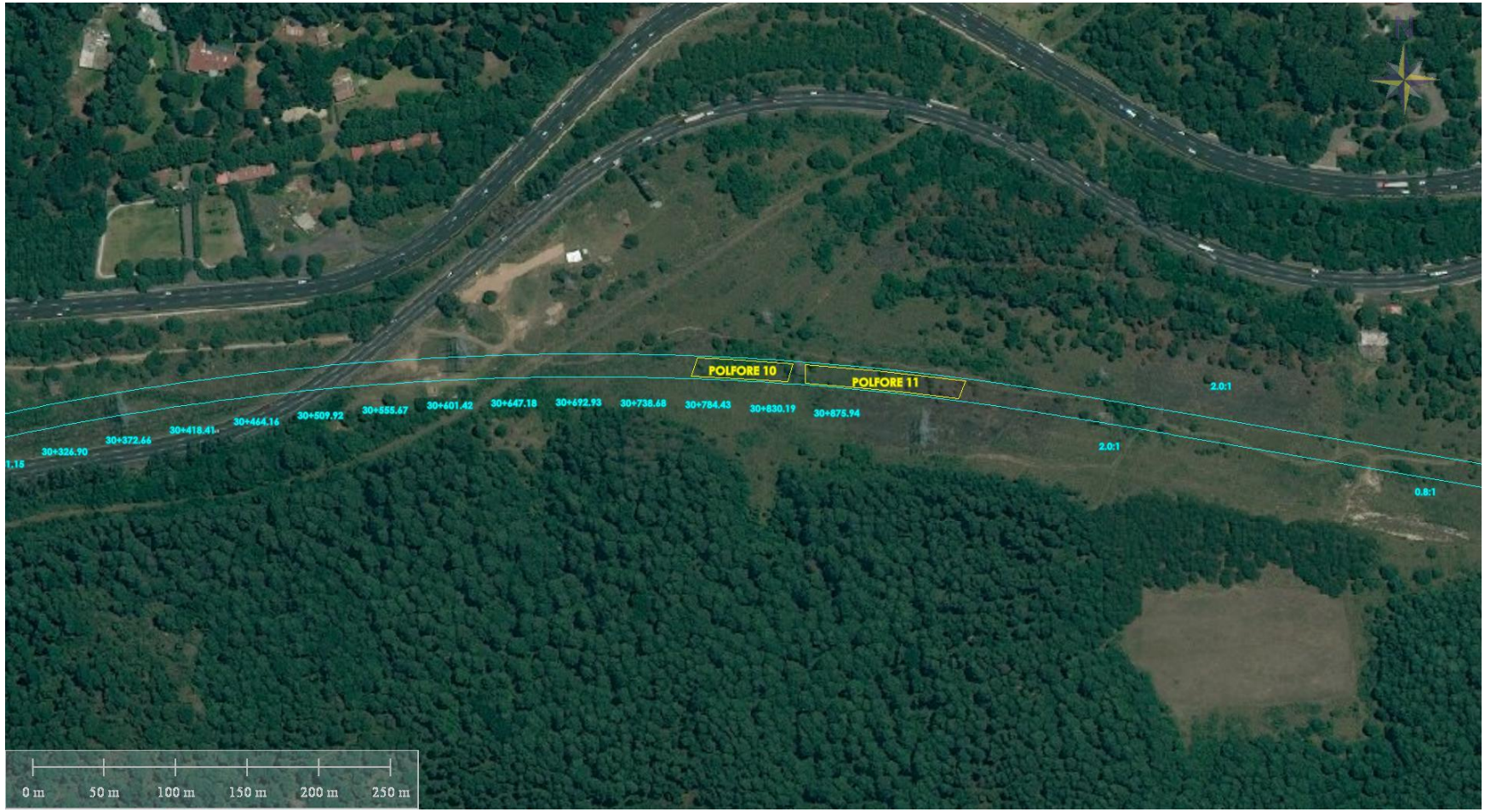


Figura IV.3.13. Polígonos Forestales números 10 y 11 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México



Figura IV.3.14. Polígonos Forestales números 12, 13 y 14 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

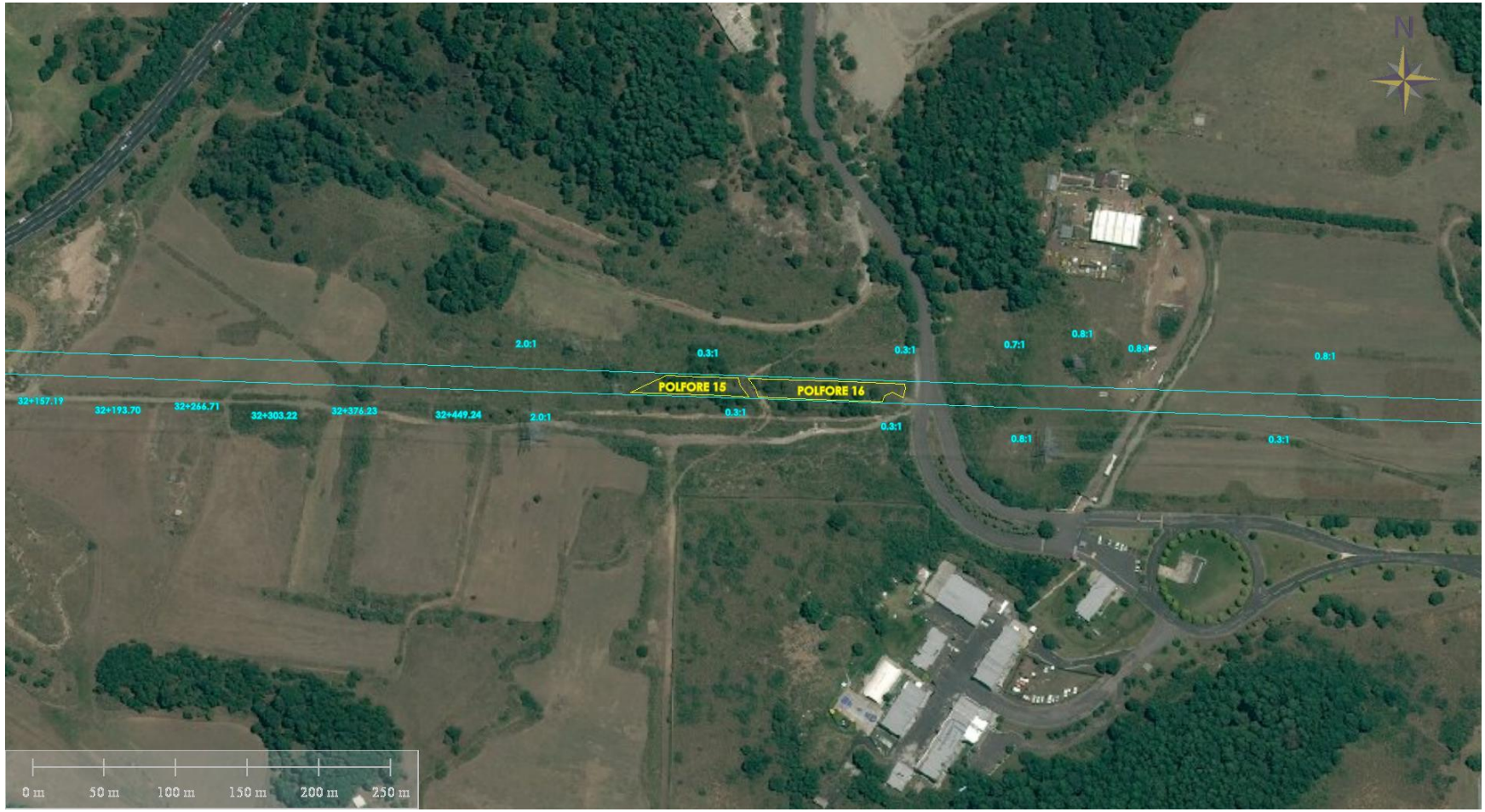


Figura IV.3.15. Polígonos Forestales números 15 y 16 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

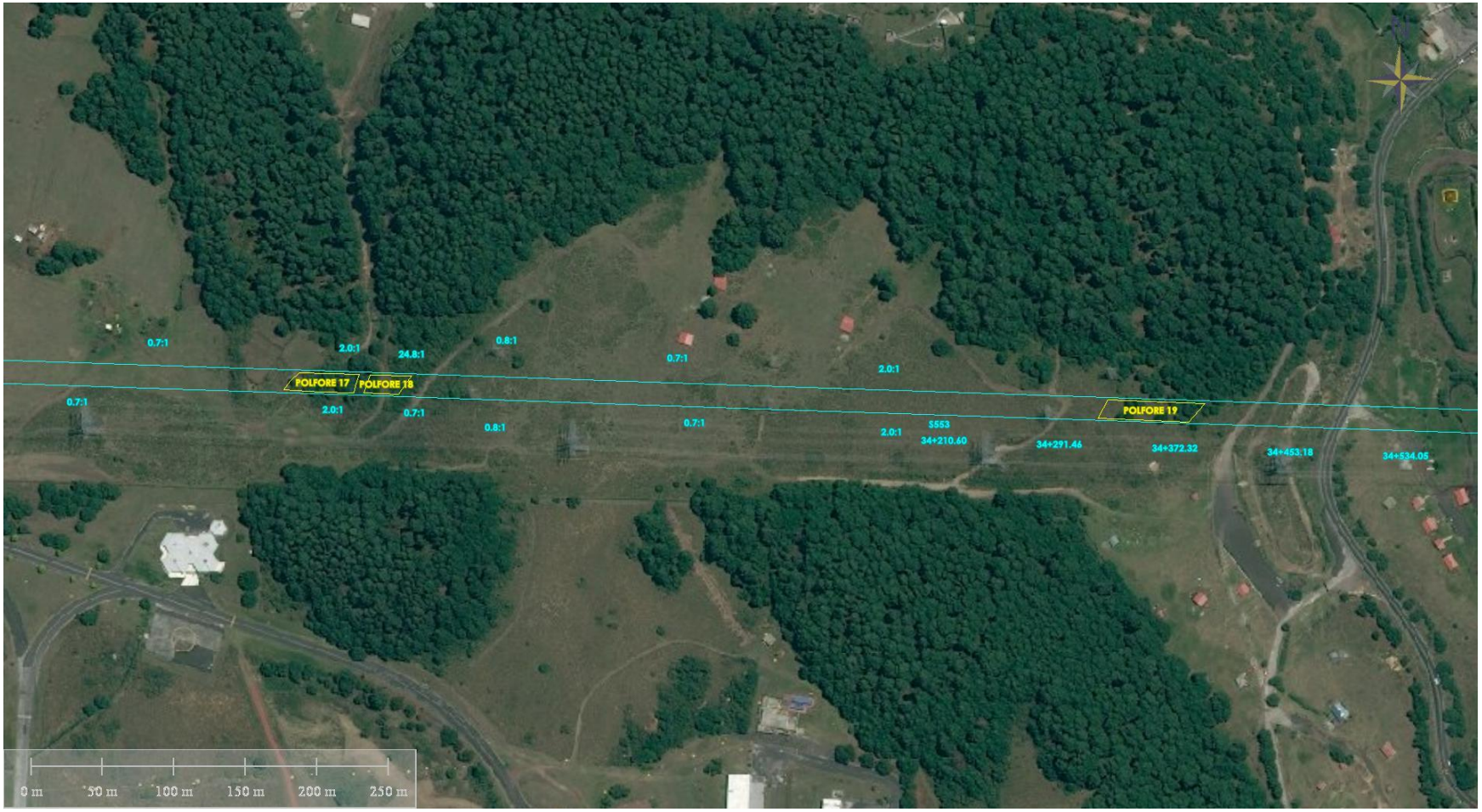


Figura IV.3.16. Polígonos Forestales números 17, 18 y 19 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

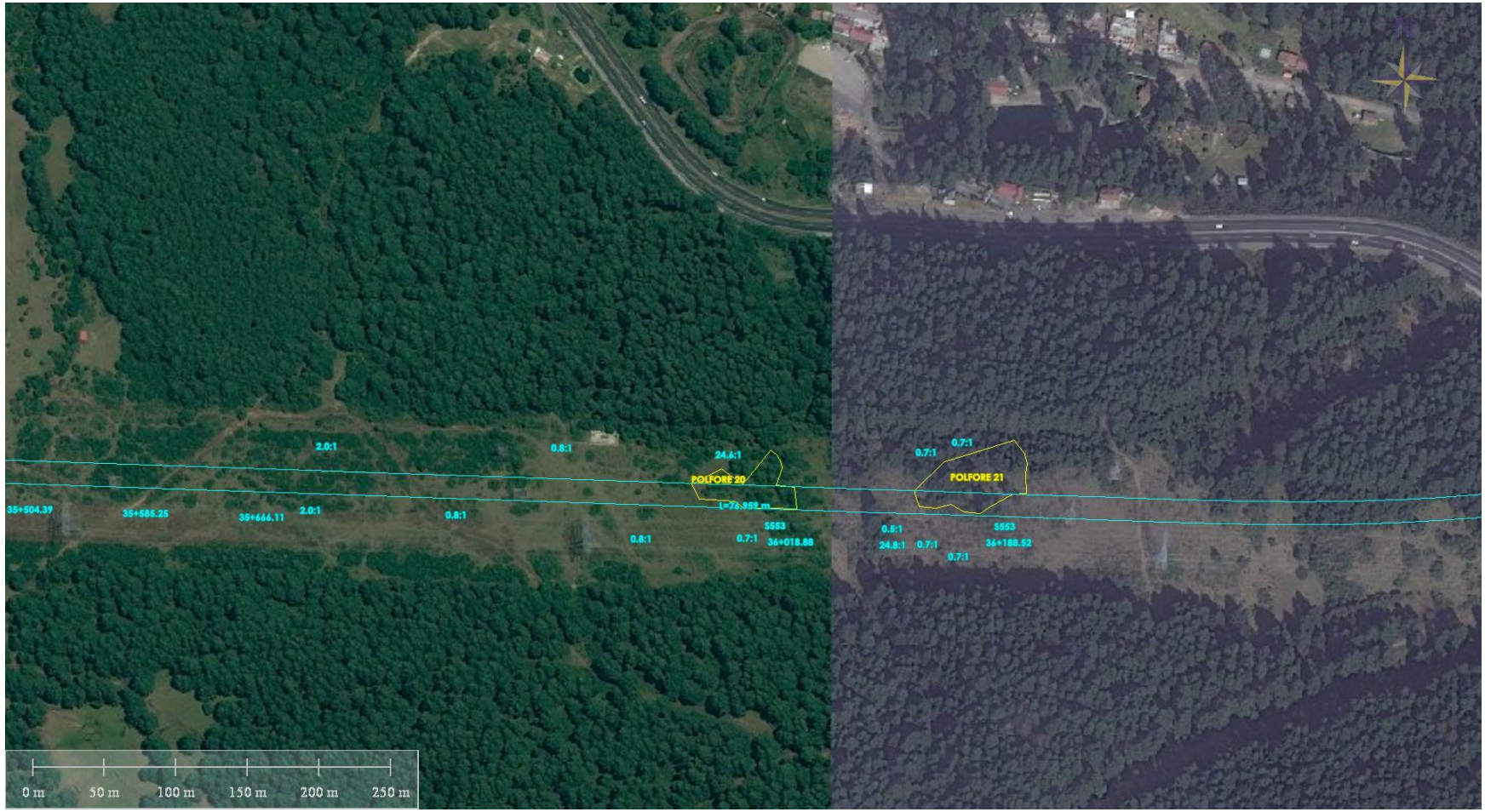


Figura IV.3.17. Polígonos Forestales números 20 Y 21 detectados en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México. Se incluye afectación por demasias

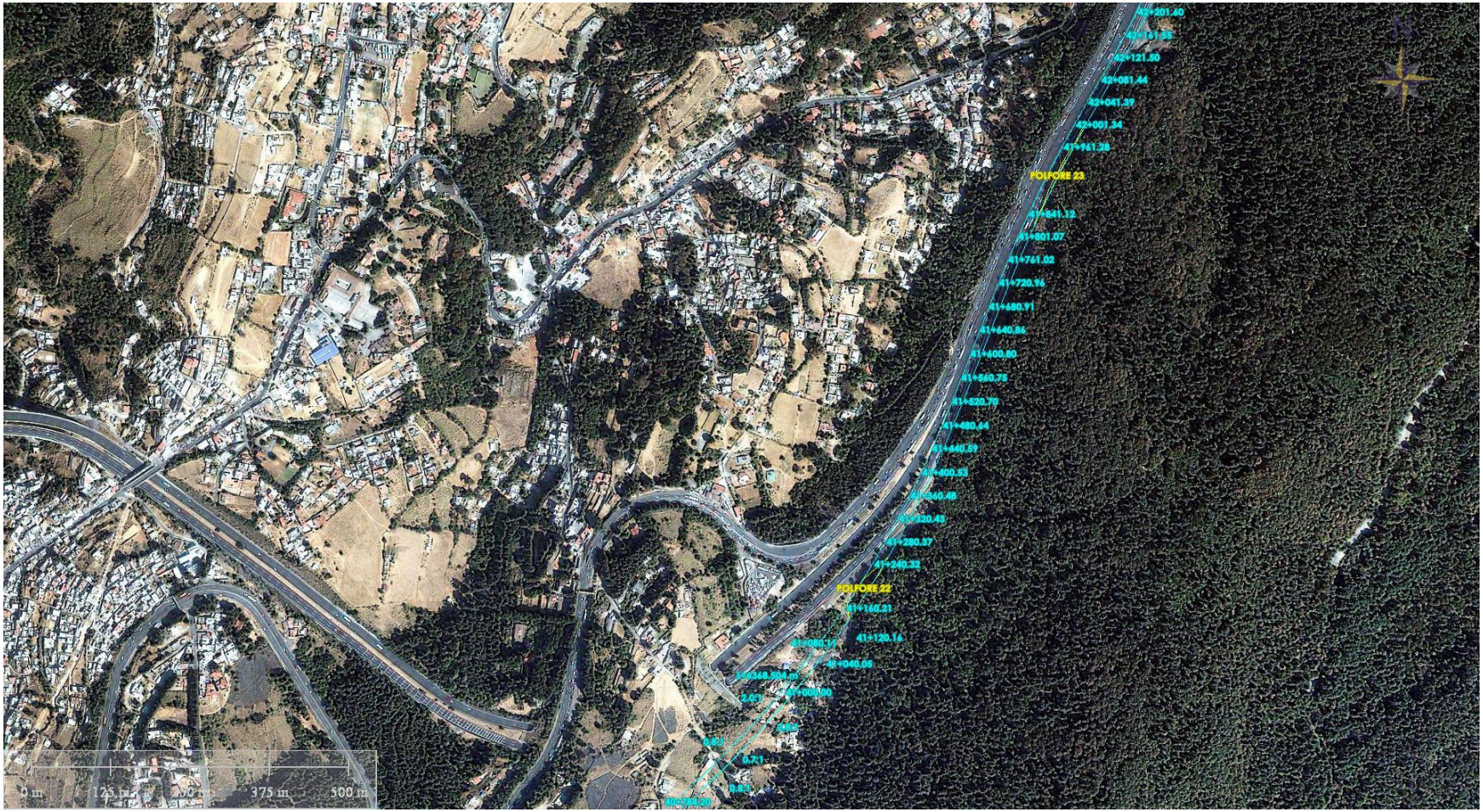


Figura IV.3.18. Polígonos Forestales número 22 y 23 detectados en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México



Figura IV.3.19. Polígonos Forestales números 24 y 25 detectados en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

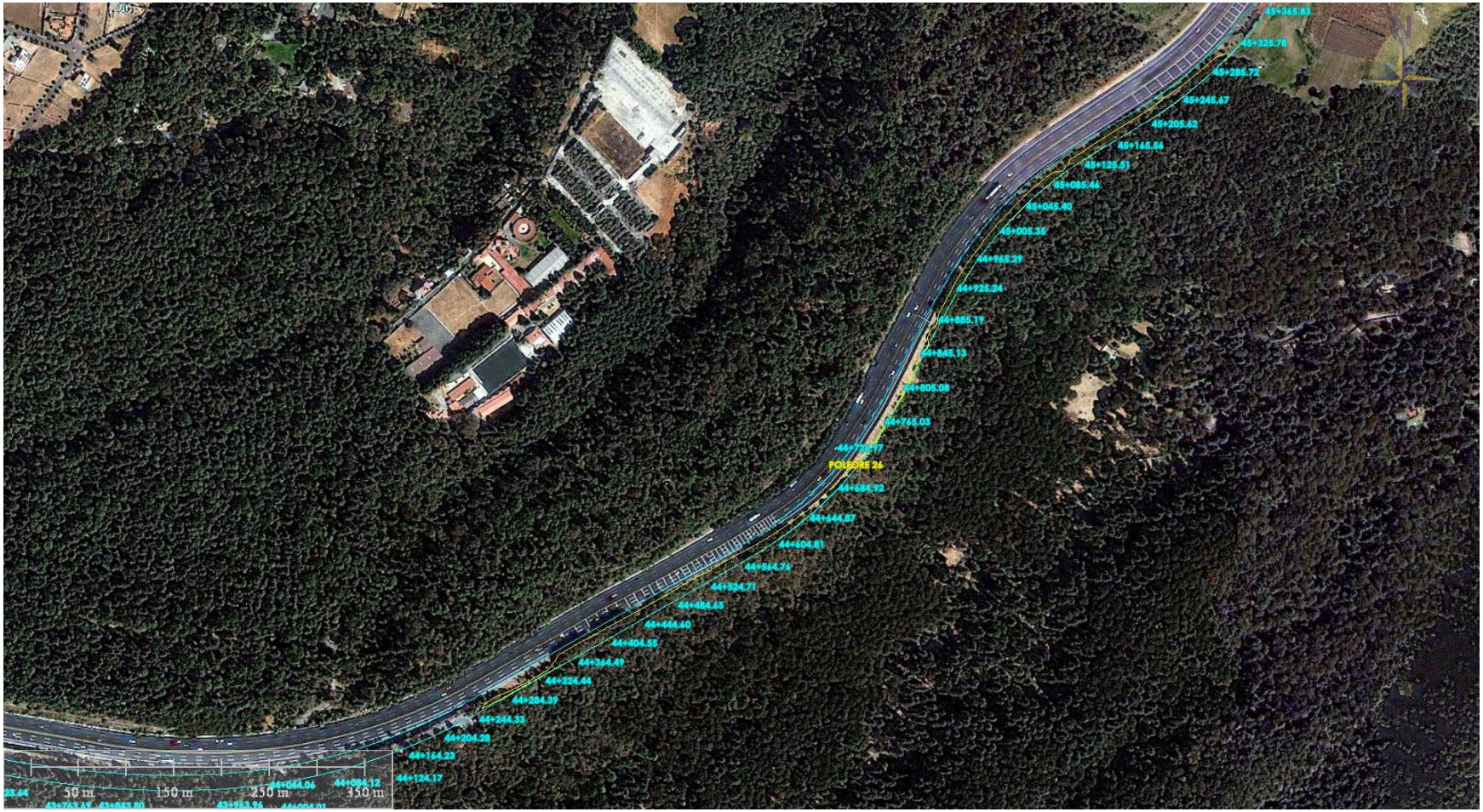


Figura IV.3.20. Polígono Forestal número 26 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

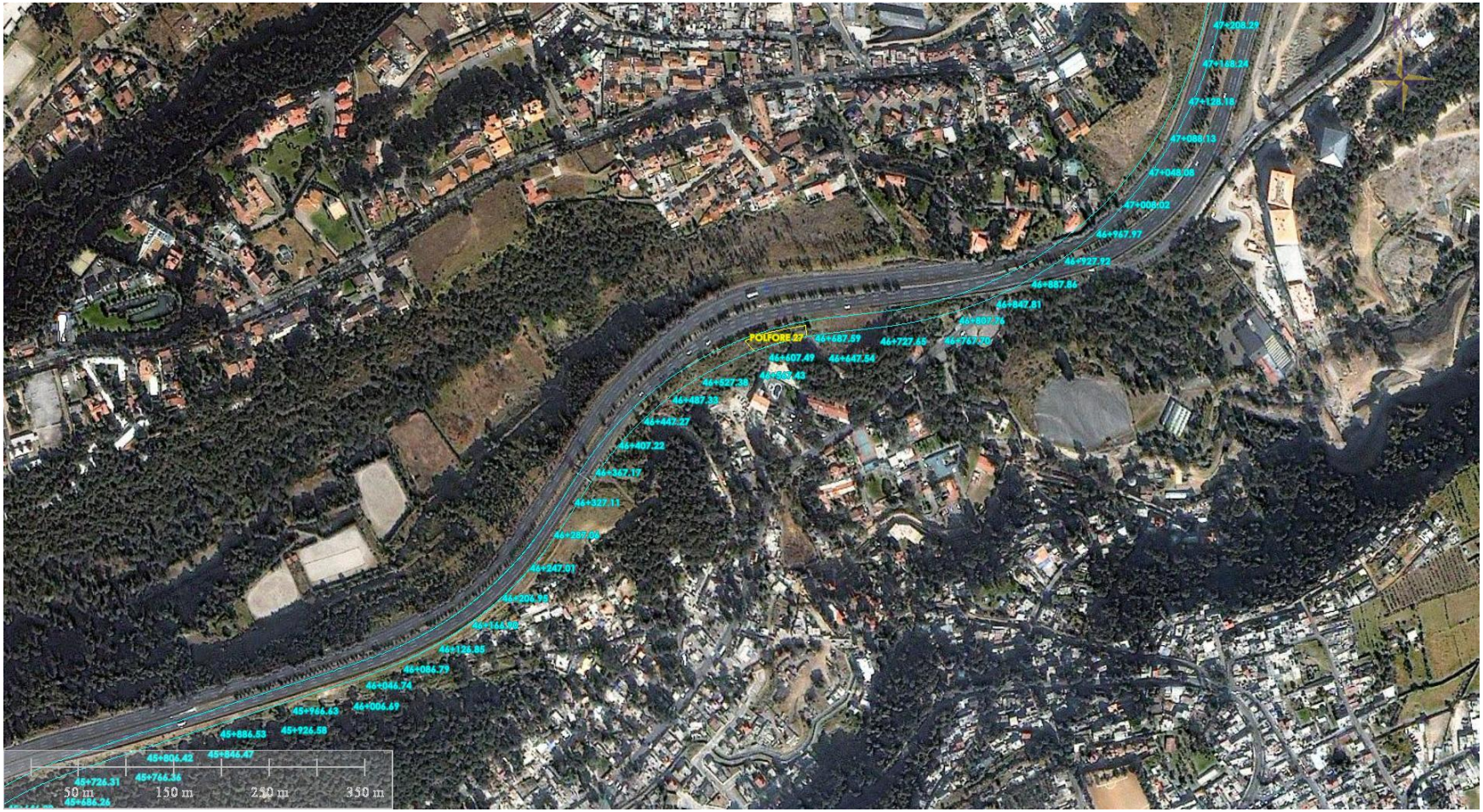


Figura IV.3.21. Polígono Forestal número 27 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

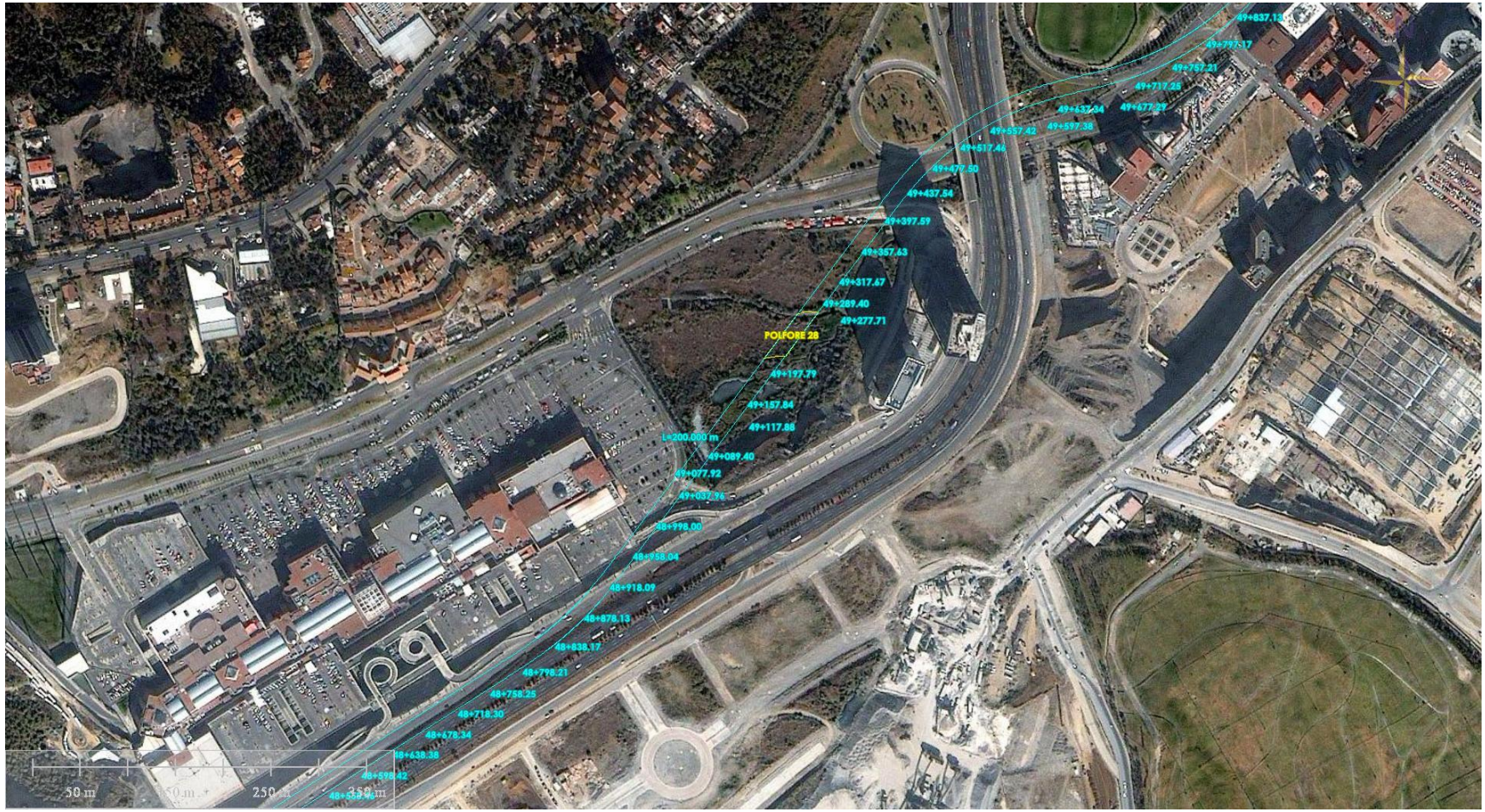


Figura IV.3.22. Polígono Forestal número 28 detectado en el trayecto del Proyecto Ferroviario Toluca – Valle de México

IV.4 FAUNA

El SAR del proyecto se encuentra inmersa dentro de la provincia biótica Neovolcanense la cual se caracteriza por la conjunción de dos grandes regiones biogeográficas la Neártica y la Neotropical. El límite entre las dos regiones no detiene en su totalidad a la fauna que caracteriza a cada región permitiendo que ambos elementos se mezclen y formen una zona de transición encontrándose en esta la mayor concentración de especies endémicas de vertebrados terrestres.

Esta provincia biótica está muy bien caracterizada por tres fenómenos fisiográficos: la altitud en su mayor parte a los 2,000 metros sobre el nivel del mar, el considerable número de depósitos lacustres y por último el activo volcanismo y los procesos orogenéticos que han configurado el eje volcánico transversal, así como otros accidentes orográficos menos importantes y más antiguos. Estas características hacen de la provincia una de las más variadas en lo que a climas y vegetación se refiere. Básicamente la fauna de los sistemas montañosos que bordean el altiplano mexicano es lo suficientemente característica para separarla, pero de acuerdo con otros autores la fauna de la provincia biótica volcánica transversal, constituye una unidad no separable en fauna de montaña y fauna del altiplano.

Estas diferencias se deben, en primer lugar a que las condiciones ecológicas no son tan marcadas entre montaña y llanura, como es el caso de las dos Sierras Madres y en segundo lugar a la disposición de las misma cadena montañosa con respecto a otros sistemas que bordean el altiplano, orientación que ejerce influencia climatológica como histórico evolutiva de la fauna de la zona (Álvarez y de Lachica, 1991).

El Estado de México se ubica entre dos de las cuatro principales rutas de aves (Pacífico y Centro, Figura IV.4.1), y en su superficie se encuentran especies como: *Anas spp*., *Pandion haliaetus*, *Circus cyaneus*, *Accipiter striatus*, *Accipiter coopperii*, *Buteo platypterus*, *Buteo albonotatus*, *Buteo jamaicensis*, *Vermivora rufucapilla*, *Vermivora virginiae*, *Dendroica coronata*, *D. nigrescens*, *D. occidentalis*, *D. petechia*, *Mniotilta varia*, *Seiurus motacilla*, *Seiurus noveboracensis*, *Oporornis philadelphia*, *Oporornis tolmiei*, *Wilsonia pusilla*, entre otras.

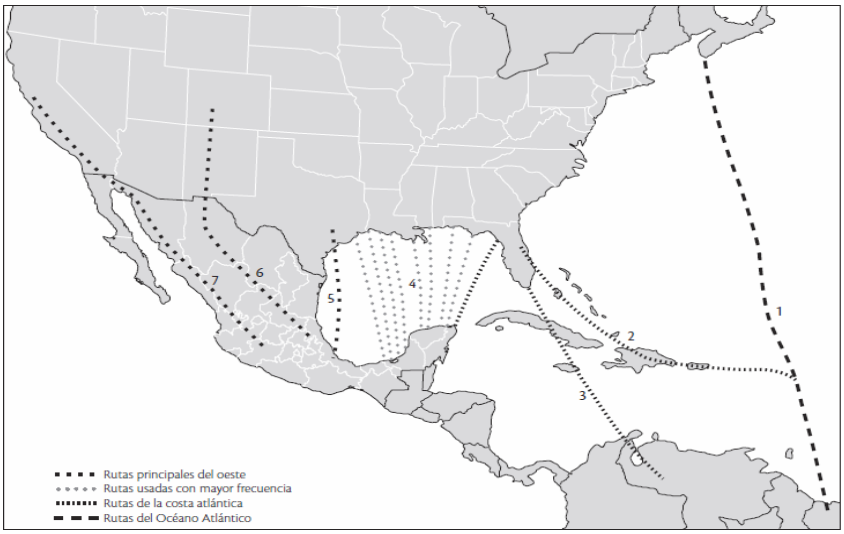


Figura IV.4.1 Principales rutas migratorias descritas para Norte América (1,2,3 y 4 Atlántico; 5 Golfo; 6 Centro y 7 Pacífico). Fuente: Lincoln *et al*. (1998).

El Estado de México se encuentra en el lugar 13° en presencia de vertebrados, con 740 especies (48 de anfibios, 147 de reptiles 427 de aves y 118 de mamíferos), de los cuales 94 especies de vertebrados han sido identificadas como endémicas al país y seis de estas para el estado (Tabla IV.4.1).

Tabla IV.4.1 Vertebrados presentes en el Estado de México. Fuente: Altamirano et al. 2006, American Ornithologist Union 2008, Casas-Andreu y Aguilar 2005, Chávez y Ceballos 1998, SEMARNAT 2002, Flores y Gerez 1994.

Número de vertebrados	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Total
Presentes en el Estado	48	147	427	118	740
Endémicos de Mesoamérica	25	43	74	26	157
Endémicos al País	6	20	42	26	94
Endémicos al Estado	5	1	0	0	6

IV.4.1 FAUNA SILVESTRE POTENCIALMENTE PRESENTE EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Como resultado de la revisión de información bibliográfica especializada, referente a la fauna presente en las zonas templadas de las montañas que rodean el Valle de México y tomando en cuenta los grupos de mayor relevancia como indicadores ambientales (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que por su practicidad de análisis son utilizados frecuentemente en este tipo de estudios.

Luego de haber considerado el SAR y los diversos tipos de hábitat y microhábitat ubicados en la zona, este trabajo se complementó además con diversos estudios realizados en sitios inmersos y aledaños al área considerada y en la cual se estima una presencia potencial de 245 especies de vertebrados terrestres los cuales pertenecen a 175 géneros y 71 familias; El grupo de mayormente representado son las aves con 162 especies agrupadas en 41 Familias y 117 géneros (SEMARNAT 2002, Flores y Gerez 1994, CONABIO en línea), seguido de los mamíferos representados por 54 especies, 20 familias y 41 géneros (Chávez y Ceballos 1998, Flores y Gerez 1994, SEMARNAT 2002); los reptiles con 20 especies, distribuidos en cinco familias y 11 géneros (Casas-Andreu y Aguilar 2005, SEMARNAT 2002, Flores y Gerez 1994); y finalmente los anfibios con nueve especies, pertenecientes a cinco familias y seis géneros (Altamirano et al. 2006, Casas-Andreu y Aguilar 2005, SEMARNAT 2002, Flores y Gerez 1994). De las especies de fauna que pudieran distribuirse en el SAR, identificadas a través de datos bibliográficos, se registra que 26 se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. De las 245 especies de vertebrados terrestre que pudieran encontrarse en el SAR, 43 son endémicos al país: 6 anfibios, 20 reptiles, 5 aves y 12 mamíferos (Fig. IV.4.2).

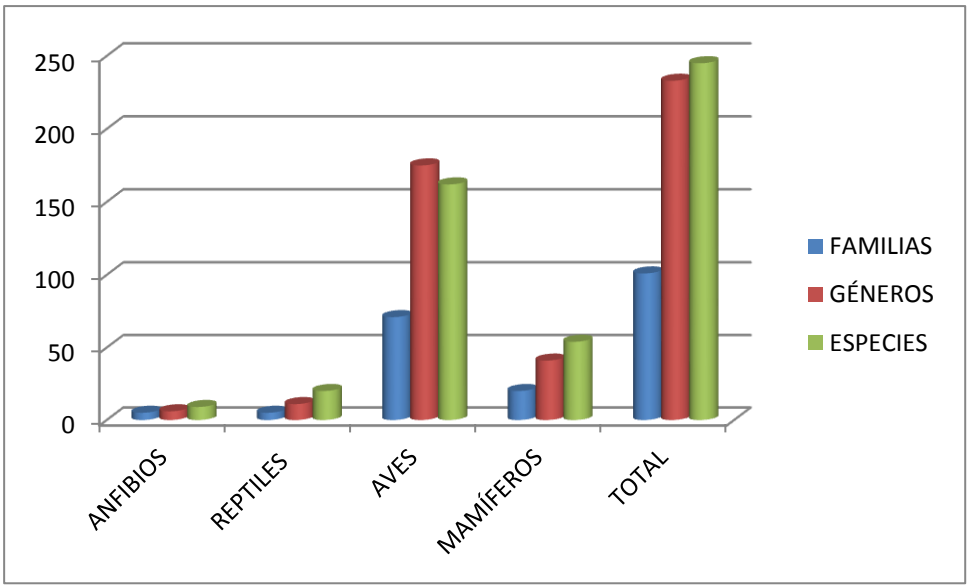


Figura IV.4.2 Relación de las Familias, Géneros y especies que potencialmente pueden ocupar el Sistema Ambiental Regional

IV.4.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LAS ESPECIES DE VERTEBRADOS (PUNTOS DE MUESTREO)

Para la realización del registro de fauna silvestre, se llevaron a cabo muestreos ubicados principalmente en sitios dentro del SAR los cuales presentaban diversas condiciones naturales, desde las óptimas para el establecimiento de fauna silvestre hasta las fuertemente perturbadas, abarcando los diferentes hábitats presentes en ella con la finalidad de obtener mayor representatividad de la fauna presente en la zona, los registros de fauna se realizaron por métodos directos (Visuales: Vi; Auditivos: Au) e indirectos (Rastros: huellas-In-Hu, excretas-In-Ex, entrevistas-En), los datos obtenidos en dichos muestreos pretenden determinar el grado de plasticidad en la distribución de las especies dentro de los distintos tipos de hábitat considerados (conservados y perturbados); a partir de las especies de fauna registradas y el número de organismos de cada una de estas, considerando que los bosques perturbados son poco ocupados por especies que mantienen una alta especificidad con su hábitat, lo que puede provocar una disminución en sus poblaciones e incluso su extinción local (Tample y Cary 1988, Whitcomb et al. 1981). Por otro lado, los hábitats con cierto grado de perturbación pueden favorecer la presencia de aquellas especies generalistas (Ambuel y Temple 1983, Martin y Roper 1988), y que utilizan diferentes estrategias para poder tener éxito, facilitando su

adaptación a los cambios en su hábitat pudiendo desplazar y ocupar eventualmente los espacios en los que habitan especies con baja tolerancia a perturbaciones ambientales (Flores 2004).

Durante los trabajos de campo realizados para el proyecto, se registró a la fecha un total de 169 especies de vertebrados terrestres agrupados en 66 familias, 131 géneros, agrupados de la siguiente forma; 8 especies de anfibios, 15 reptiles, 121 aves y 25 mamíferos (Figura IV.4.3). Resaltando, que todos estos datos se obtuvieron de conjuntar los registros faunísticos de los 21 puntos de muestreo (PM) realizados a lo largo del trazo de proyecto y SAR del proyecto. En el **Anexo IV.4.1** se presenta el listado de Fauna obtenido durante los trabajos de campo.

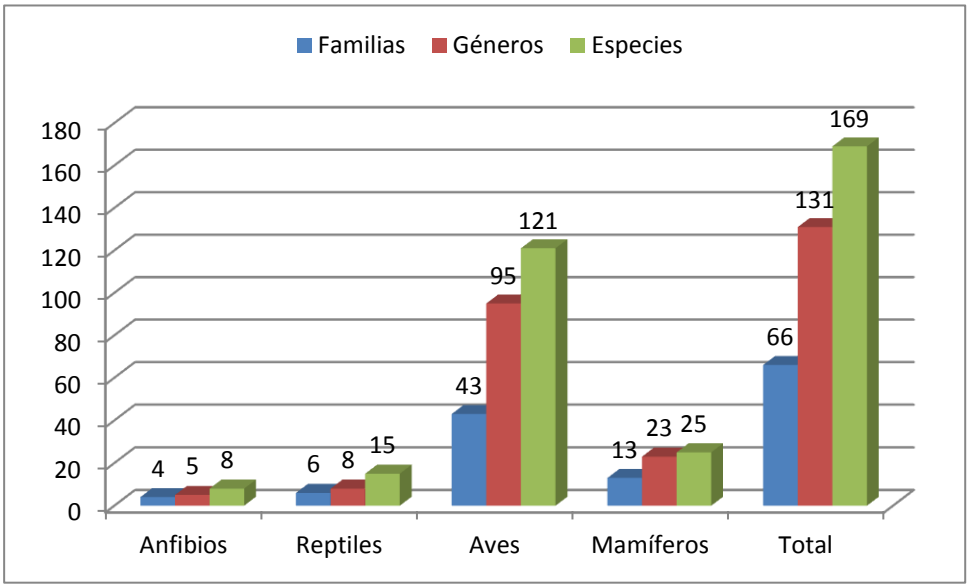


Figura IV.4.3. Especies de vertebrados registradas durante los trabajos de campo.

Los puntos de muestreo (PM) se realizaron en el sistema ambiental regional y trazo de proyecto, principalmente en las áreas que sirven como hábitat o microhábitat para la fauna (por presentar características indispensables para su sobrevivencia: cuerpos de agua, vegetación natural, presencia de presas y/o depredadores), además de considerar las distintas comunidades vegetales presentes a lo largo del proyecto.

Cabe resaltar, que el derecho de vía del proyecto pasará por zonas de Ecotonos de Bosques de Abies, Pino-Encino, Vegetación secundaria de Abies, Pastizal inducido con algunos lementos arboreos, por una barranca sin vegetación y por zonas urbanas. Cabe resaltar, que

la mayor parte del proyecto cruza por zonas urbanas. En el Tabla IV.4.2 se presentan los datos faunísticos obtenidos para cada punto de muestreo y su ubicación geográfica.

Tabla IV.4.2 Registro de vertebrados por punto de muestreo en el proyecto ferroviario

PM	Coordenadas centrales		Uso de suelo	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos	Especies
	X	Y						
1	476857	2144002	Barrancas con dominancia de vegetación exótica			4		4
2	475762	2143486	Barrancas con dominancia de vegetación exótica			8		8
3	474083	2143068	Barrancas con dominancia de vegetación exótica			5		5
4	467235	2136525	Bosque de Abies con algunos elementos arbóreos secundarios	1	1	3	9	14
5	471198	2132528	Bosque de Abies y vegetación secundaria de Abies	1	3	17	5	26
6	464057	2134027	Ecotono entre bosque de Abies y bosque de Pino-Encino			12	3	15
7	462296	2132964	Bosque de Abies	1		6	2	9
8	463389	2132373	Bosque de Abies	1	6	28	5	40
9	462857	2134646	Bosque de Abies	1	4	16	4	25
10	456459	2133635	Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos		3	15	2	20
11	456735	2134985	Bosque de Abies	2	5	27	7	41
12	457674	2136917	Bosque de Abies y vegetación secundaria de Abies	5	10	89	13	117
13	457173	2132595	Bosque de Abies	3	3	21	8	35
14	454550	2132787	Bosque de Abies	1	3	19	2	25
15	452829	2132359	Zona urbana con arbolado introducido		1	8	3	12
16	449979	2131821	Zona urbana		2	10		12
17	446560	2131707	Zona urbana		1	9	1	11
18	445942	2128245	Vegetación acuática y semiacuática (ciénegas)	2	4	45	3	54
19	447133	2139376	Vegetación acuática y semiacuática (ciénegas)	1	3	19	3	26
20	435687	2131274	Zona urbana			9		9
21	426948	2131639	Zona urbana y cultivos		1	11	1	13

Es importante hacer mención sobre el **PM 12**, dado que es donde se encuentra la mayor riqueza para todos los grupos faunísticos, siendo relevante comentar que este sitio se ubica en el SAR del proyecto, a más de 3 km del cadenamiento 31+000 del proyecto, siendo el **PM 14**, en sitio en donde mayor riqueza faunística se reporta a lo largo del trazo proyecto con 25 especies (un anfibio, 3 reptiles, 19 aves y 2 mamíferos), los demás sitios muestreados a nivel de trazo tienen una riqueza menor. En la Figura IV.4.4. se muestra la ubicación espacial de los puntos de muestreo (PM), referidos con el trazo de proyecto y en el Sistema Ambiental Regional.

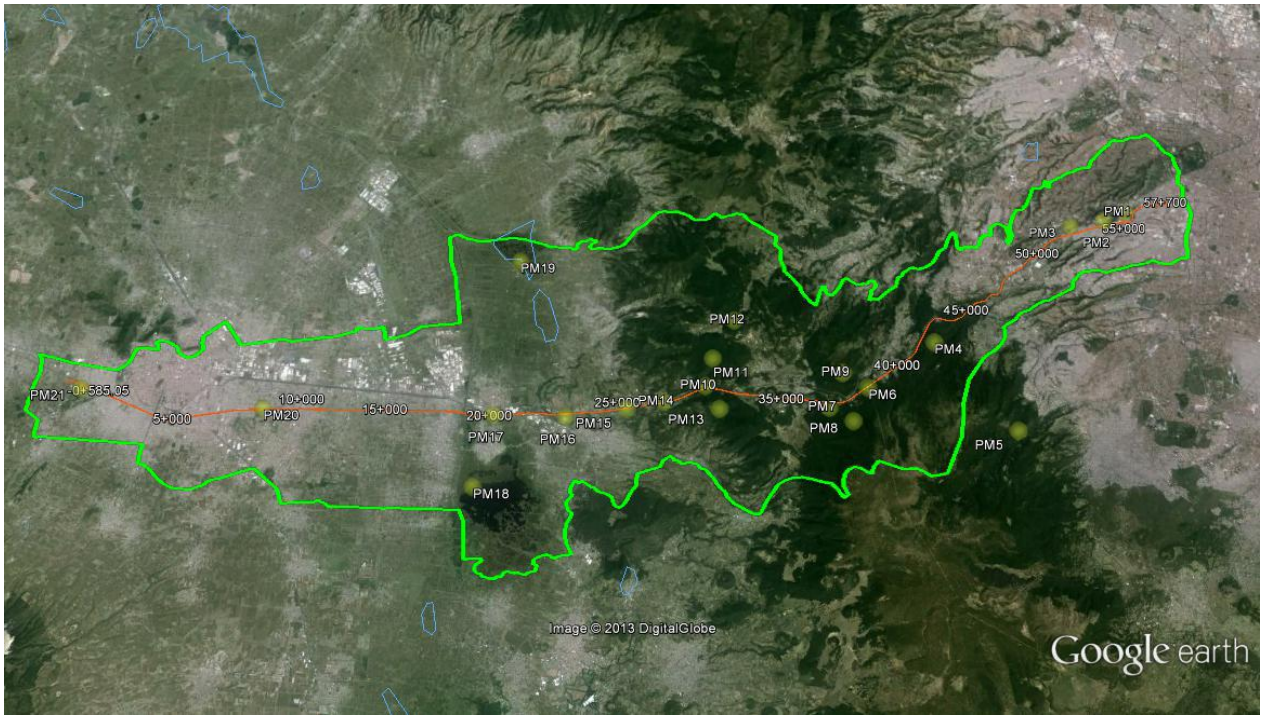


Figura IV.4.4. Ubicación de los puntos de muestreo a lo largo del trazo de proyecto y Sistema Ambiental Regional

IV.4.3. RESULTADOS DE LOS MUESTREOS POR GRUPO TAXONÓMICO

Anfibios

De todos los grupos de vertebrados registrados dentro del SAR y trazo de proyecto, los anfibios presentan el menor número de especies, ya que de las 169 especies reportadas en la zona durante los trabajos de campo, solo 4.73 % pertenecen a este grupo, resaltando, que sólo la Rana de árbol plegada (*Hyla plicata*) y Tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*) se reportan en las inmediaciones del trazo de proyecto, las restantes se reportan para el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.4.3. Anfibios reportados a lo largo del trazo y SAR del proyecto

Familia	Nombre científico	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
Hylidae	*Hyla eximia*	Rana de árbol de montaña		**x**
	Hyla plicata	Rana de árbol plegada	**x**	
Ranidae	*Lithobates catesbeianus*	Rana toro		**x**
Ambystomatidae	*Ambystoma lermaense*	Ajolote de Lerma		**x**
Plethodontidae	*Chiropterotriton chiropterus*	Salamandra plano común		**x**
	Pseudoeurycea altamontana	Tlaconete morelense		**x**
	Pseudoeurycea cephalica	Salamandra pinta		**x**
	Pseudoeurycea leprosa	Tlaconete leproso	**x**	

A continuación se presentan algunas evidencias fotográficas de los anfibios observados durante los trabajos de campo para el proyecto, En **Anexo IV.4.2**, se presentan los registros fotográficos obtenidos para las distintas especies durante los trabajos de campo.



Foto IV.4.1. Anfibios observados a lo largo del trazo y SAR del proyecto: a) Rana de árbol de montaña (*Hyla eximia*), b) Rana de árbol plegada (*Hyla plicata*), c) Tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*) y d) Rana toro (*Lithobates catesbeianus*).

Reptiles

De todos los grupos de vertebrados registrados dentro del SAR y trazo de proyecto, los reptiles son el tercer grupo con mayor riqueza de especies, ya que de las 169 especies reportadas en la zona durante los trabajos de campo, solo 8.87 % pertenecen a este grupo, resaltando que la Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus aeneus*), Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*), Lagartija escamosa barrada (*Sceloporus torquatus*), Eslizón de Cope (*Eumeces copei*) y Culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*), se reportan en las inmediaciones del trazo de proyecto, las restantes se reportan para el Sistema Ambiental Regional.

Tabla IV.4.4. Reptiles reportados a lo largo del trazo y SAR del proyecto.

Familia	Nombre científico	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
Anguidae	*Barisia imbricata*	Lagartija alicante del Popocatépetl		**X**
Phrynosomatidae	*Phrynosoma orbiculare*	Lagartija cornuda de montaña		**X**
	Sceloporus aeneus	Lagartija escamosa de mezquite	**X**	
	Sceloporus anahuacus	Lagartija escamosa de Anáhuac		**X**
	Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	**X**	
	Sceloporus mucronatus	Lagartija escamosa de grietas sureña		**X**
	Sceloporus palaciosi	Lagartija escamosa de Palacios		**X**
	Sceloporus torquatus	Lagartija escamosa barrada	**X**	
Scincidae	*Eumeces copei*	Eslizon de Cope	**X**	
Colubridae	*Storeria storerioides*	Culebra parda mexicana	**X**	
	Thamnophis eques	Culebra listonada del sur de México		**X**
	Thamnophis melanogaster	Culebra de agua vientre negro		**X**
	Thamnophis scalaris	Culebra listonada de montaña cola larga		**X**
Viperidae	*Crotalus triseriatus*	Víbora de cascabel transvolcánica		**X**
Kinosternidae	*Kinosternon integrum*	Tortuga pecho quebrado mexicana		**X**

A continuación se presentan algunas evidencias fotográficas de los reptiles observados durante los trabajos de campo para el proyecto, En **Anexo IV.4.2**, se presentan los registros fotográficos obtenidos para las distintas especies durante los trabajos de campo.



Foto IV.4.2. Reptiles observados a lo largo del trazo y SAR de proyecto: a) Lagartija alicante del Popocatépetl (*Barisia imbricata*), b) Lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), c) Culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*) y d) Culebra de agua vientre negro (*Thamnophis melanogaster*).

Aves

De todos los grupos de vertebrados registrados dentro del SAR y trazo de proyecto, las aves son el grupo con mayor riqueza de especies, ya que de las 169 especies reportadas en la zona durante los trabajos de campo, el 71.59 % pertenecen a este grupo, resaltando que 37 especies se reportan a nivel de trazo de proyecto; Zopilote aura (*Cathartes aura*), Colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*), Zafiro oreja blanca (*Hylocharis leucotis*), Carpintero mexicano (*Picoides scalaris*), Mosquero copetón (*Mitrephanes phaeocercus*), Mosquero barranqueño (*Empidonax occidentalis*), Tirano gritón (*Tyrannus vociferans*), Chara californiana (*Aphelocoma californica*), Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), Carbonero mexicano (*Poecile sclateri*), Trepador americano (*Certhia americana*), Azulejo garganta azul (*Sialia mexicana*), Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), Mirlo primavera (*Turdus migratorius*), Cjipe corona naranja (*Vermivora celata*), Parula ceja blanca (*Parula superciliosa*), Chipe coronado (*Dendroica coronata*), Chipe corona negra (*Wilsonia pusilla*), Chipe rojo (*Ergaticus ruber*), Chipe de montaña (*Myioborus miniatus*), Chipe gorra rufa (*Basileuterus rufifrons*), Semillero brincador (*Volatinia jacarina*), Semillero de collar (*Sporophila torqueola*), Toquí pinto (*Pipilo erythrophthalmus*), Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*), Picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), Jilguero pinero (*Carduelis pinus*), Jilguero dominico (*Carduelis psaltria*), Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), Paloma doméstica (*Columba livia*),Tórtola cola larga (*Columbina inca*), Toquí pardo (*Pipilo fuscus*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*), Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*) y Gorrión casero (*Passer domesticus*), siendo las últimas 7 especies las que prácticamente se distribuyen a lo largo de todo el trazo de proyecto. Las especies restantes, se reportan en los puntos de muestreo realizados en el SAR.

Tabla IV.4.5 Aves reportadas a lo largo del trazo y SAR del proyecto.

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
Anatidae	*Anas americana*	Pato chalcuán		**X**
	Anas platyrhynchos diazi	Pato mexicano		**X**
	Anas discors	Cerceta ala azul		**X**
	Anas clypeata	Pato cucharón-norteño		**X**
	Anas crecca	Cerceta ala verde		**X**
	Aythya valisineria	Pato coacoxtle		**X**
	Oxyura jamaicensis	Pato tepalcate		**X**
Odontophoridae	*Dendrortyx macroura*	Codorniz-coluda neovolcánica		**X**
Podicipedidae	*Podylimbus podiceps*	Zambullidor pico grueso		**X**

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
	Podiceps nigricollis	Zambullidor orejudo		X
Ardeidae	*Ardea alba*	Garza blanca		X
	Egretta thula	Garza dedos dorados		X
	Bubulcus ibis	Garza garrapatera		X
Threskiornithidae	*Plegadis chihi*	Ibis oscuro		X
Cathartidae	*Cathartes aura*	Zopilote aura	X	
Accipitridae	*Elanus leucurus*	Milano cola blanca		X
	Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo		X
	Accipiter cooperi	Gavilán de Cooper		X
	Buteo albicaudatus	Aguililla cola blanca		X
	Buteo jamaicensis	Aguililla de cola roja		X
Falconidae	*Falco sparverius*	Cernícalo americano		X
Rallidae	*Porzana carolina*	Polluela sora		X
	Gallinula chloropus	Gallineta frente roja		X
	Fulica americana	Gallareta americana		X
Charadriidae	*Charadrius vociferus*	Chorlo tildío		X
Scolopacidae	*Actitis macularius*	Alza colita		X
Columbidae	*Columba livia**	Paloma doméstica	X	
	Zenaida macroura	Paloma huilota		X
	Columbina inca	Tórtola cola larga	X	
Tytonidae	*Tyto alba*	Lechuza blanca		X
Apodidae	*Aeronautes saxatalis*	Vencejo pecho blanco		X
Trochilidae	*Colibri thalassinus*	Colibrí oreja violeta		X
	Cynanthus latirostris	Colibrí pico ancho	X	
	Hylocharis leucotis	Zafiro oreja blanca	X	
	Lampornis clemenciae	Colibrí garganta azul		X
	Eugenes fulgens	Colibrí magnífico		X
	Selasphorus platycercus	Zumbador cola ancha		X
Trogonidae	*Trogon elegans*	Trogon elegante		X
Picidae	*Picoides scalaris*	Carpintero mexicano	X	
	Picoides stricklandi	Carpintero de Strickland		X
	Colaptes auratus	Carpintero de pechera		X
Furnariidae	*Lepidocolaptes*	Trepatroncos		X

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
	leucogaster	scarchado		
Tyrannidae	*Mitrephanes phaeocercus*	Mosquero copetón	X	
	Contopus pertinax	Pibí tengofrío		X
	Empidonax wrighti	Mosquetero gris		X
	Empidonax occidentalis	Mosquero barranqueño	X	
	Empidonax fulvifrons	Mosquetero pecho leonado		X
	Pyrocephalus rubinus	Mosquero cardenal	X	
	Tyrannus vociferans	Tirano gritón	X	
Laniidae	*Lanius ludovicianus*	Alcaudón verdugo		X
Vireonidae	*Vireo huttoni*	Vireo reyezuelo		X
Corvidae	*Cyanocitta stelleri*	Chara crestada		X
	Aphelocoma californica	Chara californiana	X	
Hirundinidae	*Tachycineta thalassina*	Golondrina verdemar	X	
	Hirundo pyrrhonota	Golondrina risquera		X
	Hirundo rustica	Golondrina tijereta	X	
Paridae	*Poecile sclateri*	Carbonero mexicano	X	
Aeghitalidae	*Psaltriparus minimus*	Sastrecillo		X
Sittidae	*Sitta carolinensis*	Sita pecho blanco		X
	Sitta pygmea	Sita enana		X
Certhidae	*Certhia americana*	Trepador americano	X	
Troglodytidae	*Thryotorus pleurostictus*	Chivirín barrado		X
	Troglodytes aedon	Chivirín saltapared		X
	Cistothorus platensis	Chivirín sabanero		X
Regulidae	*Regulus satrapa*	Reyezuelo de oro		X
	Regulus calendula	Reyezuelo de rojo		X
Sylviidae	*Polioptila caerulea*	Perlita azulgris		X
Turdidae	*Sialia mexicana*	Azulejo garganta azul	X	
	Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	X	
	Catharus occidentalis	Zorzal mexicano		X
	Catharus guttatus	Zorzal cola rufa		X
	Turdus assimilis	Mirlo garganta blanca		X
	Turdus migratorius	Mirlo primavera	X	
Mimidae	*Toxostoma curvirostre*	Cuitlacoche pico curvo		X
Sturnidae	*Sturnus vulgaris**	Estornino pinto		X

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
Motacillidae	*Anthus rubescens*	Bisbita de agua		**X**
Ptilogonatidae	*Ptilogonys cinereus*	Capulinero gris		**X**
Peucedramidae	*Peucedramus taeniatus*	Ocotero enmascarado		**X**
Parulidae	*Vermivora celata*	Cjipe corona naranja	**X**	
	Vermivora ruficapilla	Chipe de coronilla		**X**
	Parula superciliosa	Parula ceja blanca	**X**	
	Dendroica coronata	Chipe coronado	**X**	
	Dendroica nigrescens	Chipe negrogris		**X**
	Dendroica townsendi	Chipe negro amarillo		**X**
	Dendroica occidentalis	Chipe cabeza amarilla		**X**
	Seiurus motacilla	Chipe arroyero		**X**
	Wilsonia pusilla	Chipe corona negra	**X**	
	Ergaticus ruber	Chipe rojo	**X**	
	Myioborus miniatus	Chipe de montaña	**X**	
	Basileuterus rufifrons	Chipe gorra rufa	**X**	
	Basileuterus belli	Chipe ceja dorada		**X**
Thraupidae	*Piranga flava*	Tángara encinera		**X**
Emberizidae	*Volatinia jacarina*	Semillero brincador	**X**	
	Sporophila torqueola	Semillero de collar	**X**	
	Atlapetes pileatus	Atlapetes gorra rufa		**X**
	Arremon virenticeps	Atlapetes rayas verdes		**X**
	Pipilo maculatus	Toquí moteado		**X**
	Pipilo erythrophthalmus	Toquí pinto	**X**	
	Pipilo fuscus	Toquí pardo	**X**	
	Oriturus superciliosus	Zacatonero rayado		**X**
	Spizella passerina	Gorrión ceja blanca		**X**
	Chondestes grammacus	Gorrión arlequín		**X**
	*Melospiza melodia**	Gorrión cantor		**X**
	Melospiza lincolnii	Gorrión de Lincoln		**X**
	Junco phaeonotus	Junco ojo de lumbre	**X**	
Cardinalidae	*Cardinalis cardinalis*	Cardenal rojo		**X**
	Pheucticus melanocephalus	Picogordo tigrillo	**X**	
	Passerina caerulea	Picogordo azul		**X**
Icteridae	*Agelaius phoeniceus*	Tordo sargento		**X**

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
	*Sturnella magna**	Pradero tortilla-con-chile		**X**
	Xanthocephalus xanthocephalus	Tordo cabeza amarilla		**X**
	*Quiscalus mexicanus**	Zanate mexicano	**X**	
	*Molothrus aeneus**	Tordo ojo rojo	**X**	
	Molothrus ater	Tordo cabeza café		**X**
	Icterus abeillei	Bolsero de Bullock		**X**
	Icterus parisorum	Bolsero tunero		**X**
Fringillidae	*Carpodacus mexicanus*	Pinzón mexicano	**X**	
	Loxia curvirostra	Picotuerto rojo		**X**
	Carduelis pinus	Jilguero pinero	**X**	
	Carduelis psaltria	Jilguero dominico	**X**	
Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrión casero	**X**	

A continuación se presentan algunas evidencias fotográficas de las aves observadas durante los trabajos de campo para el proyecto, En **Anexo IV.4.2**, se presentan los registros fotográficos obtenidos para las distintas especies durante los trabajos de campo.



Foto IV.4.3. Aves observadas a lo largo del trazo y SAR del proyecto: a) Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), b) Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), c) Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*) y d) Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*).

Mamíferos

De todos los grupos de vertebrados registrados dentro del SAR y trazo del proyecto, los mamíferos son el segundo grupo con mayor riqueza de especies, ya que de las 169 especies reportadas en la zona durante los trabajos de campo, solo 14.7 % pertenecen a este grupo,

resaltando que 14 especies se reportan a nivel de trazo de proyecto; Armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), Gato montés (*Lynx rufus*), Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), Cacomixtle (*Bassariscus astutus*), Tejón (*Nasua narica*), Mapache (*Procyon lotor*), Venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), Tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), Conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), Ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), Ardillón de roca (*Spermophilus variegatus*), Ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*), Rata negra (*Rattus rattus*) y Tuza de Merrieams (*Cratogeomys merriami*), siendo las últimas 6 especies las que mejor se distribuyen a lo largo del trazo de proyecto, cabe mencionar que la mayor parte del trazo cruza por zonas urbanas, por lo que estas especies se documentan para la parte del trazo restante. Las especies de mamíferos restantes, se reportan en los puntos de muestreo realizados en el SAR.

Tabla IV.4.6. Mamíferos reportados a lo largo del trazo y SAR del proyecto.

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache norteño	**X**	
Dasypodidae	*Dasypus novemcinctus*	Armadillo nueve bandas	**X**	
Leporidae	*Sylvilagus floridanus*	Conejo serrano	**X**	
Sciuridae	*Sciurus aureogaster*	Ardilla vientre rojo	**X**	
	Spermophilus variegatus	Ardillón de roca	**X**	
Muridae	*Peromyscus difficilis*	Ratón de roca		**X**
	Peromyscus maniculatus	Ratón norteamericano	**X**	
	Peromyscus melanotis	Ratón de orejas negras		**X**
	Reithrodontomys megalotis	Ratón cosechero común		**X**
	Neotomodon alstoni	Ratón mexicano de los volcanes		**X**
	Microtus mexicanus	Ratón meteoro mexicano		**X**
	Rattus rattus	Rata negra	**X**	
Geomyidae	*Cratogeomys merriami*	Tuza de Merrieams	**X**	
Felidae	*Lynx rufus*	Gato montés	**X**	
Canidae	*Urocyon cinereoargenteus*	Zorra gris	**X**	
	Canis latrans	Coyote		**X**
Mustelidae	*Mustela frenata*	Comadreja		**X**
Procyonidae	*Bassariscus astutus*	Cacomixtle	**X**	

Familia	*Nombre científico*	Nombre común	Trazo de proyecto	SAR
	Nasua narica	Tejón	**X**	
	Procyon lotor	Mapache	**X**	
Soricidae	*Sorex saussurei*	Musaraña de Saussures		**X**
Vespertilionidae	*Lasiurus cinereus*	Murciélago-cola peluda canoso		**X**
	Eptesicus fuscus	Murciélago-moreno norteamericano		**X**
	Myotis californicus	Miotis californiano		**X**
Cervidae	*Odocoileus virginianus*	Venado cola blanca	**X**	

A continuación se presentan algunas evidencias fotográficas de los mamíferos observados durante los trabajos de campo para el proyecto, En **Anexo IV.4.2**, se presentan los registros fotográficos obtenidos para las distintas especies durante los trabajos de campo.



Foto IV.4.4. Mamífero observados a lo largo del trazo y SAR del proyecto: a) Comadreja (*Mustela frenata*), b) Zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), c) Ratón norteamericano (*Peromyscus maniculatus*) y d) Ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*).

IV.4.4. ESPECIES BAJO ALGUNA CATEGORÍA DE RIESGO DE LA NOM-059-SEMARNAT-2010

Para la fauna registrada durante los trabajos de campo, de las 169 especies de vertebrados observaron, 21 especies se encuentran bajo alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010. De estás, 6 especies son anfibios, 8 reptiles y 7 aves. En lo referente a la categoría de riesgo asignada a las diferentes especies de vertebrados, tenemos que 10 especies presentan Protección especial (2 anfibios, 4 reptiles y 4 aves) y 11 están Amenazadas (4 anfibios, 4 reptiles y 3 aves). En la siguiente gráfica se puede observar la fauna registrada por grupos faunísticos y la categoría que presenta según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

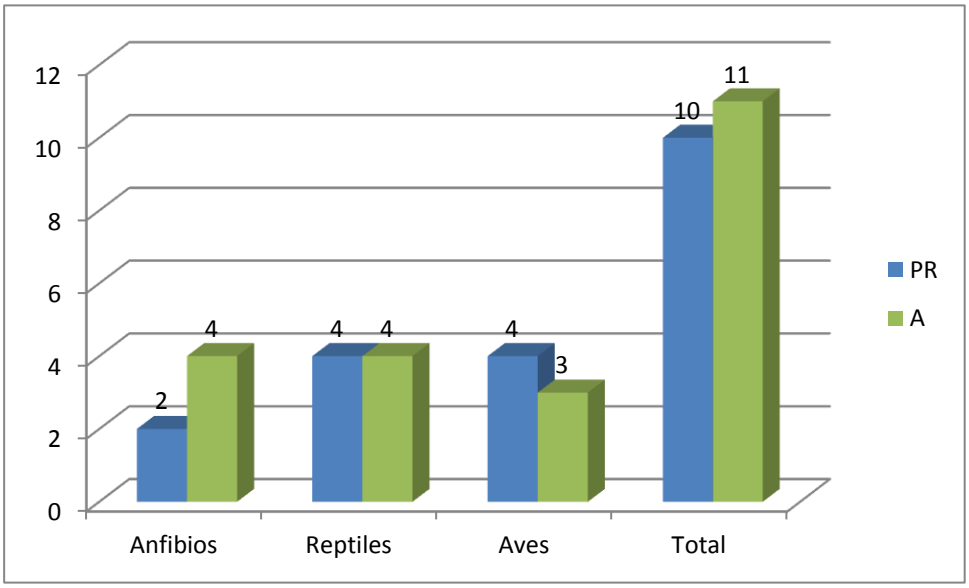


Figura IV.4.5. Especies de vertebrados registradas durante los trabajos de campo catalogadas dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010

A continuación se describen las diferentes categorías de protección asignadas para cada especie de los diferentes grupos de vertebrados reportados a lo largo del trazo de proyecto y SAR del proyecto.

Protección especial (Pr): Ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), Tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altamontana*), Lagartija alicante del Popocatépetl (*Barisia imbricata*), Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*), Eslizon de Cope (*Eumeces copei*), Tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), Gavilán pecho rufo (Accipiter striatus), Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperi*), Aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*).



Foto IV.4.5 Especies observadas durante los trabajos de campo bajo Protección especial: a) Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*), b) Aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*).

Amenazadas (A): Rana de árbol plegada (*Hyla plicata*), Salamandra pie plano común (*Chiropterotriton chiropterus*), Salamandra pinta (*Pseudoeurycea cephalica*), Tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*), Lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), Culebra listonada del sur de México (*Thamnophis eques*), Culebra de agua vientre negro (*Thamnophis melanogaster*), Culebra listonada de montaña cola larga (*Thamnophis scalaris*), Pato mexicano (*Anas* platyrhynchos *diazi*), Codorniz-coluda neovolcánica (*Dendrortyx macroura*).



Foto IV.4.6 Especies observadas durante los trabajos de campo consideradae Amenazadas: a) Tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*), b) Rana de árbol plegada (*Hyla plicata*), c) Culebra listonada del sur mexicano (*Thamnophis eques*) y d) Codorniz-coluda neovolcánica (*Dendrortyx macroura*).

A continuación presentamos (**Tabla IV.4.7**)la distribución espacial de la fauna catalogada por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010), considerando los puntos de muestreo donde fueron registradas y su distribución referida a nivel de proyecto y SAR. Destacando que de las 21 especies, el 23.8 % se reportan a nivel del trazo de proyecto.

Tabla IV.4.7. Distribución de las especies protegidas a lo largo del trazo y SAR.

Nombre científico	Nombre común	Estatus	Cadenamiento de registro	Punto de Muestreo en el SAR
Hyla plicata	Rana de árbol plegada	A	28+300	8,13
Ambystoma lermaense	Ajolote de Lerma	Pr		18
Chiropterotriton chiropterus	Salamandra plano común	A		12
Pseudoeurycea altamontana	Tlaconete morelense	Pr		12
Pseudoeurycea cephalica	Salamandra pinta	A		5,9,11,12
Pseudoeurycea leprosa	Tlaconete leproso	A	36+100, 42+000	12,13
Barisia imbricata	Lagartija alicante del Popocatépetl	Pr		8,11,12
Phrynosoma orbiculare	Lagartija cornuda de montaña	A		12,13
Sceloporus grammicus	Lagartija escamosa de mezquite	Pr	20+200, 23+600, 26+500, 28+300, 42+000	5, 8, 9, 11, 18, 19
Eumeces copei	Eslizon de Cope	Pr	30+350	8,11,12
Thamnophis eques	Culebra listonada del sur de México	A		5,8,18
Thamnophis melanogaster	Culebra de agua vientre negro	A		18
Thamnophis scalaris	Culebra listonada de montaña cola larga	A		12
Kinosternon integrum	Tortuga pecho quebrado mexicana	PR		18
Anas platyrhynchos diazi	Pato mexicano	A		18
Dendrortyx macroura	Codorniz-coluda neovolcánica	A		12,13
Accipiter striatus	Gavilán pecho rufo	Pr		12
Accipiter cooperi	Gavilán de Cooper	Pr		18
Buteo albicaudatus	Aguililla cola blanca	Pr		5
Picoides stricklandi	Carpintero de Strickland	A		12

Nombre científico	Nombre común	Estatus	Cadenamiento de registro	Punto de Muestreo en el SAR
Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr	28+300, 52+300	5,8,9,11,12,13

Especies endémicas

De las 169 especies de vertebrados registradas durante los trabajos de campo, 33 son endémicas de México, siendo el grupo de los reptiles el que mayor número de especies agrupa (13), seguido de las aves con 10, anfibios con 6 y al final los mamíferos con 4 especies. Además de mencionar que para el grupo de las aves se reportan a 4 especies cuasiendémicas y 8 semiendémicas.

Endémicas: Rana de árbol plegada (*Hyla plicata*), Ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), Salamandra pie plano común (*Chiropterotriton chiropterus*), Tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altamontana*), Salamandra pinta (*Pseudoeurycea cephalica*), Tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*), Lagartijaalicante del Popocatépetl (*Barisia imbricata*) Lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbicular*), *Lagartija escamosa de mezquite (Sceloporus aeneus), Lagartija escamosa de Anáhuac (Sceloporus anahuacus), Lagartija escamosa de grietas sureña (Sceloporus mucronatus), Lagartija escamosa de Palacios (Sceloporus palaciosi),* Lagartija escamosa barrada (*Sceloporus torquatus*), Eslizon de Cope (*Eumeces copei*), Culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*), Culebra de agua vientre negro (*Thamnophis melanogaster*), Culebra listonada de montaña cola larga (*Thamnophis scalaris*), Víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*), Tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), Pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*), Codorniz-coluda neovolcánica *(Dendrortyx macroura*), Carpintero de Strickland (*Picoides stricklandi*), Trepatroncos escarchado (*Lepidocolaptes leucogaster*), Zorzal mexicano (*Catharus occidentalis*), Chipe rojo (*Ergaticus ruber*), Atlapetes gorra rufa (*Atlapetes pileatus*), Atlapetes rayas verdes (*Arremon virenticeps*), Zacatonero rayado (*Oriturus* superciliosus), Bolsero de Bullock (*Icterus abeillei*), Ratón de roca (*Peromyscus difficilis*), Ratón de orejas negras (*Peromyscus melanotis*), Ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*), Tuza de Merriam (*Cratogeomys merriami*).

Cuasiendemicas.

Carbonero mexicano (*Poecile sclateri*), Capulinero gris (*Ptilogonys cinereus*), Chipe gorra rufa (*Basileuterus rufifrons*), Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*)

Semiendemicas

Colibrí pico ancho (*Cynanthus* latirostris), Colibrí garganta azul (*Lampornis clemenciae*), Zumbador cola ancha (*Selasphorus platycercus*), Mosquetero gris (*Empidonax wrighti*), Mosquero barranqueño (*Empidonax occidentalis*), Chipe negrogris (Dendroica *nigrescens*), Picogordo tigrillo (Pheucticus *melanocephalus*), Bolsero tunero (*Icterus parisorum*).



Foto IV.4.7 Especies endémicas observadas durante los trabajos de campo: a) Lagartija escamosa barrada (*Sceloporus torquatus*), b) Víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*), c) Chipe rojo (*Ergaticus ruber*) y d) Zacatonero rayado (*Oriturus* superciliosus).

IV.4.5. ÍNDICES DE DIVERSIDAD

A continuación (Tabla IV.4.8) se presentan los índices de diversidad obtenidos para el factor fauna en cada una de los puntos de muestreo (PM), de acuerdo con la información obtenida en campo. Resaltando que de acuerdo a los índices obtenidos para las diferentes PM, es en el PM12 en donde mayor diversidad se reporta, aunque hay que mencionar que el sitio se encuentra en el SAR del proyecto. En lo que respecta a los muestreos a nivel de proyecto, es

el PM14 en donde mayor diversidad se reporta, por lo cual, es el área donde debe de contemplarse la aplicación de estrategias y medidas de mitigación para la protección y conservación de la fauna (cadenamiento 28+300). Cabe resaltar, que considerando los sitios de mayor relevancia a nivel de proyecto, también se debe de considerar el PM6 y PM10 a la altura de los cadenamientos 38+100 y 30+350 respectivsamente. Mientras que los sitios muestreados con menor diversidad y donde los impactos a la fauna pueden ser menores, corresponden a la zona por donde el proyecto cruza por zonas urbanas (PM1, 2, 3, 16, 17, 20 y 21).

Tabla IV.4.8 Índice de diversidad de Shannon para los diferentes PM.

PM	Riqueza	Valores absolutos	J =	H max	Índice de Shannon
1	4	106	0.97143216	1.38629436	1.34669092
2	8	33	0.91606635	2.07944154	1.90490642
3	5	56	0.64268168	1.60943791	1.03435626
4	14	45	0.74041171	2.63905733	1.95398896
5	26	79	0.91513284	3.25809654	2.98159114
6	15	28	0.88759079	2.7080502	2.40364041
7	9	22	0.81157241	2.19722458	1.78320684
8	37	61	0.95126885	3.61091791	3.43495374
9	24	44	0.90920246	3.17805383	2.88949435
10	20	64	0.83620426	2.99573227	2.5050441
11	41	68	0.94539909	3.71357207	3.51080765
12	117	519	0.90843519	4.76217393	**4.326126**
13	35	63	0.94549887	3.55534806	3.36157759
14	25	77	0.89953125	3.21887582	2.89547939
15	12	18	0.94621554	2.48490665	2.35125728
16	12	28	0.89495893	2.48490665	2.2238894
17	11	34	0.81650645	2.39789527	1.95789695
18	54	687	0.87356265	3.98898405	3.48462748
19	26	110	0.87591732	3.25809654	2.85382317
20	9	44	0.81032561	2.19722458	1.78046734
21	13	41	0.86162427	2.56494936	2.21002261

Índice de Shannon por Punto de Muestreo

PM1. En este sitio se ubica al este del SAR a la altura del cadenamiento 55+700. En este punto se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 1.34669092, lo que lo ubica en el penúltimo lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 106 ejemplares de 4 especies, de las cuales las más representativas fueron: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 38 individuos, Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 26 y Tórtola cola larga (*Columbina inca*) con 25.

PM2. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 54+000. Se reporta un índice de diversidad de Shannon de 1.90490642, lo que lo ubica en el lugar número 17 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 33 ejemplares de 8 especies, de las cuales las más representativas fueron: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 8 individuos, Tórtola cola larga (*Columbina inca*) con 25 y Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*) con 6 cada especie.

PM3. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 52+300. Se obtuvo el índice de diversidad de Shannon más bajo del proyecto (1.03435626). Cabe destacar la presencia de 56 ejemplares de 5 especies, de las cuales las más representativas fueron: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 30 individuos y Tórtola cola larga (*Columbina inca*) con 20.

PM4. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 42+000. En este punto se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 1.95398896, lo que lo ubica en el lugar número 16 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 45 ejemplares de 14 especies, de las cuales las más representativas fueron: Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*) con 18 individuos y Chipe rojo (*Ergaticus ruber*).

PM5. En este sitio se ubica a 6 km al sureste del cadenamiento 41+000. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.98159114, lo que lo ubica en el quinto lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 79 ejemplares de 26 especies, de las cuales las más representativas fueron: Mirlo garganta blanca (*Turdus assimilis*) con 12 individuos y Chipe ceja dorada (*Basileuterus belli*) con 8.

PM6. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 38+100. Se reporta un índice de diversidad de Shannon de 2.40364041, lo que lo ubica en el lugar número 11 con respecto a

los demás PM. Aunque hay que resaltar que en este sitio se reporto una riqueza de especies de 15, con 28 ejemplares, de las cuales las más representativas fueron: Jilguero pinero (*Carduelis pinus*) con 8 individuos, Zafiro oreja blanca (*Hylocharis leucotis*) y Carbonero mexicano (*Poecile sclateri*) con 3 cada especie.

PM7. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 36+100. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 1.78320684, lo que lo ubica en el lugar número 18 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 22 ejemplares de 9 especies, de las cuales las más representativas fueron: Jilguero pinero (*Carduelis pinus*) con 8 individuos y Carbonero mexicano (*Poecile sclateri*) con 6.

PM8. En este sitio se ubica a 1 km al sur del cadenamiento 36+900. En este punto se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 3.43495374, lo que lo ubica en el cuarto lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 62 ejemplares de 37 especies, de las cuales las más representativas fueron: Lagartija escamosa barrada (*Sceloporus torquatus*) y Jilguero dominico (*Carduelis psaltria*) con 5 individuos cada especie.

PM9. En este sitio se ubica a 1 km al norte del cadenamiento 37+200. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.88949435, lo que lo ubica en el octavo lugar con respecto a los demás PM. Se observaron un total de 24 especies con 44 ejemplares, de las cuales las más representativas fueron: Jilguero dominico (*Carduelis psaltria*) con 9 individuos y Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*) con 4.

PM10. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 30+350. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.5050441, lo que lo ubica en el lugar número 10 con respecto a los demás PM. Con un registro de 64 ejemplares de 20 especies, de las cuales las más representativas fueron: Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 14 individuos y Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 12.

PM11. En este sitio se ubica a 1.3 km al norte del cadenamiento 30+500. Se obtuvo el segundo índice de diversidad de Shannon más alto del proyecto (3.51080765**)**. Cabe destacar la presencia de 68 ejemplares de 41 especies, de las cuales las más representativas fueron: Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*) con 7 individuos y Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*) con 5.

PM12. En este sitio se ubica a 3.5 km al norte del cadenamiento 31+000. Se obtuvo el índice de diversidad de Shannon más alto del proyecto (**4.326126**). Cabe destacar la presencia de 529 individuos de 117 especies, de las cuales las más representativas fueron 19 especies:

Paloma doméstica (*Columba livia*) y Tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*) con 18 individuos, Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Mirlo garganta blanca (*Turdus assimilis*), Gorrión de Lincoln (*Melospiza lincolnii*) y Chipe coronado (*Dendroica coronata*) con 16 cada especie, Pato cucharón-norteño (*Anas clypeata*), Tórtola cola larga (*Columbina inca*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) y Gorrión ceja blanca (*Spizella passerina*) con 14 cada especie, Azulejo garganta azul (*Sialia mexicana*), Semillero de collar (*Sporophila torqueola*), Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), Gorrión casero (*Passer domesticus*), Gallareta americana (*Fulica americana*), Mosquero barranqueño (*Empidonax occidentalis*), Chipe corona negra (*Wilsonia pusilla*), Gorrión cantor (*Melospiza melodia*) y Junco ojo de lumbre (*Junco phaeonotus*) con 10 cada especie.

PM13. En este sitio se ubica a 1 km al sur del cadenamiento 31+000. En este sitio se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 3.36157759, lo que lo ubica en el quinto lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 63 ejemplares de 35 especies, de las cuales las más representativas fueron: Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*) con 7 individuos y Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*) con 5.

PM14. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 28+300. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.89547939, lo que lo ubica en el séptimo lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 77 ejemplares de 25 especies, de las cuales las más representativas fueron: Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 12 individuos y Golondrina verdemar (*Tachycineta thalassina*) con 9.

PM15. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 26+500. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.35125728, lo que lo ubica en el lugar número 12 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 18 ejemplares de 12 especies, de las cuales las más representativas fueron: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 4 individuos, Toquí pardo (*Pipilo fuscus*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) y Paloma doméstica (*Columba livia*) con 2 cada especie.

PM16. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 23+600. En este punto se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 1.95789695, lo que lo ubica en el lugar número 13 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 28 ejemplares de 12 especies, de las cuales las más representativas fueron: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 7 individuos y Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 7.

PM17. En este sitio se ubica a la altura del cadenamiento más 20+200. Se reporta un índice de diversidad de Shannon de 2.99233932, lo que lo ubica en el lugar número 15 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 34 ejemplares de 11 especies, de las cuales las más representativas fueron: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 7 individuos y Tórtola cola larga (*Columbina inca*) con 7.

PM18. En este sitio se ubica a 3 km al sur del cadenamiento 19+200. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 3.48462748, lo que lo ubica en el tercer lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 687 ejemplares de 54 especies, de las cuales las más representativas fueron 13 especies: Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 60 individuos, Gallareta americana (*Fulica americana*) con 48, Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 46, Garza garrapatera (*Bubulcus ibis*) con 40, Garza dedos dorados (*Egretta thula*) con 39, Cerceta ala azul (*Anas discors*) con 36, Gallineta frente roja (*Gallinula chloropus*) con 34, Tordo cabeza café (*Molothrus ater*) con 30, Ibis oscuro (*Plegadis chihi*) con 24, Tordo cabeza amarilla (*Xanthocephalus xanthocephalus*) con 22, Pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), Golondrina risquera (*Hirundo pyrrhonota*) y Rata negra (*Rattus rattus*) con 20 individuos cada especie.

PM19. En este sitio se ubica a 7.5 km al norte del cadenamiento 21+500. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.85382317, lo que lo ubica en el noveno lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 110 ejemplares de 26 especies, de las cuales las más representativas fueron 3 especies: Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 17 individuos, Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 15 y Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), con 12.

PM20. Este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 9+300. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 1.78046734, lo que lo ubica en el antepenúltimo lugar con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 44 ejemplares de 9 especies, de las cuales las más representativas fueron 4 especies: Gorrión casero (*Passer domesticus*) con 20 individuos, Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Paloma doméstica (*Columba livia*), Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*),con 4 cada especie.

PM21. Este sitio se ubica a la altura del cadenamiento 0+100. Se obtuvo un índice de diversidad de Shannon de 2.21002261, lo que lo ubica en el lugar número 14 con respecto a los demás PM. Cabe destacar la presencia de 41 ejemplares de 13 especies, de las cuales las más representativas fueron: Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*) con 12 individuos y Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*) con 7.

IV. 4.6 ESPECIES DE INTERÉS CINEGÉTICO

Según las listas publicadas por la SEMARNAT para la temporada cinegética 2013-2014, el Estado de México cuenta con 19 especies, susceptibles de aprovechamiento, de las cuales 14 son aves y cinco son mamíferos Tabla IV.4.9. El Distrito federal no cuenta con calendario de aprovechamiento cinegético. Para el proyecto se reportan 10 especies con aprovechamiento cinegético; seis aves y cuatro mamíferos.

Especies registradas en el proyecto susceptibles de aprovechamiento en la temporada cinegética 2013-2014, según la SEMARNAT: Pato chalcuán (*Anas americana*), cerceta ala azul (*Anas discors*), pato cucharón-norteño (*Anas clypeata*), cerceta ala verde (*Anas crecca*) gallareta americana (*Fulica americana*), paloma huilota (*Zenaida macroura*) conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), coyote (*Canis latrans*), tejón (*Nasua narica*), mapache (*Procyon lotor*)

Tabla IV.4.9 Calendario cinegético 2013-2014 para el Estado de México

Grupo	Especie	Inicia	Termina
Aves	Agachona (*Gallinao gallinao*)	1-nov-13	16-feb-14
	Gallareta (*Fulica americana*)	1-nov-13	02-mzo-14
	Ganga (*Batramia longicauda*)	2-ago-13	15-sep-13
	Paloma huilota (*Zenaida macroura)*	11-oct-13	09-feb-14
	Patos y cercetas *Anas acuta*, A. *clypeata*, A. *crecca*, A. *discor*, A. *americana*, A. *platyrhynchos*, A. strepera, *Anthya americana*, A. *marila*, A. *affinis*	1-nov-13	02-mzo-14
Mamíferos	Conejos (*Sylvilagus floridanus*, S. *audubonii*).	11-oct13	02-mzo-14
	Coyote (*Canis latrans*)	27-sep-13	02-feb-14
	Mapache (*Procyon lotor*)	11-oct-13	26-ene-14
	Tejón (*Nasua narica*)	11-oct-13	26-ene-14

Con respecto a la temporada de aprovechamiento de aves canoras y de ornato el Estado de México cuenta con 17 especies dentro de la lista publicada por la SEMARNAT para su aprovechamiento en la temporada 2013-2014 (Tabla IV.4.10). El Distrito Federal no cuenta con este tipo de actividad. Para el proyecto se registraron 12 especies susceptibles de aprovechamiento.

Tabla IV.4.10 Calendario de aprovechamiento de aves canoras y de ornato 2013-2014 para el Estado de México

Nombre Científico	Nombre común	No. de individuos por capturador	Temporada hábil de aprovechamiento
Agelaius phoeniceus	Magallon	10 (5 Machos/ 5 Hembras)	01-09-13/28-02-14
Bombycilla cedrorum	Chinito	20	01-12-13/28-02-14
Carduelis psaltria	Dominico	30	01-09-13/28-02-14
Carpodacus mexicanus	Gorrion mexicano	30	01-09-13/28-02-14
Corvus corax	Cuervo grande	3	01-09-13/28-02-14
Icterus parisorum	Calandria tunera	5	01-09-13/28-02-14
Mimus polyglottos	Cenzontle norteño	15	01-09-13/28-02-14
Molothrus *ater*	Tordo	(5 Machos/ 5 Hembras)	01-09-13/28-02-14
Passer domesticus	Gorrion domestico	*40 Máximo	01-09-13/28-02-14
Passerina caerulea	Gorrion maicero	20	01-12-13/28-02-14
Pheucticus melanocephalus	Tigrillo común	15	01-12-13/28-02-14
Ptilogonys cinereus	Floricano	5	01-09-13/28-02-14
Sporophila torqueola	Chatito	20	01-09-13/28-02-14
Sturnus vulgaris	Estornino	*40 Máximo	01-09-13/28-02-14
Toxostoma curvirostre	Huitlacoche comun	15	01-09-13/28-02-14
Turdus rufopalliatus	Primavera huertera	20	01-09-13/28-02-14
Volatinia jacarina	Cuervito	30	01-09-13/28-02-14

Especies registradas en el proyecto con uso cinegético según la lista de aprovechamiento publicada por la SEMARNAT para la temporada 2013-2014 de aves canoras y de ornato: cuitlacoche pico curvo(*Toxostoma curvirostre*), estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), capulinero gris (*Ptilogonys cinereus*), semillero de collar (*Sporophila torqueola*), picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), Picogordo azul (*Passerina caerulea*), Tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), Tordo cabeza café (*Molothrus ater*), Bolsero tunero (*Icterus parisorum*), Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), Jilguero dominico (*Carduelis psaltria*), Gorrión casero (*Passer domesticus*).

Unidades de Manejo Ambiental (UMA´s)

El Estado de México y el Distrito Federal se tienen reportadas 193 UMAs extensivas e intensivas, de las cuales únicamente la UMA "El Ejido de San Pedro Tultepec"(en el municipio de Lerma) es relevante para el presente estudio ya que el proyecto lo cruza en sus ncadenamientos 18+800 al 20+500 y del 20+850 al 21+475.

La UMA extensiva "El Ejido de San Pedro Tultepec" con registro DGVS-CR-EX-1763-MEX tiene aprovechamiento de aves acuáticas como: pato chalcuan (*Anas americana*), pato cucharón (*Anas clypeata*), cerceta listas verdes (*Anas crecca*), cerceta café (*Anas cyanoptera*), cerceta de alas azules (*Anas discors*), pato friso (*Anas strepera*), pato boludo chico (*Anthya affinis*), pato cabeza roja (*Anthya americana*), pato coacoxtle (*Anthya valisineria*), ganga (*Bartamia longicauda*), gallareta (*Fulica americana*), pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*).

Especies de importancia comercial

De acuerdo con Pérez et al. 1995, los usos y aprovechamientos locales quedan englobados dentro de los siguientes tipos de cacería: Cacería de subsistencia, deportiva, comercial, con fines científicos y de control de especies perjudiciales. De las 169 especies registradas en el proyecto, 70 tienen un aprovechamiento importante del tipo descrito en el párrafo anterior.

A continuación se describen cada uno de los diferentes aprovechamientos locales y las especies que se registraron en campo y que son utilizadas por la gente de la región.

Cacería de subsistencia. Se practica solamente para completar la dieta proteica del cazador y su familia, generalmente por personas pertenecientes a la población indígena rural marginal. Algunos países lo reconocen explícitamente como una forma legítima de aprovechamiento de fauna: rana toro (*Lithobates catesbeianus*), ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), paloma doméstica (*Columba livia*), paloma huilota (*Zenaida* macroura), tlacuache norteño (*Didelphis virginiana*), armadillo nueve bandas (*Dasypus novemcinctus*), conejo serrano (*Sylvilagus floridanus*), ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*).

Cacería deportiva. Se practica como recreación o ejercicio, sin otra finalidad que su realización en sí, principalmente por el sector poblacional urbano, de clase media y alta. En la mayoría de los países de América está oficialmente reconocido y reglamentado por la legislación vigente. A continuación se mencionan las especies que son objeto de esta actividad de acuerdo con los resultados de campo: pato chalcuán (*Anas americana*), pato mexicano (*Anas platyrhynchos diazi*) cerceta ala azul (*Anas discors*), pato cucharón-norteño (*Anas clypeata*), cerceta ala verde (*Anas crecca*), pato coacoxtle (*Aythya valisineria*), pato tepalcate (*Oxyura jamaicensis*), codorniz-coluda neovolcánica (*Dendrortyx macroura*), gallareta americana (*Fulica americana*), paloma huilota (*Zenaida macroura*), gato montés

(*Lynx rufus*), zorra gris (*Urocyon cinereoargenteus*), tejón (Nasua narica), mapache (*Procyon lotor),* venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*)

Casería comercial. : Su propósito es eminentemente lucrativo; los animales vivos o muertos, así como sus productos se destinan para ventas. Está explícitamente prohibido en algunos países y permitido en otros, al menos para algunas especies. Las especies dentro de este tipo de cacería son: lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*), tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), zopilote aura (Cathartes aura),Colibrí oreja violeta (Colibri *thalassinus*), colibrí pico ancho (*Cynanthus latirostris*), zafiro oreja blanca (*Hylocharis leucotis*), colibrí garganta azul (*Lampornis clemenciae*), colibrí magnífico (Eugenes *fulgens*), chara crestada (*Cyanocitta stelleri*), azulejo garganta azul (*Sialia mexicana*), clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*), cuitlacoche pico curvo (*Toxostoma curvirostre*), estornino pinto (*Sturnus vulgaris*), capulinero gris (*Ptilogonys cinereus*), chipe gorra rufa (*Basileuterus rufifrons*), semillero brincador (*Volatinia jacarina*), cardenal rojo (*Cardinalis cardinalis*), picogordo tigrillo (*Pheucticus melanocephalus*), picogordo azul (*Passerina caerulea*), tordo sargento (*Agelaius phoeniceus*), tordo cabeza amarilla (*Xanthocephalus xanthocephalus*), zanate mexicano (*Quiscalus* mexicanus), tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*), tordo cabeza café (*Molothrus ater*), bolsero tunero (*Icterus parisorum*), pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), jilguero pinero (*Carduelis pinus*), jilguero dominico (*Carduelis psaltria*), gorrión casero (*Passer domesticus*), comadreja (*Mustela frenata*)

Cacería con fines científicos. Se practica únicamente para recolectar animales para investigaciones científicas por individuos o instituciones nacionales o extranjeras, a las cuales se les permite la cacería de un número mayor de especies, entre ellas muchas sin interés cinegético. En algunos países quien esta como responsable de esta figura abarca la captura de animales vivos para zoológicos y para la investigación biomédica: rana de árbol de montaña (*Hyla eximia*), rana de árbol plegada (*Hyla plicata*), ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), salamandra pie plano común (*Chiropterotriton chiropterus*), tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altamontana*), salamandra pinta (*Pseudoeurycea cephalica*), tlaconete leproso (Pseudoeurycea leprosa), víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus* triseriatus).

Cacería de especies perjudiciales. La legislación de varios países establece normativas especiales para el control de especies consideradas como plagas. Algunos países establecen lista de especies que pueden ser cazadas en todo tiempo y lugar, incluso sin licencia, otros estipulan que en cada caso la presunta especie plaga debe ser estudiada previamente, para fundamentar una decisión acertada. Para la región se pudo observar que alunas especies del grupo de los reptiles son muertas indistintamente de su peligrosidad, por considerarlas una amenaza. Algunas de las especies que son consideradas peligrosas son: lagartija alicante del Popocatépetl (*Barisia imbricata*), Eslizon de Cope (*Eumeces copei*),Culebra parda mexicana (*Storeria storerioides*), culebra listonada del sur de México (*Thamnophis eques*),culebra de agua vientre negro (*Thamnophis melanogaster*),culebra listonada de montaña cola larga (*Thamnophis scalaris*),víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*),gavilán pecho

rufo (*Accipiter striatus*),gavilán de Cooper *Accipiter cooperi* (),aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*),cernícalo americano (*Falco sparverius*), tuza de Merriam (*Cratogeomys* merriami).

Nota: La tipos de cacería son tomado de Pérez et al., 1995, sin embargo, para fines del presente estudio se elimina a los mamíferos marinos y se adecua únicamente para los mamíferos terrestres.

IV. 4.7 ÁREAS DE IMPORTANCIA PARA LA CONSERVACIÓN

Para el presente proyecto se reportan 13 áreas de interés para su conservación (Tabla IV.4.11) que se encuentran próximas al proyecto o éste atraviesa por algunos puntos de su superficie.

Tabla IV.4.11 Áreas de importancia para su conservación por las cuales cruza el proyecto o se encuentran próximas.

Área de interés	Nombre	Distancia al trazo (km)	Distancia que cruza (km)
Parque Nacional	Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla		4.60
ANP Federal	Desierto de los Leones	0.165	
	Ciénegas de Lerma, polígono 1	7	
	Ciénegas de Lerma, polígono 2	1.5	
ANP Estatal	Alameda Poniente San José de la Pila		
	Otomí - Mexica		3.86
	Santuario del Agua, tributaria San Lorenzo		4.45
AICAs	Ciénegas de Lerma		3.66
	Sur del Valle de México		2.17
Ramsar	Ciénegas de Lerma, polígono 1	7	
	Ciénegas de Lerma, polígono 2	1.5	
RHP	Cabecera del Río Lerma		37.31
RTP	Ajusco - Chichinautzin		9.61

Áreas de Interés para la Conservación de las Aves. Para el proyecto se sitúan 2 AICA´s de interés, la C-19 "Sur del valle de México" y la C-11 "Ciénegas de Lerma".

La AICA Sur del valle de México posee una superficie de 100152 ha se encuentra hacia el sur de valle de México es atravesada por el proyecto en el tramo km 34+474 al 36+664. El AICA C-19, tiene reportadas 204 especies de aves. Para el proyecto se reportaron 35 especies que no se tenían registradas para la AICA.

La AICA Ciénegas de Lerma se encuentra en el Estado de México, poseen una superficie de 7445.69 ha, en las cuales están reportadas 246 especies de aves. Para el proyecto se registraron 121 aves de las cuales 23 no se encuentran reportados para el área.

ANP. El Parque nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla tiene una superficie de 1580 ha. se encuentra ubicado hacia el poniente del D. F., posee una vegetación de Oyamel y pino y tiene reportadas 274 especies de aves. El proyecto atraviesa el parque en los km.32+852 al 37+200 en una longitud de 4.6 km. Para el proyecto se registraron 121 aves de las cuales nueve especies son nuevos registros para la zona.

RTP. La Región Terrestre prioritaria (RTP108), Ajusco Chichinautzin se encuentra ubicada hacia las coordenadas extremas: Latitud Norte 18° 53' 32'' a 19° 20' 02''; Longitud W: 99° 51' 54'' a 99° 25' 07'', entre los municipios Álvaro Obregón, Cuajimalpa de Morelos, Cuernavaca, Huitzilac, Juchitepec, La Magdalena Contreras, Lerma, Milpa Alta, Ocoyoacac, Ocuilán, Tepetlixpa, Tepoztlán, Tianguistenco, Tlalnepantla, Tlalpan, Tlayacapan, Totolapan, Xalatlaco, Xochimilco, Yautepec. Tiene una superficie de 1261 $km^{2,}$y una vegetación de bosque de oyamel, bosque de pino y selva baja caducifolia.

Algunas especies características de la región son teporingo (*Romerolagus diazi*), gorrión zacatero (*Xenospiza baileyi*), colibrí (*Amazilia beryllina*), vencejo (*Streptoprocne semicollaris*), halcón cernícalo (*Falco sparverius*), conejo silvestre (*Sylvilagus sp*.), lince (*Lynx rufus*), zorrillo (*Mephitis macroura*), ardilla (*Sciurus aureogaster*), venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), ajolote (*Rhyacosiredon zempoalensis*), ratón de los volcanes (*Neotomodon alstoni*) y codorniz arlequín (*Cyrtonyx montezumae*).

El proyecto atraviesa la RTP en los km 31+557 al 41+557 en aproximadamente 10 km.

RHP. La región Hidrológica Prioritaria Cabecera del Río Lerma se encuentra ubicada en el Estado de México en el polígono: Latitud 19°35'24" - 19°04'12" N; Longitud 99°54'36" - 99°18'36" W: con una extensión de 2460.13 km^2 sus recursos hídricos principales son El Río Lerma, las presas Antonio Alzate e Ignacio Ramírez, Cienegas de Lerma, arroyos y manantiales. Algunas de las especies fauna características de la zona son: aves *Anas acuta, Anas crecca, Anas clypeata, Anas cyanoptera, Anas. discors, Anas strepera, Aythya affinis, Anas americana, Aythya. valisineria, Gallinago gallinago, Geothlypis speciosa, Ixobrychus exilis* y *Rallus elegans tenuirostris ;* anfibios *Ambystoma lermaensis.*

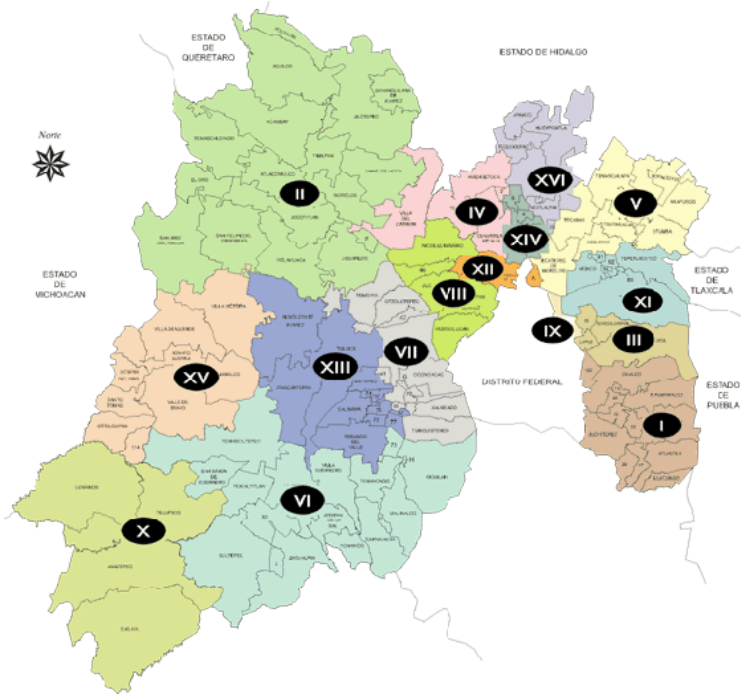
El proyecto atraviesa la RHP desde el inicio hasta el km 36+856 en una longitud de 37.31 km.

IV.5 MEDIO SOCIOECONÓMICO.

El Sistema Ambiental Rcegional (SAR) comprende los municipios de Huixquilucan, Lerma, Metepec, Naucalpan de Juárez, Ocoyoacac, San Mateo Atenco, Toluca y Zincantepec del Estado de México; en el Distrito Federal parte de las delegaciones Miguel Hidalgo, Benito Juárez, Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos también se encuentran dentro del SAR. Para fines de este estudio, considerando el trazo del proyecto se hizo un análisis a nivel localidades urbanas dentro del Estado de México (39 localidades), en el caso del Distrito Federal se consideró el total poblacional dentro de las delegaciones Álvaro Obregón y Cuajimalpa de Morelos.

IV.5.1 CONTEXTO REGIONAL

El Estado de México se conforma por 125 municipios agrupados en 16 regiones socioeconómicas, los municipios por los que cruza el trazo se encuentran en la Región Lerma y en la Región Toluca; los municipios San Mateo Atenco, Lerma y Ocoyoacac se encuentran dentro de la Región VII Lerma; Toluca y Metepec están en la Región XIII Toluca. Dentro del territorio del Distrito Federal las Delegaciones Cuajimalpa e Morelos y Álvaro Obregón son las únicas involucradas en el trazo, ambas localizadas al poniente.



De acuerdo a la regionalización económica del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) la cual presenta un resumen comparativo de las diferencias y similitudes observadas en las condiciones económicas y sociales de la población dentro del territorio nacional los municipios del SAR, están ubicados en los niveles más favorables de esta regionalización, el munwicipio de Toluca está clasificado en el nivel 7, seguido de Lerma y San Mateo Atenco en el nivel 6. Los estratos se ordenan de tal forma que en el estrato 7 se refiere a la situación relativa más favorable, por el contrario, el estrato 1 se compone de las unidades que en promedio presentan la situación relativa menos favorable.

El área del proyecto se encuentra inserta en dos zonas metropolitanas relevantes: Zona Metropolitana del Valle de México (ZMVM) y Zona Metropolitana de Toluca. Las tendencias de crecimiento de ambas áreas metropolitanas tienden a unirlas. El proyecto une prácticamente

ambas áreas metropolitanas, cubriendo una necesidad inminente de comunicación interregional.

La ZMVM concentra 20.1 millones de personas, es la zona metropolitana del país más poblada; está conformada por un total de 16 delegaciones del Distrito Federal, un municipio del estado de Hidalgo y 59 municipios del Estado de México. Los cuatro municipios más grandes por la cantidad de pobladores son Iztapalapa, DF; Ecatepec de Morelos, Méx.; Gustavo A. Madero, Distrito Federal y Naucalpan de Juárez, Estado México.

A nivel sector económico los Servicios tienen los mayores porcentajes de personal ocupado total (47.2%), de la producción bruta total (47.9%) y del valor agregado censal bruto (58%); el mayor número de unidades económicas lo reportó el Comercio con 53.1 %. Por estrato, las unidades económicas que ocupan a 251 y más personas tienen los mayores porcentajes en personal ocupado total con 36.8%, en la producción bruta total con 61.7% y en el valor agregado censal bruto con 62.8 %.

A nivel delegación es Miguel Hidalgo concentra el 18.7% de la producción bruta total y 18.6% del valor agregado censal bruto, y la delegación Cuauhtémoc reporta el mayor porcentaje (13%) del personal ocupado total. En el número de unidades económicas, los tres primeros lugares los ocupan: Iztapalapa con 9.1% y Cuauhtémoc con 9%, ambos del Distrito Federal y Ecatepec de Morelos, Méx. con 7.9 %. (Zonas Metropolitanas de los Estados Unidos Mexicanos, Censos Económicos 2009, INEGI)

La Zona Metropolitana del Valle de Toluca constituye la segunda mayor concentración económica y poblacional de la entidad; su expansión física se ha producido, primero en forma lineal, hacia el Valle Cuautitlán-Texcoco y posteriormente en forma radial, en torno a los demás ejes carreteros que tienen como destino Toluca. Actualmente la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, con 12 municipios, es la quinta metrópoli del país. Su concentración de fuentes de empleo y servicios, así como las relaciones de intercambio comercial, especialmente con los municipios del poniente y sur del Estado, se han traducido en la conformación de una amplia área de influencia. Toluca y Lerma pertenecen a este subsistema. (Plan Estatal de Desarrollo Urbano, Gob. Estado de México, 2008).

La importancia de las dos metrópolis y su tendencia de crecimiento presenta un patrón a incrementar sus relaciones funcionales, en aspectos económicos, sociales y culturales, debido a su cercanía, situación que se daría plenamente ante la posibilidad de su posible integración física desde el punto de vista de su crecimiento urbano aunque sería una situación poco probable por las condiciones morfológicas que las separan. Ante su eminente reforzamiento funcional y una poca probable integración física, el proyecto estaría consolidando sus relaciones al integrarlas funcional y estructuralmente, cubriendo una necesidad inminente de comunicación interregional en beneficio de sus ciudadanos que se desplacen de un sitio a otros para el desarrollo de sus diversas actividades. Esta sección se modificó ya que se repetida exactamente igual unas líneas arriba.

IV.5.2 DINÁMICA POBLACIONAL

En los últimos 20 años la población urbana dentro de los municipios Lerma; San Mateo Atenco y Zincantepec presenta una dinámica de crecimiento poblacional muy fuerte con tasas de crecimiento medio anual de 2.94%, 3.26% y 3.45%, respectivamente; las localidades urbanas del Estado de México dentro del SAR para el año 1990 registraban 1,488,034 habitantes, de los cuales el 525 se concentraba en la ciudad de Naucalpan de Juárez y el 32% en la ciudad de Toluca, para el 2010 la población referida aumentó a 1,791,420 habitantes, también la distribución de la población cambio, aumentando en la capital del estado y disminuyendo a un 44% en Naucalpan.

Cabe señalar que las localidades urbanas insertas en el SAR dentro de Ocoyoacac y Metepec, presentan promedio anual de crecimiento negativo con una tasa del -1.53% en Ocoyoacac y de -4.11 en Metepec. Las delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón para el mismo periodo presentan un incremento pasando 119,669 habitantes y 642,753 habitantes respectivamente para 1990, Cuajimalpa de Morelos es la que presenta una tasa de crecimiento media anual mayor con un 2.24%, en esta Delegación para el año 2010 la población fue de 186,391 habitantes y de 727,034 habitantes para Álvaro Obregón, si bien la población es mayor en esta última delegación, es Cuajimalpa la que ha crecido más en promedio por año.

Tabla IV.5.1 Población por quinquenio de 1990 a 2010 de los municipios y delegaciones que conforman el SAR

Municipio/Delegación	1990	1995	2000	2005	2010
Huixquilucan	86,504	109,240	127,141	148,831	153,727
Lerma	38,636	47,954	56,168	58,738	68,962
Metepec	132,247	167,310	181,780	191,070	57,154
Naucalpan de Juárez	772,483	822,358	835,053	792,226	792,211
Ocoyoacac	32,422	36,579	41,448	43,674	23,842
San Mateo Atenco	37,946	50,519	59,543	66,596	72,090
Toluca	360,299	412,765	497,194	536,753	569,214
Zincantepec	27,497	32,745	42,603	46,569	54,220
Cuajimalpa de Morelos	119,669	136,873	151,222	173,625	186,391
Álvaro Obregón	642,753	676,930	687,020	706,567	727,034
Total SAR	**2,250,456**	**2,493,273**	**2,679,172**	**2,764,649**	**2,704,845**

Fuente: Datos estadísticos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010.

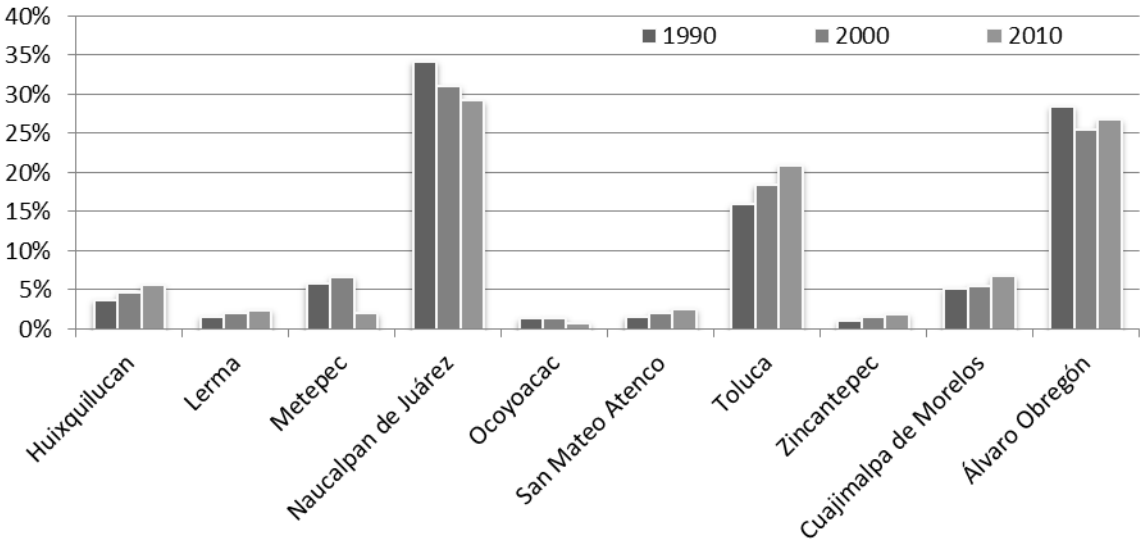


Gráfico IV.5.1 Proporción de población por quinquenio de 1990 a 2010 de los municipios y delegaciones que conforman el SAR.

Fuente: Tabla IV.1

Considerando la tendencia de crecimiento poblacional actual se hizo una proyección a corto, mediano y largo plazo para las tres escalas territoriales analizadas en este apartado.

Tabla IV.5.2 Proyecciones de población por quinquenio de 2015 a 2030 de los municipios y delegaciones que conforman el SAR

Municipio	2015	2020	2025	2030
Huixquilucan	176,145	201,833	231,267	264,994
Lerma	79,097	90,721	104,053	119,345
Metepec	45,415	36,087	28,675	22,785
Naucalpan de Juárez	797,209	802,238	807,299	812,391
Ocoyoacac	22,024	20,344	18,793	17,360
San Mateo Atenco	83,844	97,513	113,412	131,902
Toluca	635,042	708,483	790,418	881,828
Zincantepec	63,581	74,559	87,433	102,528
Cuajimalpa de Morelos	207,270	230,487	256,305	285,015
Álvaro Obregón	749,498	772,656	796,530	821,141
Total SAR	**2,859,125**	**3,034,921**	**3,234,185**	**3,459,289**

Fuente: Tabla IV.1.

Las proyecciones nos permiten señalar que el crecimiento de la población de los municipios y delegaciones relacionadas dentro del SAR continuara incrementándose, aumentando hasta en un 12% para el 2020 y hasta un 30% para el 2030, lo que sustenta el estrechamiento de las relaciones que guardan los municipios y sus zonas metropolitanas, así también las proyecciones reafirman la necesidad de crear infraestructura que facilite la movilidad entre ambas zonas que les permitan un desarrollo económico más equilibrado al presentar opciones de ventajas similares para ambas zonas metropolitanas.

IV.5.3 DESARROLLO HUMANO

Las condiciones educativas, de salud y de nivel de vida del área de estudio fueron consideradas como un indicador social que elabora el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el índice de Desarrollo Humano (IDH) considera la esperanza de vida, la tasa de alfabetización de adultos, la matrícula de la educación primaria, secundaria y superior, así como el PIB per cápita. De acuerdo al IDH, los municipios considerados en el presente estudio, excepto Metepec, han cambiado de posición respecto al total estatal, las delegaciones Cuajimalpa de Morelos y Álvaro Obregón también presentan cambios, la tabla que se presenta a continuación especifica si los cambios en el IDH son positivos o negativos y por lo tanto si el posicionamiento ha cambiado de manera positiva o negativa.

Tabla IV.5.3. Índice de Desarrollo Humano de los municipios y delegaciones que cruza el proyecto

Municipio/Delegación	2000		2005		Cambio 2000-2005	Cambio promedio anual 2000-2005
	IDH	Posición	IDH	Posición		
San Mateo Atenco	0.7885	40	0.8304	32	+ 8	1.04%
Lerma	0.7897	37	0.8211	43	- 6	0.78%
Ocoyoacac	0.7990	27	0.8230	39	- 12	0.60%
Toluca	0.8247	8	0.8627	12	- 4	0.91%
Metepec	0.8629	1	0.9067	1	----	0.99%
Cuajimalpa de Morelos	0.8426	11	0.8994	4	+ 7	1.31%
Álvaro Obregón	0.8537	7	0.8720	10	- 3	0.43%

Fuente: Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)

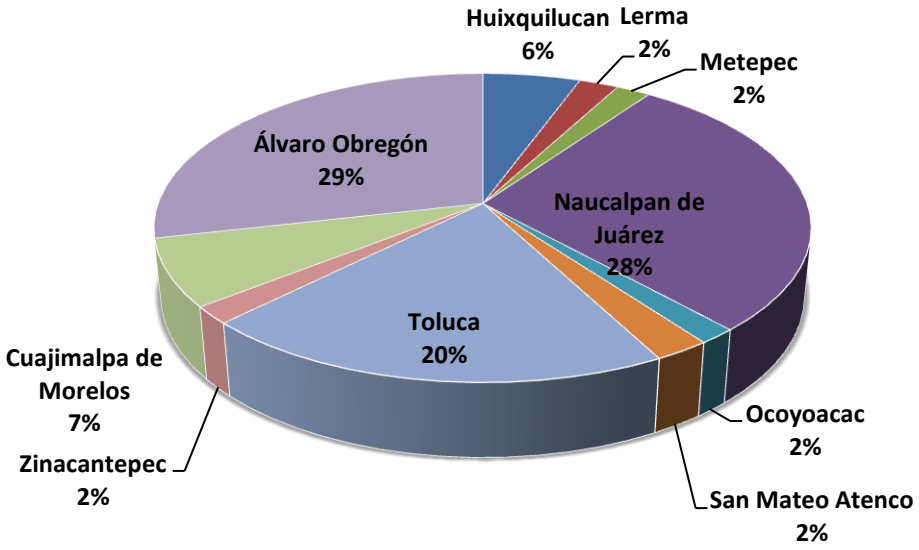
La información más reciente ubica al Estado de México entre los estados con desarrollo humano alto (IDH mayor o igual a 0.80). Su posición en la clasificación nacional ha empeorado, al pasar del lugar 17 en el año 2000 al 18 en 2005. En términos relativos, para el año 2005 el índice de

desarrollo humano (IDH) estatal fue de 0.8075, valor menor al nacional (0.8200), aunque creció más rápidamente pues mientras el indicador nacional aumentó 1.57%, el del estado lo hizo en 1.85%. En cuanto a la posición de la entidad en la escala nacional del IDH, ésta se ubicó en la posición 18, a 17 lugares del Distrito Federal (mayor nivel nacional de desarrollo humano) y a 14 de Chiapas (entidad con el menor IDH). El Distrito Federal se ubica en niveles de desarrollo humano alto (IDH mayor o igual a 0.80), su posición en la clasificación nacional se ha mantenido en el lugar 1 en los años 2000 y 2005. Para el año 2005 el índice de desarrollo humano (IDH) del Distrito Federal fue de 0.9054, valor mayor al nacional (0.8200), aunque creció más lentamente pues mientras el indicador nacional aumentó 1.57%, el del distrito lo hizo en 0.82%; en cuanto a su posición en la escala nacional del IDH, ésta se ubicó en la posición 1.

La disminución de IDH de algunos municipios del Estado de México, debe ser entendida como una pérdida de condiciones que le permitan un incremento de sus condiciones económicas, junto con las condiciones relacionadas con educación, como variables de este indicador, situación que para el proyecto se espera se presente como un oportunidad, al interrelacionar áreas para el desarrollo social y económico, peculiaridad que generalmente propician los grandes proyectos como el que nos compete.

IV.5.4 POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA

Dentro del Sistema Ambiental Regional la población económicamente activa (PEA) en las localidades urbanas dentro del Estado de México corresponde al 88% de la población total, es decir 771,112 personas de las cuales 66,696 corresponden a Huixquilucan, 27,054 al municipio de Lerma, 23,428 personas a Metepec, la PEA de Naucalpan representa el 44% de la PEA total considerada en SAR con 341,331 personas, Toluca concentra el 33% de la PEA total con 242,608 personas. Respecto al total de la PEA dentro del SAR (1198,190 personas), Álvaro Obregón, Naucalpan de Juárez y Toluca concentran el mayor número de personas con el 29%, 28% y 20% respectivamente.



Gráfica IV.5.2. Población económicamente activa, 2010.

Fuente: Censo de Población y Vivienda INEGI 2010.

Para el desarrollo del proyecto de transporte público es importante considerar las fuentes de trabajo y polos de desarrollo, se consideraron las unidades económicas de las delegaciones y municipios dentro del SAR; de acuerdo al Directorio Estadístico Nacional (DENUE) existen 50,299 unidades económicas de las cuales 50,232 son del sector terciario principalmente servicios educativos y servicios de salud y asistencia social. Los sectores primario y terciario (tengo duda de que se trate al sector terciario con un uno por ciento tal vez este dato esté equivocado ya que arriba entiendo señala lo contrario, tal vez sería factible eliminar la palabra terciario), en relación a las unidades económicas representan menos del uno por ciento del total de unidades.

IV.5.5 PERFIL TERRITORIAL

El equipamiento urbano es parte importante de la estructura urbana o de un núcleo urbano, además de servir en muchos casos como un indicador de consolidación de los mismos, por lo que se ha considerado al equipamiento existente dentro del SAR; para el análisis además de considerar los elementos de equipamiento como un indicador de consolidación se tomaron en cuenta como parte de los sitios que pueden ser generadores de viajes, además de ser clave en la expulsión o atracción de población dentro del territorio.

Fue importante contemplar los elementos que componen el equipamiento, debido al alcance estatal o regional y a la clasificación por subsistemas: Educación y cultura, Salud y asistencia, Deporte y recreación, Comercio y Abasto, Comunicaciones y transporte, y Servicios Públicos y Administración pública. Para el análisis se consideraron los equipamientos que se localizan en cada una de las delegaciones y de los municipios que cruza el trazo del proyecto.

La infraestructura vial es el elemento unificador entre regiones, zonas, localidades, barrios y colonias, en ello radica la importancia de considerar este elemento como parte del análisis en las delegaciones del Distrito Federal y los municipios del Estado de México por los que cruza el trazo del proyecto.

Estado de México

Metepec

El equipamiento educativo cuenta con 21 centros estatales, 35 federales y 4 particulares, atendiendo 9 309 alumnos en total a nivel preescolar; para atender la demanda de educación básica Metepec cuenta con 57 centros estatales, 20 federales y 67 particulares con 38 679 alumnos atendidos; para educación media básica: 42 centros estatales, 3 federales y 21 particulares, con 9 864 alumnos; para educación superior: 8 particulares con 11 625 alumnos.

El Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Metepec (PMDUM), indica que el municipio tiene uno de los índices más alto dentro del Estado, en cuanto a cobertura de educación básica, atendiendo a otros municipios en este rubro. El PMDUM prevé que las escuelas de niveles básicos estarán subutilizadas, dado que la pirámide de población tiende a revertirse a diversos ritmos en las distintas zonas del país, con mayor velocidad en las áreas urbanas. En el nivel medio superior y superior, la cobertura es menor, que en los ciclos de educación elemental y media, pero en su conjunto la proporción es mayor que en otros municipios, por lo que el municipio abastece con el servicio a localidades colindantes que tienen un déficit de servicios educativos, también refleja el porqué de su posición número uno dentro del estado en IDH anteriormente analizado.

En el municipio existen 9 centros sociales, 12 bibliotecas, una Casa de Cultura y un auditorio, con una capacidad para 370 personas. Este equipamiento es muy limitado dado, por una parte, la dinámica social del municipio, y por el otro, las necesidades educativas y de promoción de actividades culturales, que demandan la existencia de espacios con una distribución territorial que permita tanto el fácil acceso, como el desarrollo de las actividades propias de la dinámica social y cultural de una población en crecimiento y cuya demanda de servicios culturales se incrementa, particularmente en el acceso a internet. (PMDUM)

Metepec tiene 10 vialidades de importancia regional con una longitud de 45.7 km, que permite tener intercomunicación con las localidades vecinas, estas son: Avenida Baja velocidad (carril sur de Paseo Tollocan), Av. Solidaridad-Las Torres, Boulevard Toluca-Metepec-Tenango, Av.

Tecnológico, Vialidad a Zacango, Av. Salvador Días Mirón, Av. Heriberto Enríquez, Av. 5 de mayo, entrada a CODAGEM y Camino a San Gaspar. En cuanto a equipamiento de salud y asistencia social, cuenta con 28 unidades del sector público.

San Mateo Atenco

El municipio San Mateo Atenco cuenta con 46 instituciones educativas del nivel básico al nivel medio superior, registra un número total de 1,720 establecimientos comerciales. El constante crecimiento comercial que ha venido registrando el municipio es consecuencia del incremento en la actividad productora del calzado; registrándose hasta la fecha diez mercados para comercializar el zapato; además existen dos lecherías Liconsa que se localizan en el barrio de Guadalupe y en La Concepción; una tienda Conasupo en el barrio de Guadalupe y un rastro mecanizado, ubicado en el barrio de San Juan.

San Mateo Atenco se encuentra estructurado por las vialidades de: Paseo Tollocan, las avenidas Lic. Benito Juárez e Independencia, siendo estas últimas perpendiculares a dicho paseo, estas vialidades comunican al municipio con la ciudad de México y Toluca, así como con su región; éstas vialidades actualmente pavimentadas, se complementan con cinco primarias en igual estado, el municipio cuenta en total con una longitud en vialidad de 122.3 kilómetros lineales.

Ocoyoacac

De acuerdo al Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Ocoyoacac (2004) el equipamiento educativo está compuesto por 19 planteles de preescolar con 1,824 alumnos; 38 planteles de educación básica con 9,721 alumnos entendidos y 5 planteles de nivel medio superior con 1,035 alumnos atendidos. En materia de abasto, Ocoyoacac tiene un mercado municipal, 2 tianguis y un rastro municipal. Cuenta con 15 unidades de salud; 1 del ISSSTE, 7 unidades de asistencia social, 5 del SEIEM y 2 del DIF

Cruzan el territorio municipal la autopista México-Toluca; Huixquilucan-La Marquesa; La Marquesa-Chalma; La Marquesa-Ixtapan de la Sal; Toluca-Cuernavaca; Atizapán-Amomolulco; La Marquesa-Valle del Silencio-Acazulco; Ocoyoacac-Acazulco; Lerma-Cholula-Ocoyoacac y Amomolulco-Capulhuac. Hay servicio telefónico automatizado en la cabecera municipal, Cholula, Acazulco, Atlapulco, Colonia Juárez, Jajalpa y La Marquesa.

Lerma

Lerma ofrece los servicios educativos de nivel preescolar dentro de sus 43 instituciones, con un número aproximado de 120 aulas y un número total de 232 usuarios; el municipio cuenta con un total de 481 aulas en 47 planteles educativos, y una densidad de por lo menos 50 alumnos por aula, en términos generales se puede decir que existe un problema significativo por la falta de equipamiento educativo básico y sobre todo la falta de material didáctico; cuenta con 23

secundarias; de las cuales 21 son generales y 2 tele secundarias, teniendo en promedio un total de 214 aulas y 4,238 alumnos.

La educación media superior dentro de Lerma cuenta con un total de 93 aulas contempladas dentro de 5 escuelas y 1,411 alumnos, lo que significa que hacen promedio 15 alumnos por aula. Respecto a la Media Superior Técnica, el municipio cuenta con 6 instituciones distribuidas entre los CETIS y CEBETIS, estas instalaciones educativas tienen a su cargo un total de 1,729 alumnos, distribuidos dentro de 72 aulas y una matrícula de 145 profesores. El equipamiento cultural municipal está conformado por 2 bibliotecas públicas y por 2 Casas de Cultura.

El municipio de Lerma, contaba en 1993 con 1,014 establecimientos de comercio y servicios, distribuidos en todo el territorio municipal; para 1997 se manifiesta un registro de 1,499 establecimientos comerciales, entre los que destacan por su cantidad, las misceláneas, con un total de 408 locales, 98 lonjas comerciales y 87 papelerías; además se cuenta dentro del municipio con tiendas de regalos, gasolineras, hoteles, bancos, talleres mecánicos, despachos jurídicos, con lo que podemos ver un incremento de establecimientos entre 1993 y 1997 de 485. Lerma cuenta con una gran cantidad de vialidades que lo comunican, no solo con otros municipios, sino también con el Distrito Federal.

Las carreteras más importantes son: la vialidad Toluca-La Marquesa, las carreteras Zona Industrial-Lerma-El Cerrillo; la autopista Federal México-Toluca, Carretera Naucalpan-Toluca y en Xonacatlán se encuentra una desviación hacia el sur que comunica con varios pueblos de la municipalidad de Lerma.

Existe otra desviación en el Cerrillo que comunica con San Mateo Atenco y Lerma en el Km. 54 de la carretera México-Toluca. La carretera Cuernavaca-Tianguistenco-Toluca, entronca con la México-Toluca en Amomolulco, en el Km 50. La carretera Jajalpa-Ameyalco-Atarasquillo-Ixtlahuaca, comunica a los pueblos de la zona Noreste.

El municipio de Lerma cuenta con una gran cantidad de vialidades que lo comunican, no solo con otros municipios, sino también con el Distrito Federal. Las carreteras más importantes son: la vialidad Toluca-La Marquesa, las carreteras Zona Industrial-Lerma-El Cerrillo; la autopista Federal México Toluca, Carretera Naucalpan-Toluca y en Xonacatlán se encuentra una desviación hacia el Sur que comunica con varios pueblos de la municipalidad de Lerma. Existe otra desviación en el Cerrillo que comunica con San Mateo Atenco y Lerma en el Km. 54 de la carretera México-Toluca. La carretera Cuernavaca-Tianguistenco-Toluca, entronca con la México-Toluca en Amomolulco, en el Km 50. La carretera Jajalpa-Ameyalco-Atarasquillo-Ixtlahuaca, comunica a los pueblos de la zona Noreste.

Toluca

En el municipio de Toluca el equipamiento de nivel preescolar se constituye por 142 escuelas públicas y 33 particulares, con 761 y 78 aulas respectivamente, existen 21 Centros de desarrollo infantil (CENDI), de los cuales 15 son del sector público. En lo referente al rubro de primarias, existe una distribución uniforme en el municipio, ya que se cuenta con un total de 192 escuelas públicas y 40 particulares con 2,729 y 299 aulas respectivamente. El municipio de Toluca cuenta con 2 planteles (30 aulas) de Centros de capacitación para el trabajo, los cuales operan con turno vespertino; estos centros se refieren al COCATEM y CECATI, que se ubican en Toluca de Lerdo y Santa Cruz Atzcapotzaltongo, respectivamente.

En el municipio de Toluca la secundaria general presenta el mayor número de instalaciones públicas, 101 escuelas con 887 aulas; cuenta con 10 secundarias técnicas y 97 aulas. El equipamiento de nivel preparatoria se constituye por 10 escuelas de la Universidad Autónoma de Estado de México, 5 escuelas públicas y 25 particulares, en conjunto atienden a más de 20,000 estudiantes; Para el nivel superior se cuenta con las instalaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México en sus diversas licenciaturas y estudios de postgrado; así también, el nivel se complementa con escuelas y planteles privados, que por su antigüedad y prestigio académico sobresalen: la Universidad Isidro Fabela, Universidad del Valle de Toluca, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey, y el Instituto Cultural Paideia, Universidad Siglo XXI y Universidad del Valle de Toluca entre otras.

Las actividades de abasto de productos básicos se realizan a través de 8 mercados públicos. Así mismo, el sistema se complementa con tiendas de autoservicio de cobertura regional, como Wall Mart, Carrefour, Gigante, Aurrera, Sams Club, etcétera, que ofrecen productos y servicios básicos y especializados.

El equipamiento para el abasto está compuesto por un rastro municipal en la delegación de San Lorenzo Tepaltitlán, sobre la vialidad José López Portillo, el rastro cuenta con una superficie de 3.19 hectáreas aproximadamente, registra un radio de cobertura regional que satisface la demanda del municipio, y una central de abasto que se encuentra ubicada en Toluca, sobre una superficie aproximada de 53 hectáreas, presenta una cobertura regional que satisface la demanda de Toluca y municipios vecinos.

En materia de comunicaciones y transportes, Toluca cuenta con una terminal de autobuses ubicada en el sureste de la ciudad, sobre la calle Felipe Berriozabal; actualmente es uno de los principales problemas que enfrenta la ciudad, ya que al prestar cobertura metropolitana, el aforo de vehículos y personas dificulta la fluidez del tránsito para esa zona. Por lo anterior, es conveniente el traslado de este equipamiento para otros puntos alternativos de la ciudad. Cuenta con 72 cajones, registrando un déficit actual de 16 cajones. Además del Aeropuerto Internacional de Toluca "Adolfo López Mateos" que se encuentra ubicado en la delegación de San Pedro Totoltepec sobre el boulevard aeropuerto, presta servicio de vuelos comerciales,

privados y en mayor proporción de carga. Cuenta con una longitud de pista de 4,300 metros lineales, con 50 metros de sección. Se registra déficit de una pista, por lo que es necesario prever el suelo para su ampliación.

En materia de centros hospitalarios, en el municipio se encuentran instalaciones del IMSS, ISSSTE, ISSEMYM, ISEM y DIFEM. En las instalaciones del sector público como del privado que prestan servicios médicos se cuenta, en algunos de ellos, con el instrumental y equipo de alta tecnología para atender problemas especializados de salud.

Distrito Federal

Cuajimalpa de Morelos

En la delegación Cuajimalpa de Morelos se ha desarrollado equipamiento de cobertura metropolitana, cuyo radio de acción beneficia a los habitantes de las zonas habitacionales del Estado de México y de la Delegación Álvaro Obregón, tal es el caso del desarrollo de la zona o del Corporativo de Santa Fe.

Las zonas de equipamiento existente en la delegación son áreas aisladas que involucran equipamiento privado, ya sea escuelas, clubes deportivos; el área central con el edificio delegacional; oficinas y servicios públicos en la zona de Santa Fe. El equipamiento educativo también sirve a la población de la Delegación Miguel Hidalgo, así como a los habitantes del Estado de México.

En cuanto al equipamiento existente en la delegación, en su mayoría es de servicio básico y distrital, como Jardines de Niños, Escuelas Primarias, Clínicas de Primer Contacto, Cruz Roja, Correos, Mercados, entre otros. Durante el último decenio sobresale la instalación de servicios de equipamiento educativos privados, quienes han preferido esta parte de la ciudad para su relocalización, lo que a su vez ha originado desplazamiento de población flotante de otras delegaciones.

En la delegación Cuajimalpa, la estructura vial comprende tanto carreteras de integración regional como la Carretera Federal México-Toluca, la Autopista Chamapa-La Venta y la Autopista México-Toluca, así como otras vialidades primarias: Avenida José Ma. Castorena, Carlos Echanove, Avenida Pastores, Avenida Juárez, Avenida Veracruz, Avenida Arteaga y Salazar, Vasco de Quiroga, División del Norte, vialidad La Palma, Tlapexco y Paseo de Los Laureles.

La vialidad secundaria se integra por vialidades de conexión con el Estado de México como son Camino al Olivo, San José de los Cedros, Jesús del Monte, y Avenida México. La sección de estas últimas vialidades resulta insuficiente para el flujo vehicular, ocasionando congestionamientos viales, incrementado por el uso del suelo de comercio básico en todas ellas. El principal

problema es la falta de integración vial en el sentido norte-sur ocasionado por la insuficiencia de cruces de la Carretera México-Toluca, y aunado a la falta de continuidad en las vías alternas a la carretera, en especial en la parte sur de Contadero-Santa Fe-Álvaro Obregón.

Por su ubicación geográfica, Cuajimalpa de Morelos es el paso obligado de las vialidades que comunican al Distrito Federal con la Ciudad de Toluca, tal es el caso de la Carretera Federal México-Toluca, la Autopista México-Toluca y la Autopista La Venta-Chamapa-Lechería; la relación con la Ciudad de Toluca se pone de manifiesto al ser junto con Cuernavaca las generadoras de la mayor cantidad de viajes-persona en la corona de ciudades, con cerca de 10,000 pasajeros diarios. En cuanto al funcionamiento de las vialidades para este flujo, la Autopista de Cuota al igual que las demás de cuota en el área, cuenta con altos niveles de servicio, contrario a la Carretera Federal que cuenta con bajos niveles de servicio, sin embargo, en general presentan altos grados de congestionamiento vial en horas de mayor afluencia, ocasionado por altos índices de movilidad, esencialmente personas que tienen la necesidad de desplazarse para el desarrollo de sus diversas actividades cotidianas, sean estas laborales, educativas, de abasto, salud, etc.

La mayor parte de las vialidades del Centro de Cuajimalpa y de los centros de los poblados rurales son de doble circulación y tienen secciones insuficientes, lo que ocasiona que haya saturación de esas vialidades.

Álvaro Obregón

La delegación Álvaro Obregón cuenta con elementos de equipamiento local y de carácter metropolitano, su índice de especialización más alto con respecto al Distrito Federal es en Servicios Urbanos, que registra un gran número de panteones como el de Santa Fe, Guadalupe Mixcoac, Jardín, por ejemplo. Otros índices que destacan son Cultura y Educación. Asimismo en la delegación se ubican un gran número de museos y teatros, así como escuelas de nivel superior, como la Preparatoria No. 8 y la Vocacional No. 4, tecnológicos y universidades como La Universidad Anáhuac, y las instalaciones deportivas de la Universidad La Salle.

La Delegación en el rubro de salud cuenta con instalaciones de carácter privado (Hospital ABC) y social (IMSS). En este rubro se presenta un déficit del 28% y se ubica en las colonias del poniente de la Delegación como Tlapechico, La Mexicana, Santa Fe, Barrio Norte, Lomas de Becerra, Zenón Delgado, entre otras. Para abatir este déficit se requiere una superficie de 94,140 m2 de terreno. En parques y jardines se cuenta con instalaciones como el Parque de la Juventud, Parque Ecológico Las Águilas, Parque Tarango, Parque Loma de San Jerónimo, Parque Colina del Sur, entre otros.

En cuanto a los equipamientos en los Poblados Rurales, es necesario que su dotación se mantenga en los niveles básicos, ya que existen presiones para ubicar algunos equipamientos

educativos cuya población a atender es de la zona urbana, lo cual en otros casos ha provocado atracción de población externa a estas localidades.

Con respecto a la estructura vial principal de la delegación Álvaro Obregón, sus principales problemas son los siguientes: Anillo Periférico, que presenta saturación en las horas pico, ya que sobre él desembocan todas las vías oriente-poniente y no se cuenta con otra vialidad que constituya una alternativa a la circulación norte-sur, en este sentido se cuenta también con vialidades primarias como Avenida Revolución, Insurgentes Sur, Universidad, Avenida Central-Escuadrón 201, esta vialidad fue parte del proyecto del eje vial 5 poniente, el cual funcionaría como alternativa al Periférico, pero, los altos costos para la solución de problemas del recorrido, así como la problemática social que ha generado, detuvieron su realización, sin embargo, cada vez es más apremiante contar con una alternativa al poniente de la ciudad.

Por otro lado, vale la pena señalar la situación de la Carretera Federal México-Toluca, la cual se ha vuelto crítica para la comunicación de la zona poniente ya que cuenta con mínimas posibilidades de cruce, lo que impide la integración norte a sur; asimismo, las características de su geometría, aunado al tráfico vehicular la convierten en zona de riesgo.

En el sentido oriente-poniente se cuenta con las siguientes vialidades: San Antonio, Camino Real a Santa Fe, Vasco de Quiroga, Santa Lucía, Av. Constituyentes, Av. Observatorio, Av. Centenario, Calzada Las Águilas, Av. Toluca y Camino Real al Desierto de los Leones. Entre sus principales problemas destaca la falta de continuidad con secciones suficientes para el transporte y los vehículos particulares; esto se vuelve crítico al ser las únicas vías con continuidad en la zona poniente, ya que debido a la topografía de la Delegación la integración de la red es muy difícil, lo cual no ha podido solucionarse por el alto costo para introducir puentes en el cruce de los escurrimientos, afectaciones y el continuo aumento del número de vehículos automotores.

Entre los problemas antes señalados, destacan los conflictos sobre Periférico, así como las secciones viales de oriente-poniente, con sus consecuentes problemas para la población residente en las colonias aledañas.

IV.5.6 TENENCIA DE LA TIERRA

El trazo del proyecto cruza por suelo con régimen de propiedad ejidal y privada. En cuanto a la propiedad ejidal, el trazo incide en ocho ejidos, una distancia aproximada de 8.3 kilómetros, lo que representa un 16% del trazo total, siendo importante señalar que solo un kilómetro del trazo que cruza los ejidos no es propiedad de CFE y se ubica dentro de la delegación de Cuajimalpa de Morelos, el resto del suelo ejidal es incidencia del derecho de vía de CFE y se ubica en el Estado de México en los municipios de Toluca, Metepec, Ocoyoacan y Lerma.

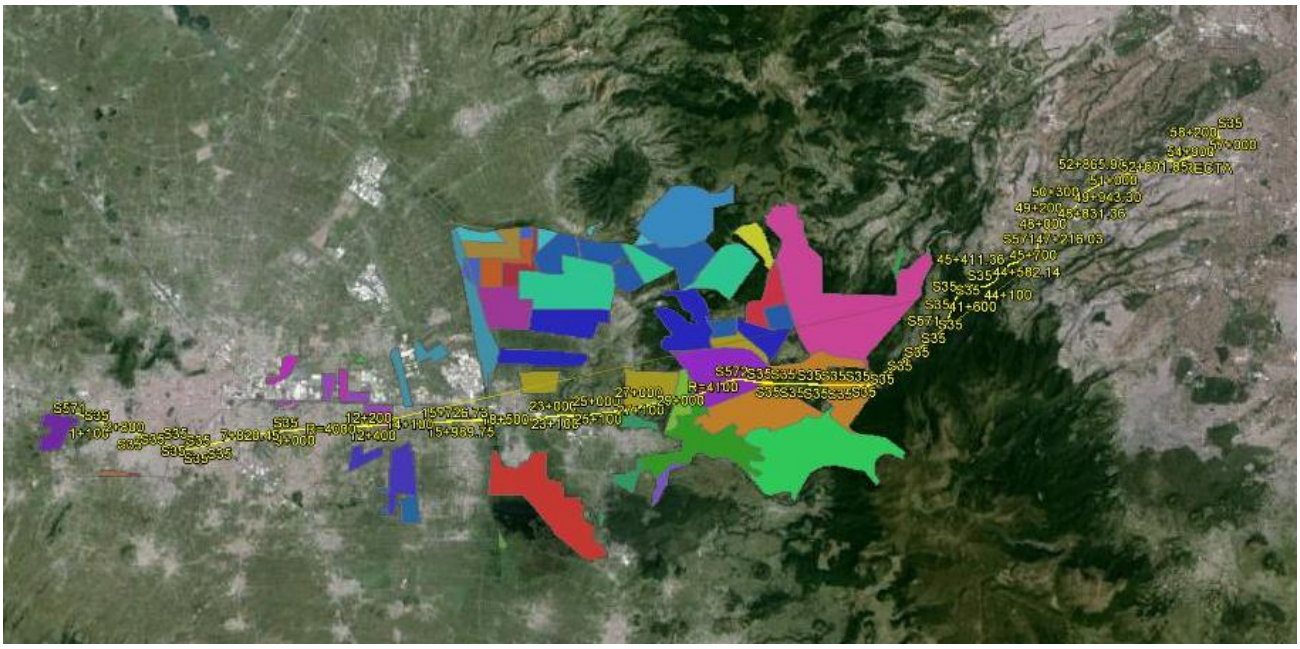


Figura IV.5.1. Ejidos dentro del SAR

IV.5.7 ACEPTACIÓN DEL PROYECTO

Debido a la naturaleza del proyecto tendrá que ser evaluado a medida que éste vaya avanzando en su construcción; por su magnitud puede llegar a tener una influencia importante que pude ir más allá del territorio señalado dentro del Sistema Ambiental Regional, ya que lo más seguro es que los diferentes gobiernos realicen actividades de reordenamiento del transporte y en menor medida incida en el desarrollo económico y urbano de las áreas por donde cruza, en ese sentido su impacto beneficioso pueden ir incrementándose. Por lo anterior se prevé que la población dentro de la zona de influencia del proyecto no presente oposición, al tomar conciencia de los beneficios que el proyecto conlleve a sus condiciones actuales; considerando que el proyecto mejorara el flujo de personas, bienes y mercancías, además de proporcionar eficiencia en el traslado a los centros productivos y de comercio y abasto, así como, acceso a servicios, bienes y equipamientos especializados.

El proyecto por sí mismo implica una mejora en la organización y prestación del servicio de transporte, que por su tecnología y diseño de su ruta tendrá un impacto significativo en la reducción de tiempos de traslado, no dice mucho sobre los beneficios y limitaciones que este proyecto puede tener en la problemática general de movilidad, accesibilidad y traslado, de estas delegaciones y municipios que incrementaran sus relaciones funcionales, que tanta falta les hace para su desarrollo y crecimiento socioeconómico en igualdad de circunstancias.

Por otro lado es necesario considerar que si bien las potencialidades del proyecto y de los beneficios que brinda en la conectividad y la reducción de tiempos de traslado, así como de las fuertes inversiones que implican, dado el contexto sociodemográfico, urbano y de transporte en el que se insertan, son rebasados por la problemática de movilidad y transportación a nivel metropolitano, una acción necesaria ante las circunstancias que presenta las actuales problemática de movilidad y acceso en las metrópolis y entre ellas, situación que se está generalizando incluso a nivel de la megalópolis de la región centro del país, por tanto, se requiere de acciones, como la que nos ocupa, es decir, alternativa de movilidad masiva a las problemáticas suscitadas en el contexto actual.

IV.6 PAISAJE

IV.6.1 CARACTERIZACIÓN DEL PAISAJE

Para desarrollar este apartado, se consideraron una serie de métodos que pueden combinarse entre sí para evaluar la calidad del paisaje y la visibilidad y los métodos directos e indirectos, mismos que se detallan en **el capítulo VIII** en este estudio.

El concepto paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de analizarlo. El paisaje es a menudo percibido como una vista amplia de escenarios o de formas naturales. Para los ecólogos, el paisaje son grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repetidos de hábitat o ecosistemas; desde este punto de vista, para que un área en particular se considere un paisaje, ésta debe contener una variedad de componentes los cuales interactúan en un tiempo y un espacio determinado cumpliendo una función ecológica.

El concepto "ecología del paisaje" incluye de manera inseparable dos aspectos: el tratamiento analítico de procesos que rigen en la naturaleza y el de la visión sintética de los mismos (Troll, 1868). El concepto, a su vez está integrado por la inclusión de las interacciones verticales y horizontales de los diversos componentes de un ecosistema. En otras palabras, la ecología del paisaje representa el marco espacial del "ecosistema", enriquecido por la insoluble participación social propia de cada espacio geográfico (Velázquez y Bocco, 2003). Bajo esta concepción resulta obvio considerar que la ecología del paisaje, como marco conceptual, puede ayudar a entender y sobre todo a ejecutar acciones propias de la "restauración" de los ecosistemas.

En sentido geomorfológico se denomina paisaje al aspecto general de una región, determinado por el conjunto de geoformas (relieve tallado o construido sobre un sustrato, resultado tanto de la erosión como de la acumulación de sedimentos sobre los relieves emergidos de las áreas continentales). La geoforma comprende todos los elementos

vinculados con la morfología de la superficie terrestre (clima, relieve, litología, geomorfología, suelos y cubierta vegetal con su fauna asociada).

El paisaje está en permanente evolución como consecuencia de procesos dinámicos naturales del medio biótico (evolución de la vegetación, colonización, sustitución, etc.) y del medio abiótico (procesos erosivos o sedimentarios, transformaciones de los cursos fluviales, procesos glaciares, etc.), así como también por procesos antrópicos: roturaciones, talas, transformación de usos de suelo, instalación de infraestructuras, aperturas de carreteras, etc.

Cada uno de los medios (biótico, abiótico y antrópico) tienen diferente peso específico en cada unidad de paisaje, estableciéndose entre ellos una serie de relaciones e interdependencias que dan unidad al conjunto y determinan su evolución. Las dinámicas evolutivas de los procesos indicados se desarrollan según escalas temporales muy diferentes. La dinámica de ciclo largo se puede asimilar a una sucesión ecológica (primaria o secundaria), mientras que las dinámicas de ciclo corto están dadas por perturbaciones localizadas, tales como:

- ✓ En el medio abiótico: desprendimientos de ladera, ciertas transformaciones en el medio fluvial, caídas de bloques, etc.
- ✓ En el medio biótico: muerte de individuos como consecuencia de desprendimientos, incendios o caída de otros individuos, cambio en poblaciones debido a plagas o enfermedades, etc.

Las dinámicas de ciclo largo en muchas ocasiones tienden a restaurar el equilibrio perdido como consecuencia de una dinámica de ciclo corto o de una intervención humana. Son, por lo tanto procesos autoorganizativos que tienden a llevar el conjunto hacia estadios más estables.

- ✓ En el medio abiótico: regularización de laderas, estabilización de cauces fluviales, o costas, etc.
- ✓ En el medio biótico: colonización vegetal, sustituciones o cambios en las especies vegetales y animales como consecuencia de un cambio climático, etc.

Las intervenciones antrópicas suelen causar modificaciones de ciclo corto: una tala, una roturación, cambios en la utilización del suelo, incendios provocados, instalación de infraestructuras de comunicación, etc. Estas modificaciones rápidas desatan procesos de adaptación y reorganización del medio natural, tanto biótico como abiótico, en la mayor parte de los casos de ciclo largo: recolonización vegetal en zonas quemadas o taladas, progresiva invasión de las infraestructuras por la vegetación y materiales depositados, estabilización de taludes, etc. Los procesos, tanto de ciclo largo como corto, de los medios abiótico, biótico y las intervenciones antrópicas, interrelacionan fuertemente entre sí.

El paisaje es, en definitiva, una entidad dinámica que evoluciona temporalmente como consecuencia de unos procesos naturales y unas intervenciones antrópicas o por el cese de

éstas. Por ello, no ha de considerarse un fenómeno estático susceptible de ser encerrado en una imagen momentánea, sino como algo en permanente evolución.

Un buen análisis del paisaje permite alcanzar objetivos deseables tales como la conservación de la integridad funcional de los ecosistemas, la permanencia de la funcionalidad ecológica (ciclos productivos y regulativos), el control de tasas de erodabilidad (edáfica, genética y ecológica), la continuidad en la aportación de bienes y servicios ecosistémicos (agua, suelo, aire). Esto se fundamenta en el hecho de comprender a la restauración como una acción espacio-dependiente. Por ejemplo, una acción puntual de restauración será inútil si no se enmarca dentro de un contexto socio-espacial en donde los actores locales y los procesos verticales (flujos de materia y energía) y horizontales (patrones de fragmentación, conectividad) son tomados en cuenta de manera conjunta. Preguntas como el mínimo espacio necesario, la ubicación de la actividad inicial, el proceso clave a restaurar, entre otras, son temas en donde la ecología del paisaje tiene mucho que aportar. Para gracia o desgracia, un estudio desde la óptica del paisaje sólo puede realizarse a través de un grupo interdisciplinario, lo cual implica compromisos, por lo que es importante señalar que en este caso se cuenta con este grupo el cual está conformado, por geógrafos, ingenieros agrónomos, ingenieros civiles, sociólogos y biólogos.

La evaluación del paisaje de proyectos ferroviarios plantea una dificultad adicional, ya que se abarcan extensas superficies y se cruza por innumerables espacios físicos, cada uno potencialmente un paisaje a evaluar con sus propias características intrínsecas y factores de cambio en diverso grado.

A continuación se describe la información del área circundante a la trayectoria del proyecto. Si bien, esto no es representativo de los usos de suelo y características bióticas y abióticas presentes en la totalidad del SAR, sirve de base para contar con una apreciación general de las características del paisaje a afectar por la construcción de la obra. La evaluación se realizó de acuerdo al recorrido realizado al área del proyecto.

Bajo este contexto, en el presente estudio se definieron un total de cuatro unidades de paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional: llanuras lacustres y eólicas, relieve volcánico, Piedemonte y sistema fluvial.

IV.6.2 CALIDAD DEL PAISAJE

Para llevar a cabo la valoración de la calidad visual intrínseca se consideraron los atributos paisajísticos (AP) de cada unidad de paisaje y la escala de calidad visual o escénica propuesta por el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USDA 1974; citado en Canter 1998). Los atributos, se modificaron para adecuarlos al tipo de proyecto y área de estudio (Tabla IV.6-1). El USDA define tres clases de variedad o de calidad escénica según los atributos biofísicos de un territorio, para este estudio en particular se tomaron en cuenta los siguientes

atributos: morfología o topografía, vegetación, fauna, hidrología y grado de urbanización, en el capítulo VIII se describirá a detalle la descripción de los atributos y la definición de clases.

Clase **A.** Calidad alta, áreas con rasgos singulares y sobresalientes

Clase **B**. Calidad media, áreas cuyos rasgos poseen variedad en la forma, color, línea y textura, pero que resultan comunes en la región a evaluar, y no excepcionales

Clase **C.** De calidad baja, áreas con muy poca variedad en forma, color, línea y textura.

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

Valores entre 5 – 7 = Clase C (calidad paisajística baja)

Valores entre 8 – 12 = Clase B (calidad paisajística media)

Valores entre 13 – 15 = Clase A (calidad paisajística alta)

Para fines del proyecto, se utilizaron como atributos de paisaje, los siguientes: (1) morfología o topografía, (2) vegetación, (3) fauna, (4) presencia de agua y (5) grado de urbanización, este último constituye un factor extrínseco pero se consideró para determinar en qué grado el factor humano afecta las características del paisaje.

La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (AP) se hizo mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que elaboró el estudio de impacto ambiental, para lo cual se consideró la información que se recabó durante los recorridos de campo. Se enfatiza que la valoración de paisaje corresponde al área circundante al proyecto.

En la siguiente tabla se presenta la valoración, para cada unidad ambiental.

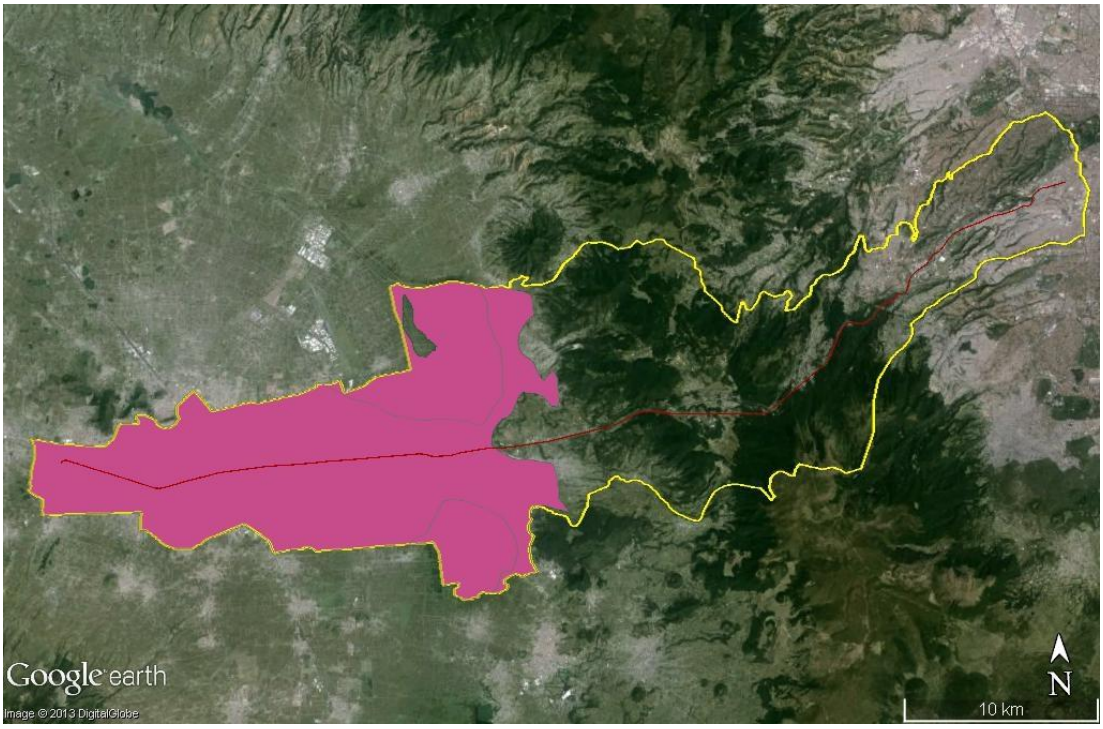
Tabla IV.6.1 Valoración de la calidad ambiental para cada unidad de paisaje

Unidad de paisaje	AP-1	AP-2	AP-3	AP-4	AP-5	Total	Clase de calidad del paisaje
Llanuras lacustres y eólica	1	1	1	1	2	6	Baja
Relieve volcánico	1	2	2	1	2	8	Media
Piedemonte	1	1	1	1	2	6	Baja
Sistema fluvial	1	1	1	1	1	5	Baja

El análisis de la información, muestra que a nivel de SAR se presentan dos grados de calidad ambiental baja y media, a continuación se describe cada una de ellas.

Calidad ambiental baja

Llanuras lacustres y eólica



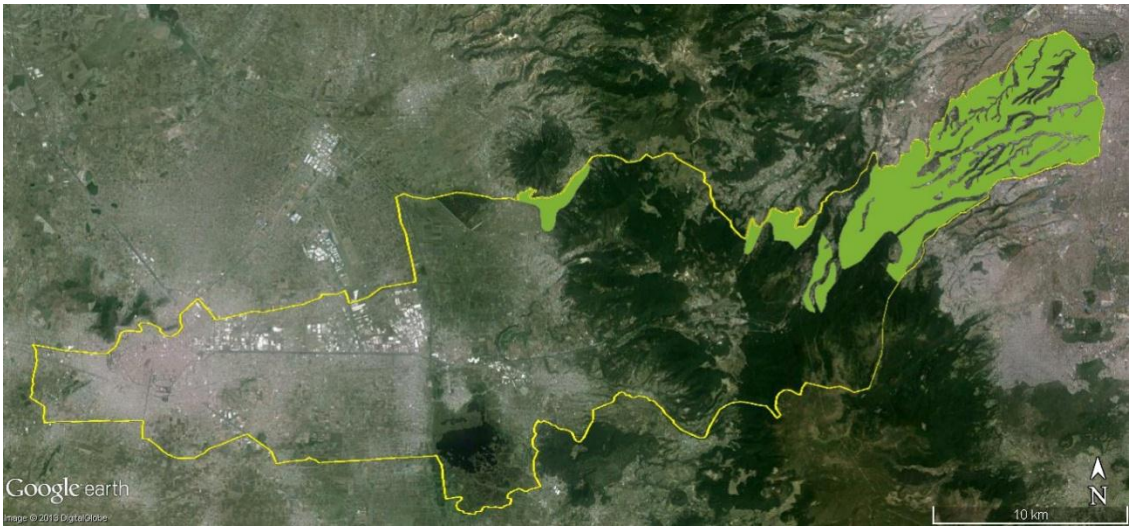






Se encuentra en la parte Este del SAR, es la superficie que mas abarca con 21 415 ha. se presenta prácticamente en la zona urbana de Toluca, la vegetación característica de estos sitios está representada por especies urbanas (eucaliptos, cipreses, casuarinas, pirules, entre otros), así mismo la fauna que se encuentra es la asociada a este tipo de vegetación (zanates, gorriones, perros, entre otros).

Piedemonte

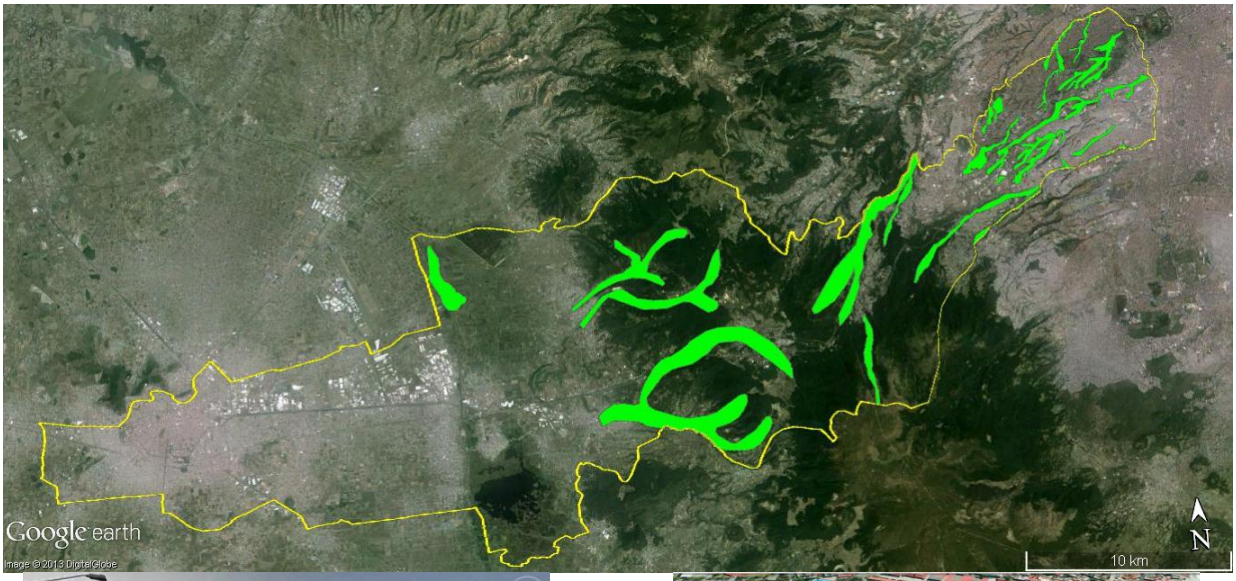






Se encuentra en la parte Oeste del SAR, cuenta con una superficie de 8 649 ha. se presenta prácticamente en la zona conurbada de Distrito Federal, la vegetación característica de estos sitios está representada por especies urbanas (eucaliptos, cipreses, casuarinas, pirules, entre otros), así mismo la fauna que se encuentra es la asociada a este tipo de vegetación (zanates, gorriones, perros, entre otros).

Sistema fluvial



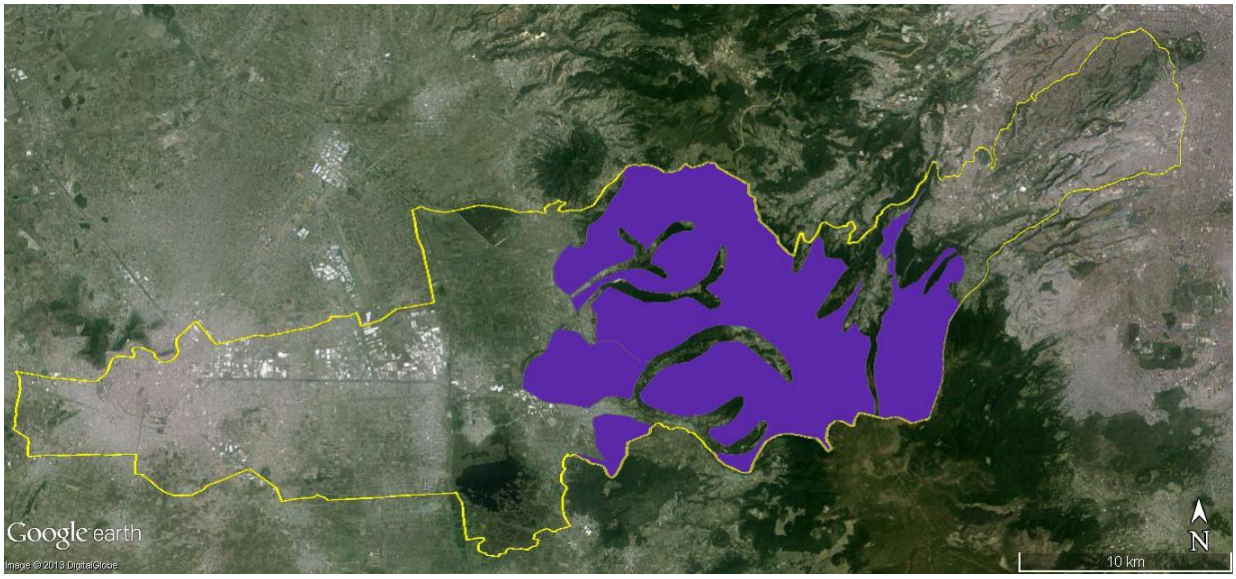


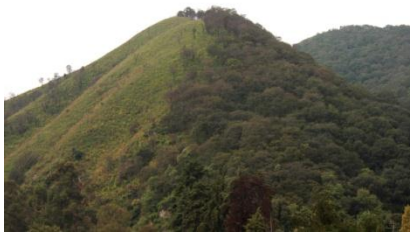


Se encuentra en la parte centro y este del SAR, cuenta con una superficie de 3 164 ha. Esta unidad esta representada por las barrancas dentro del Distrito Federal algunas de ellas aun conservan su estado "natural" con vegetación propia de ellas como son los pinos y encinos.
Otras mas ya se encuentran en un estado de deterioro debido a que son sitios que los utilizan como tiraderos, la vegetación presente en estas barrancas es introducida y sobre salen los ecualiptos y casuarinas.

Calidad ambiental media

Relieve volcánico









Esta unidad cuenta con una superfice de 16 080 ha, se encuentran inmersas las ANP´s estatales Otomí-Mexica y Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria del Río San Lorenzo. En las zonas altas se encuentra especies de pinos *P leiophylla, P. patula, P. ayacahute*. La fauna que se puede encontrar son especies tales como la Chara pecho gris (Aphelocoma ultramarina), la Lagartija escamosa espinosa (Sceloporus spinosus), el Mirlo dorso rufo (Turdus rufopalliatus), el Gorrión ceja blanca (Spizella passerina), el Clarín jilguero (Myadestes occidentalis), el Conejo (Silvilagus floridanus), la Urraca hermosa cara negra (Calocitta colliei), el Chipe rojo (Ergaticus ruber) y el Sastrecillo (Psaltriparus minimus) entre otros.

IV.6.3 FRAGILIDAD AMBIENTAL

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

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

Se consideran como clases de sensibilidad las siguientes:

Fragilidad Muy baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin complicaciones las acciones del proyecto, donde la recuperación podría ocurrir en forma natural.

Fragilidad Baja: se reconocen aquellos criterios cuyas condiciones originales toleran sin problemas las acciones del Proyecto, donde la recuperación, si bien no podría ocurrir en forma natural, puede darse con la aplicación de alguna medida relativamente sencilla.

Fragilidad Media: se agrupan aquellos criterios donde existe un equilibrio ecológico o social frágil. Por lo que su recuperación y control exige, al momento de ejecutar un proyecto, la aplicación de medidas que involucran alguna complejidad.

Fragilidad Alta: se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican significativamente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos mitigantes.

Fragilidad Muy alta: se destacan aquellos criterios donde los procesos de intervención modifican irreversiblemente sus condiciones originales y donde es necesaria la aplicación de medidas complejas de tipos compensatorias.

El análisis de cada sensibilidad, requiere la estructuración de una serie de aspectos que permitan describir el comportamiento del ambiente ante las acciones perturbadoras. Los Componentes Ambientales son las variables que caracterizan el ambiente del área de estudio (Tabla IV.6.2).

Tabla IV.6.2 Componentes Ambientales considerados para el análisis de sensibilidad ambiental

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

IV.6.3.1 Fragilidad del medio físico

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

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

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

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

Tabla IV.6.3 Factores de fragilidad física

Aspectos	Criterios	Atributos	Descripción	Valor
Fisiografía	Pendiente	Plana	0-4%	1
		Plano-ondulada	0-8%	2
		Ligeramente inclinada	8-25%	3
		Inclinada	25-75%	4
		Muy Inclinada	75% a mas	5
	Altura	Muy Bajo	0 – 10m	1
		Bajo	11 – 20 m	2
		Medio	21 – 50 m	3
		Alto	51 - 70	4
		Muy Alto	71 m a mas	5
	Amplitud del terreno	Terrazas	extensa	1
		Cimas amplias	5 a 10 m	3
		Cimas abovedadas	2 a 5 m	4
		Cimas afiladas	Menor a 2 m	5
Geotecnia	Compacidad	Densa	No se puede atravesar con DPL	1
		Media	Se atraviesa difícilmente	2
		Suelta	Se atraviesa fácilmente	4
		Muy suelta	Más de 10 cm con un golpe	5
	Capacidad portante (SUCS)	Muy bueno	GW	1
		Buena	GP, GM	2
		Media	GC, SW, SP,SM, SC	4
		Baja	ML, CL, OL,MH, CH, OH	5

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

Tabla IV.6.4 Niveles de Fragilidad Física

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

De acuerdo a lo anterior se determino la fragilidad física para este proyecto (Tabla IV.6.5) por unidad de paisaje, las cuales fueron descritas en el apartado anterior.

Tabla IV.6.5 Niveles de Fragilidad Física por Unidad de Paisaje

Unidad de paisaje	Pendiente	Altura	Amplitud del terreno	Compacidad	Capacidad portante	Índice de fragilidad	Nivel de fragilidad
Llanura lacustre y eólica	1	1	1	2	2	7	Muy baja
Relieve volcánico	4	4	3	2	2	11	Baja
Piedemonte	3	2	1	2	2	10	Muy baja
Sistema fluvial	1	2	1	2	2	8	Muy baja

La fragilidad en el Sistema Ambiental Regional se presenta en dos niveles los cuales se describen a continuación:

Fragilidad física muy baja

Llanura lacustre

Piedemonte

Sistema fluvial

Su fragilidad es baja ya que presenta zonas con pendientes suaves, con suelo de tipo feozem los cuales se caracterizan por tener una compacidad media y capacidad portante baja, por el tipo de suelo se considera una zona potencial con uso agrícola y en menor proporción forestal. En el caso de las zonas que presentan suelos de tipo luvisol son susceptibles a erosionarse.

Fragilidad física baja

Relieve volcánico

Estas zonas presentan principalmente una altitud media con topografía fuertemente disectada, presenta una compacidad suelta lo que hace que la erosión sea la mayor amenaza para estos sitios, en cuanto a su capacidad portante es baja por consiguiente son suelos muy someros sobre roca continua extremadamente gravillosos y/o pedregosos.

IV.6.3.2 Fragilidad del medio biológico

Criterios utilizados

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

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

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

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

Caducidad Es la característica de las comunidades vegetales definida por la proporción de especies que conserva o no su follaje en la época de sequia. Se clasifica como deciduas aquellas comunidades donde más del 75% de las especies pierden sus hojas en la temporada seca, las comunidades semideciduas por su parte, son aquellas donde la pérdida del follaje se presenta en un 25 a 75 % de las especies. Finalmente, las comunidades donde menos del 25 % de las especies presentan este comportamiento son denominadas siempre verdes y son consideradas de mayor estabilidad por su importancia como recurso (para el hombre y la fauna) y su baja capacidad de soportar cambios ambientales (especialmente en cuanto a la disponibilidad de agua).

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

Las variables indicadoras descritas se presentan en la Tabla IV.6.6, donde se han asignado valores de sensibilidad en cada nivel que dichas variables presentan, para el área de estudio: Alta 3 puntos, Media 2 puntos y Baja 1 punto.

Tabla IV.6.6 Variables indicadoras y escala de valores para el medio biológico

Variable indicadora	Nivel	Puntaje
Complejidad estructural	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Cobertura	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Valor como hábitat	Baja	1
	Media	2
	Alta	3
Caducidad	Deciduo	1
	Semideciduo	2
	Siempreverde	3
Fragilidad	Baja	1
	Media	2
	Alta	3

Fuente: SEPROLTCA, 2011

Los puntajes de cada variable indicadora son sumados para obtener un puntaje total en cada unidad de vegetación, el cual a su vez es comparado con la escala presentada en la Tabla IV.6.7 para determinar el puntaje y nivel de fragilidad intrínseca de las comunidades vegetales.

Tabla IV.6.7 Escala de valoración para la fragilidad del medio biológico

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

Tabla IV.6.8 Fragilidad biológica por comunidad vegetal presente en el SAR

Comunida vegetal	Complejidad estructural	Cobertura	Valor como hábitat	Caducidad	Fragilidad	Puntaje	Valor de fragilidad	Nivel de fragilidad
Bosque de pino	1	2	2	3	1	9	5	Medio
Bosque de pino-encino	1	2	2	3	1	9	5	Medio
Bosque de oyamel	1	2	2	3	1	9	5	Medio
Popal-tular	1	1	3	3	2	10	10	Alto

El análisis de la información muestra que a nivel de SAR se presentan dos grado de sensiblidad Media y Alta, a continuación se describen cada uno de los polígonos.

Fragilidad media

Bosque de pino

La vegetación está dominada por diferentes especies de pino con alturas promedio de 15 a 30 m, las especies más comunes son pino chino (*Pinus leiophylla*), pino (*P. hartwegii*), ocote blanco (*P. montezumae*), pino (*P. rudis*) y pino chino (*P. teocote*).

A nivel de proyecto

Se encuentra en un estado secundario debido a las actividades antropogenicas, se pretende afectar 2.32 ha, el *Pinus hartwegii* es la especie que mas se afectaría con 87 individuos aproximadamente.

Bosque de pino-encino

A nivel de SAR

Los bosques de pino-encino contienen de 1 a 3 especies de pinos y de 2 a 4 especies de encino, Los árboles adultos pueden alcanzar 20-40 m de altura y las epífitas sólo son muy abundantes en los rodales más densos con dosel continuo.

En general, la proporción de encinos tiende a ser mayor que la de pinos en los rodales poco perturbados, pero con frecuencia se observa lo contrario como resultado de las extracciones forestales selectivas y de la deforestación con fines agropecuarios.

A nivel de proyecto

Se presenta vegetación secundaria de encinar se afectara una superficie de .25 ha, la biodiversidad es media es un sitio con importancia media-alta en su comportamiento ecológico y resilencia, estos sitios se han visto medianamente perturbados por acciones antropicas.

Bosque de oyamel

A nivel de SAR

Es una comunidad densa de árboles de hojas angostas y cortas, que varía de 30 a 40 m de altura. Las copas de los árboles comúnmente presentan un contorno triangular y se ramifican desde niveles relativamente bajos. Usualmente con un estrato arbóreo inferior, y estratos arbustivo, herbáceo y rasante, se desarrollan en clima semifrío y húmedo, entre los 2,200 a 3,600m de altitud, en las partes altas del área del SAR. Normalmente está conformado por elementos de la misma especie, en ocasiones se observa de manera mixta, acompañados por diferentes especies de coníferas y latifoliadas.

A nivel de trazo

Se observa en estado secundario debido a las actividades antropogenicas tala principalmente, se pretende afectar .77 ha y 183 individuos aproximadamente de *Abies religiosa.*

IV.6.4 ANÁLISIS DE LOS COMPONENTES, RECURSOS O ÁREAS RELEVANTES Y/O CRÍTICAS

Derivado de los resultados de campo y los resultados obtenidos en la calidad ambiental y fragilidad se determino que la zona relevante y/o crítica en el SAR se presenta en la unidad denominada Relieve volcánico, sitio donde se ubican las ANP´s estatales Otomí-Mexica y Santuario del Agua y Forestal Subcuenca Tributaria del Río San Lorenzo y el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla. En esta unidad se presenta el macizo montañoso mas grande a nivel de SAR, sin embargo estos sitios presentan diferentes condiciones ambientales debido a las actividades antropogenicas específicamente la tala y el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola, solo en las partes altas se pueden observar los sitios mejor conservados.

En lo que se refiere a nivel de trazo este cruza por el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hicdalgo y Costilla en aproximadamente 4.5 km, es importante señalar que este Parque ha sufrido deterioro debido a las actividades turísticas que se llevan acabo como son la practica de cuatrimotos, este deterioro se incrementara por las actividades propias del proyecto (cortes, terraplen, entre otros) actividades que ocasionaran pérdida de la cubierta vegetal teniendo como consecuencia procesos erosivos, por lo que se realizaran acciones de restaruación y reforestación inmediatas dentro del D.V y en zonas que la CONANP desinge con la finalidad de garantizar que haya una recuperación ambiental de las zonas deterioradas. Las acciones a llevarse a cabo se presentaran en el capitulo VI.

IV. 7 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE DOS COMPONENTES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL CON BASE EN INDICADORES

Para visualizar el estado que guardan los componentes del SAR, y poder evaluar los cambios esperados a futuro con o sin el proyecto (Capítulo VII), se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema, mismos que fueron evaluados a lo largo de la vía férrea.

De manera inicial, se consideraron diversas variables ambientales tanto del medio abiótico como del medio biótico, para definir un índice integrado de calidad ambiental. Se seleccionaron variables que tuvieran relevancia en la zona y algún tipo de relación con la construcción de este proyecto. En la Tabla IV.7.1 se presentan los indicadores elegidos. Asimismo, como factor inductor de cambio en el nivel de la calidad ambiental de cada uno de los indicadores ambientales, se consideró la presencia antrópica en la zona; visualizada como presencia de personas (poblados, ranchos, etc.), así como también las tasas de deforestación, de cambio de uso de suelo forestal y del incremento en la erosión.

Tabla IV.7.1 Indicadores de Calidad Ambiental del Sistema considerados

	Factor	Indicador
Medio abiótico	Suelo	Sensibilidad a la Erosión
		Estructuras erosivas
		Sellamiento de superficie por infraestructura
	Hidrología	Afectación de cauces
		Presencia de zonas inundables
	Geomorfología	Cambios en el relieve original
Medio biótico	Vegetación y Uso de suelo	Tipo de vegetación que será afectada en función de su resiliencia
		Estructura vegetal
		Diversidad
		Equitatividad
		Uso del suelo
	Fauna	Riesgo de atropello
		Tipos de especies
		Diversidad
		Equitatividad
		Evidencia de atropello de fauna silvestre

IV. 7.1.1 ÍNDICES DE CALIDAD AMBIENTAL (INDICADORES)

A. Suelo

Sensibilidad a la erosión

La degradación del suelo implica la pérdida de la capacidad del sistema edáfico para desarrollar sus funciones (Poch & Martínez- Casasnovas, 2006). La vulnerabilidad del suelo es la capacidad de que una o varias de las funciones ecológicas del suelo sean mermadas (Blum, 1990). La vulnerabilidad de un suelo se relaciona con la sensibilidad que posee frente a los procesos degradativos del mismo (erosión, desertificación, salinización,...), ejerciendo un papel crucial factores tales como la vegetación y la topografía del terreno. Suelos con una baja cobertura vegetal y elevadas pendientes resultan más vulnerables.

Estructuras erosivas

Las estructuras sedimentarias producidas por erosión aparecen, mayoritariamente, en superficies de estratificación como un relieve en la base de la capa sobre la superficie erosiva; también se pueden reconocer en una sección vertical, por "truncación" de la estratificación o laminación por debajo de la superficie de erosión. Considerando tres tipos:

- ✓ **Estructuras erosivas originadas por corrientes de agua.**
- ✓ **Pequeñas marcas que se observan en la superficie de los sedimentos actuales**.
- ✓ **Grandes estructuras erosivas en sedimentos antiguos**

Sellamiento de superficie por infraestructura

Perdida de la productividad del suelo. Determinados suelos, al ser desprovistos de su cubierta natural, sufren lateralización o se hacen propensos a la rápida erosión, volviéndose esencialmente improductivos. También reducen su productividad por la eliminación del humus durante la nivelación. La pérdida del suelo por erosión tiene el mismo efecto, pudiendo además degradar los recursos hidráulicos.

Hidrología modificada. El aplanamiento, relleno, pavimentación alteran las configuraciones superficiales de aflujo y filtración. Los resultados incluyen la formación localizada de estanques e inundaciones, una mayor frecuencia o magnitud de éstas últimas aguas abajo, una baja en el nivel freático, la disminución de la recarga del agua subterránea y el aumento de flujos reducidos en los arroyos.

Afectación al microclima. El tendido del asfalto genera dos tipos de alteraciones climáticas, el primero es el cambio microclimático en el derecho de vía debidos a la distinta refractancia del asfalto respecto a la superficie original (suelo), así como modificaciones mesoclimáticas generadas por la creación de pasillos entre valles, los cambios son más drásticos cuando se divide

una zona con cubierta vegetal homogénea, ya que se crea un desequilibrio en el ecosistema deteriorándolo favoreciendo la formación de manchones aislados. El balastro absorbe mucha mayor cantidad de calor que el suelo mismo, por tanto al liberar este calor durante la tarde y noche genera un aumento en la temperatura local y su permanencia por un mayor número de horas. Los cambios microclimáticos y, en especial, los mesoclimáticos pueden ocasionar efectos secundarios sobre los ecosistemas como cambios en los regímenes de lluvia local, ocasionando problemas de inundaciones o sequías.

B. Hidrología

Afectación a cauces

Las actividades de despalme pueden provocar el movimiento de partículas sólidas (suelo y rocas), principalmente en aquellas áreas donde el grado de inclinación de la pendiente es mayor a los 5º, encausándolas hacia las corrientes de agua perennes e intermitentes. La obstrucción y azolve de estas corrientes puede verse favorecido en especial en temporada de lluvias, la cual puede llegar a ser escasa y muy irregular.

Capacidad de infiltración

La evaluación se realizó mediante factores que afectan la capacidad de infiltración como: entrada en la superficie; transmisión a través del suelo; agotamiento de la capacidad de almacenaje del suelo; características del medio permeable; características del flujo, además de la presencia de vegetación.

C. Geomorfología

Cambios en el relieve original

Se evaluará de acuerdo al grado de conservación de los horizontes que conforman el perfil de suelo (horizontes superficiales y subsuperficiales), así mismo se tomará en cuenta la perturbación existente (compactación por arado, pisoteo, etc.) y los contenidos de sodio; la estructura modifica la influencia de la textura con respecto a las relaciones de humedad y aire, disponibilidad de nutrimentos para las plantas, acción de microorganismos y desarrollo de la raíz.

D. Vegetación y Uso de Suelo

Tipo de vegetación en función de su resilencia

La Resilencia Ambiental de Ecosistemas, se refiere a la capacidad de un ecosistema de responder a procesos de tipo antrópico y así lograr por medio de un proceso homeostático recuperar sus condiciones ecológicas estructurales o funcionales. Sin embargo, en los ecosistemas terrestres de la zona, bosque de encino, bosque de encino-pino, etc., las condiciones de recuperación se han

visto alteradas a tal grado, que sólo en lugares muy alejados de las actividades antrópicas como altas serranías, barrancos o áreas fuera del impacto urbano, se han mantenido sus condiciones de estabilidad ecosistema a largo plazo. Fuera de escasas áreas conservadas, son pocos los ecosistemas que pueden recuperar su resiliencia ambiental, en caso de que no se aplicaran programas urgentes de conservación de suelo, reforestación intensiva de áreas perturbadas, reducción de emisiones contaminantes, control y regulación del crecimiento urbano industrial.

Estructura vegetal

Aunque existen muchos vegetales diferentes, las especies dominantes de un bosque son los árboles, que suelen darle nombre: pinar, pinsapar, encinar, etc.

En el interior del bosque, los vegetales compiten entre sí por conseguir nutrientes y, sobre todo, por la luz. En esta carrera para ocupar el mejor lugar bajo el sol, los árboles de gran porte son los primeros y las demás plantas viven, más o menos, a su sombra. Pero existen muchas formas de adaptación para compensar la falta de luz: las plantas trepadoras son un buen ejemplo: o la encina, cuyas hojas inferiores tienen mayor tamaño y mayor cantidad de clorofila que las superiores.

Como resultado de la competencia por los recursos, la biocenosis se distribuye espacialmente en estratos horizontes, que son los siguientes:

- **El estrato edáfico**. Incluye el subterráneo y la parte superior del suelo. Está densamente poblado por numerosos animales, por bacterias y hongos y por las raíces de las plantas. Sobre el suelo se acumulan restos vegetales y animales, que formarán el humus.
- **El estrato herbáceo.** Está formado por la parte aérea de las hierbas. Es el estrato dominante en las praderas y estepas, pero en otros ecosistemas, si las condiciones no son favorables, suele faltar, como es el caso de los pinares o de los bosques muy sombríos. Los animales característicos de este estrato son los insectos, reptiles, algunas especies de aves, los herbívoros y sus depredadores carnívoros.
- **El estrato arbustivo.** Está constituido por arbustos, que son plantas leñosas sin tronco ni copa definidos y de una altura aproximada entre 1 y 5 metros. Los animales que lo pueblan son similares a los del estrato herbáceo.
- **El estrato arbóreo.** Los árboles son especies vegetales leñosas de gran tamaño, con tronco y copa claramente diferenciados: robles, abetos, encinas, álamos, etc. Los árboles de los bosques tropicales llegan a alcanzar los 50 metros de altura, y sobre sus troncos se desarrolla un nuevo sustrato vegetal: las plantas epifitas. La fauna que ocupa este estrato es muy diversa y depende del tipo de bosque: reptiles, gran variedad de aves, mamíferos arborícolas como las ardillas, felinos y monos, y todo tipo de insectos.

Diversidad y Equitatividad

Diversidad alfa (α)

La diversidad α mide la diversidad puntual en una unidad de muestreo dada. Los índices de diversidad alfa, se pueden agrupar en tres categorías: Los índices de riqueza de especies, que miden básicamente el número de especies de una unidad muestreal, los modelos de acumulación de especies, los cuales describen la distribución de su abundancia y por último, los índices basados en la abundancia proporcional de las especies.

Las comunidades biológicas poseen una propiedad emergente, la diversidad específica, que se relaciona con la variedad dentro de esas comunidades, este atributo es la expresión de dos componentes. El primero de ellos es el número de especies presentes en la comunidad, denominado riqueza de especies. El segundo componente es la equitabilidad, que se refiere a cómo la abundancia (e.g., el número de individuos, biomasa, cobertura, etc.) se distribuye entre las especies de la comunidad.

- **H' = índice de Shannon-Wiener** que en un contexto ecológico, como índice de diversidad, mide el contenido de información por individuo en muestras obtenidas al azar provenientes de una comunidad 'extensa' de la que se conoce el número total de especies S. También puede considerarse a la diversidad como una medida de la incertidumbre para predecir a qué especie pertenecerá un individuo elegido al azar de una muestra de S especies y N individuos.

Índices de Equitabilidad

Si todas las especies en una muestra presentan la misma abundancia el índice usado para medir la de equitabilidad debería ser máximo y, por lo tanto, debería decrecer tendiendo a cero a medida que las abundancias relativas se hagan menos equitativas.

Cambio de uso suelo

En su sentido más amplio, la expresión "*uso del suelo*" abarca a todas aquellas prácticas basadas en la utilización de una determinada superficie de tierra.

Como se podrán imaginar, un terreno puede aprovecharse para actividades agrícolas, con fines de urbanización o hasta para llevar a cabo un proyecto de infraestructura, por eso resulta interesante ampliar los conocimientos al respecto y saber qué alternativas existen para hacer uso del suelo. Es que si no se tiene conciencia al respecto y se ignoran los controles o directamente no se fijan límites para modificar un terreno, comienzan a surgir consecuencias como la deforestación, la desertificación, la degradación del suelo y la erosión, entre muchas otras.

E. Fauna

Riesgo de Atropello (Evidencia de atropello fuera de DV)

El atropellamiento de fauna, es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como fragmentación, deterioro del ecosistema y cambio en los patrones de movimientos y comportamiento de la fauna, en especial porque constantemente se observan los cuerpos de animales muertos, aunque en algunos casos los animales quedan en un estado que dificulta su identificación (Arroyave *et al.* 2006). Las colisiones con la fauna afecta a un amplio número de especies, desde aves, además de que los atropellos generan notables efectos en las poblaciones de reptiles y mamíferos pequeños y medianos que intentan cruzar.

Tipos de especies

Indicadores biológicos: es una especie que aporta información sobre el estado de salud del ecosistema, son aquellas especies sensibles a las actividades humanas o aquellas que juegan un papel esencial en sus ecosistemas (Noss, 1990).

Especies indicadoras: Las especies indicadoras, según la definición de Landres et al (1988), son organismos cuyas características (p. ej. presencia, abundancia, densidad, etc.) pueden ser usadas como un criterio para evaluar atributos que son muy difíciles, caros o inconvenientes de medir para otras especies o condiciones ambientales de interés.

Especies endémicas: Las especies endémicas son aquellas cuyo ámbito de distribución natural se encuentra circunscrito únicamente al Territorio Nacional y a las zonas donde la Nación ejerce su soberanía y jurisdicción (definición según la NOM-059 SEMARNAT-2010).

Especies protegidas: Son aquellas especies que se encuentran en alguna categoría de protección por la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Diversidad-Equitatividad

Un sistema de monitoreo de la biodiversidad debe ir más allá del monitoreo de una serie de especies indicadoras. Debido a que la biodiversidad está distribuida jerárquicamente, la red de indicadores seleccionados debe seguir dicha jerarquía (Mora et al, 2003). Por lo que para determinar la calidad ambiental de los sitios que serán afectados por la construcción de la vía férrea, se tomarán en cuenta los siguientes criterios: índice de diversidad de especies (Shannon-Wiener), el cual engloba riqueza y abundancia de las especies, distribución, especies endémicas, protegidas y tipos de hábitat.

Índice de Shannon-Wiener: es la medida de diversidad más usada en estudios de comunidades, toma en cuenta dos aspectos de la diversidad, la riqueza de las especies y la uniformidad de la distribución del número de individuos de cada especie.

Índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que unos corresponde a situaciones donde todas la especies son igualmente abundantes (Maguaran, *op cit*).

IV. 7.1.2 DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL (ESCALAS Y CRITERIOS DE CALIFICACIÓN)

A continuación se describen las escalas y criterios de calificación de los indicadores de los diferentes componentes abióticos y bióticos que se integraron para dar una evaluación del estado que actualmente guarda la calidad ambiental de la zona del proyecto.

IV.7.1.2.1 Medio Físico

Suelo

En todos los proyectos de construcción, el elemento suelo, suele ser uno de los más impactados, ya que este recurso se ve afectado en su totalidad, sobre todo en la superficie que corresponde a la línea de ceros. De esta manera es importante mencionar a este elemento como un indicador. A continuación se presentan los indicadores dentro del elemento suelo que fueron sometidos a evaluación y las escalas y criterios de calificación.

Tabla IV.7.2 Indicadores del componente suelo evaluados

Valor/ Indicador	Sensibilidad a la Erosión	Estructura erosivas	Sellamiento de superfici por infraestructura
	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al despalmarlo	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	Se observa en el sitio sellamiento de la superficie por infraestructura
1	Baja sensibilidad	Ninguna	NO
2		Surcos	
3	Moderada sensibilidad	Piedevaca	
4			
5	Alta sensibilidad	cárcavas	SI

Hidrología

A continuación se presentan los indicadores dentro del elemento agua que fueron sometidos a evaluación y las escalas y criterios de calificación.

Tabla IV.7.3 Indicadores del componente hidrológico evaluados

Valor/ Indicador	Afectación a cauces	Presencia de zo inundables
	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	Hay humedales o zonas inundables
0.25		Muchos
1	No hay escurrimientos o los hay pero no serán afectad	Si algunos
2	Hay algunos escurrimientos muy poco sensibles a ser afectados	
3	Hay escurrimientos susceptibles de afectación	
4	Hay escurrimientos muy susceptibles a ser afectadc	
5	Hay muchos escurrimientos fuertemente susceptibles a ser afectados	No hay humedales

Geomorfología

A continuación se presentan los indicadores dentro del elemento geología que fueron sometidos a evaluación y las escalas y criterios de calificación.

Tabla IV.7.4 Indicadores del componente geomorfológico evaluados

Valor/ Indicador	Cambios en el relieve original
	Relieve original existente
1	Sin alteraciones al relieve
2	Existen cortes pequeños
3	Existen cortes medianos
4	Existen cortes medianos y algunos fuertes
5	Predominan fuertes cortes

IV.7.1.2.2 Medio Biótico

Vegetación y Uso de Suelo

A continuación se presentan los indicadores dentro del elemento vegetación y uso de suelo que fueron sometidos a evaluación y las escalas y criterios de calificación.

Tabla IV.7.5 Indicadores del componente vegetación y uso de suelo evaluados

Valor/ Indicador	Tipo de Vegetación	Estructura Vegetal	Diversidad α	Equitatividad	Uso de suelo
	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	La zona cuenta con	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener: $\hat{H}$.	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou $\bar{e}$.	Uso del suelo aledaño al polígono por afectar
0		nada			
1	Zona árida	Solo hierba	Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	Muy alta uniformidad $\bar{e}$=(de 0.81 a 1.0)	Tipo de vegetación silvestre poco alterada
2	Bosque caducifolio	Arbustos pequeños	Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5)	Alta uniformidad $\bar{e}$ = (de 0.76 a 0.80	Vegetación silvestre con algunos parches antropizados
3	Bosque templado	Arbustos y algunos árboles	Moderada/alta diversidad = (de 3.0. a 3.6)	Moderada/alta uniformidad $\bar{e}$ = (de 0.51 a 0.75)	Relictos de vegetación original en zona antropizada
4	Bosque tropical húmedo	Árboles y algunos arbustos	Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9)	Moderada uniformidad $\bar{e}$ =(de 0.26 a 0.50)	Zona muy antropizada con escasos relictos
5	Vegetación secundaria	Gran cantidad de árboles	Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5)	Baja uniformidad $\bar{e}$ = (de 0.00 a 0.25)	Zona totalmente antropizada

Fauna

A continuación se presentan los indicadores dentro del elemento fauna que fueron sometidos a evaluación y las escalas y criterios de calificación.

Tabla IV.7.6 Indicadores del componente fauna evaluados

Valor/ Indicador	Riesgo de Atropello	Tipos de especies	Diversidad α	Equitatividad	Evidencia de atropello
	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	El sitio por afectar alberga:	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener : Ĥ.	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Índice de Pielou ē.	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tramo cercano o aledaño)
1	Muy Alto (16 o más)	presencia de 8 o más especies protegidas	Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	Muy alta uniformidad ē=(de 0.81 a 1.0)	NO
2	alto (de 11 a 15 especies)	presencia de 5 a 7 especies protegida	Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5)	Alta uniformidad ē = (de 0.76 a 0.80	
3	moderado (6 a 10 especies)	presencia de 2 a 4 especies protegidas	Moderada/alta diversidad = (de 3.0. a 3.6)	Moderada/alta uniformidad ē = (de 0.51 a 0.75)	
4	bajo (de 3 a 5 especies)	presencia de una especie protegida	Moderada diversidad =(de 1.6 a 2.9)	Moderada uniformidad ē =(de 0.26 a 0.50)	
5	muy bajo (presencia hasta 2 especies)	Ausencia de especies protegidas (NOM-059)	Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5)	Baja uniformidad ē = (de 0.00 a 0.25)	SI

Es importante mencionar que para llevar a cabo esta evaluación la trayectoria de la vía férrea se dividio de acuerdo a su calidad ambiental obteniendose ha si 6 poligonos, de los cuales se tomo como referencia la calidad ambiental actual sin proyecto, dando como resultado lo siguiente:

IV.7.2 PROYECCIÓN DE ESCENARIO ACTUAL

En la evaluación semicuantitativa del estado que guardan los factores, se consideró una escala ordinal del 1 al 5 (tablas antes mencionadas), en la que el uno representa una condición ambiental sumamente alterada y deteriorada; y el nueve corresponde a una condición ambiental bien conservada y sin deterioro, se realizó la calificación del estado actual de cada indicador ambiental por parte de los expertos en el tema.

La matriz resultante de dicha evaluación se presenta en la Tabla IV.7.7

Tabla IV.7.7 Evaluación semicuantitativa del deterioro o conservación de los factores ambientales seleccionados como indicadores (Ver Anexo VII.1)

ZONAS POR AFECTAR / RECTIFICAR	INDICADORES ABIÓTICOS							INDICADORES BIÓTICOS									
	SUELO			HIDROLOGIA			GEOMORFOLOGIA	VEGETACIÓN y USO DEL SUELO					FAUNA				
	Las propiedades de suelo reflejan que el sitio es sensible a la erosión al despalmarlo	Se observa en el sitio la presencia de evidencias de erosión	Se observa en el sitio sellamiento de la superficie por infraestructura	Existen ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados	el proeycto cruza cauces intermitentes	Hay humedales o zonas inundables	Relieve original existente	Tipo de vegetación en el sitio ordenada con base en su capacidad natural de resiliencia	La zona cuenta con	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Indice de Shannon-Wiener : $\bar{H}$ (ver formula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Indice de Pielou $\bar{e}$. (ver formula en anexo)	Uso del suelo aledaño al poligono por afectar	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km	El sitio por afectar alberga:	Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Indice de Shannon-Wiener : $\bar{H}$ (ver formula en anexo)	Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Indice de Pielou $\bar{e}$. (ver formula en anexo)	Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tramo cercano o aledaño)
	5 si alta sensibilidad, 3 moderada sensibilidad, 1 baja sensibilidad	1 ninguna, 2 surcos, 3 piedevaca, 5 cárcavas	1 no, 5 si	1 no hay escurrimientos o los hay pero no seran afectados, 2 hay algunos escurrimientos muy poco sensibles a ser afectados, 3 hay escurrimientos susceptibles de afectación, 4 hay escurrimientos muy sucepitibles a ser afectados, 5 hay muchos escurrimientos fuertemente sucepitibles a ser afectados	1 cruza cauces y cada uno cuenta con alcantarilla, 2 cruza cauces y varios cuentan con alcantarilla, 4 cruza cauces y solo algunos tienen alcantarilla, 5 cruza cauces y no hay alcantarillas	0.25 muchos, 1 si algunos, 5 no hay humedales	1 sin alteraciones al relieve, 2 existen cortes pequeños, 3 existen cortes medianos, 4 existen cortes medianos y algunos fuertes, 5 predominan fuertes cortes	5 secundaria, 4 bosque tropical húmedo, 3 bosque templado, 2 bosque caducifolio, 1 zona árida	0 nada, 1 solo hierbas, 2 arbustos pequeños, 3 arbustos y algunos árboles, 4 árboles y algunos arbustos, 5 gran cantidad de árboles	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.5 a 2.5); 3: Moderadaalta diversidad = (de 3.0. a 3.5); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5: Baja uniformidad ê = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad ê =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderadaalta uniformidad ê = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad ê = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad ê=(de 0.81 a 1.0)	1 tipo de vegetación silvestre poco alterada, 2 vegetación silvestre con algunos parches antropizados, 3 relictos de vegetación original en zona antropizada, 4 zona muy antropizada con escasos relictos, 5 zona totalmente antropizada	muy bajo (presencia hasta 2 especies); 4 bajo (de 3 a 5 especies); 3 moderado (6 a 10 especies); 2 alto (de 11 a 15 especies); 1 Muy alto (16 o más)	5 Ausencia de especies protegidas (NOM-059), 4 presencia de una especie protegida, 3 presencia de 2 a 4 especies protegidas, 2 presencia de 5 a 7 especies protegidas y 1 presencia de 8 o más especies protegidas	5: Baja diversidad = (de 0.00 a 1.5); 4: Moderada diversidad =(de 1.5 a 2.5); 3: Moderadaalta diversidad = (de 3.0. a 3.5); 2: Alta diversidad = (de 3.6 a 4.5); 1: Muy alta diversidad = (de 4.6 a 5.0 o más)	5: Baja uniformidad ê = (de 0.00 a 0.25); 4: Moderada uniformidad ê =(de 0.26 a 0.50); 3: Moderadaalta uniformidad ê = (de 0.51 a 0.75); 2: Alta uniformidad ê = (de 0.76 a 0.80); 1: Muy alta uniformidad ê=(de 0.81 a 1.0)	1 no, 5 si
1	1	5	5	1	1	5	1	5	3	5	5	5	1	1	5	5	1
2	1	2	1	1	5	5	3	5	3	5	5	5	1	1	5	5	1
3	3	1	1	1	5	5	4	3	4	4	4	3	1	2	3	3	1
4	3	1	1	1	5	5	4	3	5	4	4	2	1	2	3	3	1
5	1	5	5	1	5	5	4	5	3	5	5	3	1	5	5	5	1
6	1	5	5	1	5	5	4	5	3	5	5	5	3	5	5	5	1

Tabla IV.7.8 Escala de Calidad Ambiental de acuerdo a los factores ambientales

ESCALA DE CALIDAD AMBIENTAL sumatoria entre:		Clase de calidad
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

Tabla IV.7.9 Resultados de la Calidad Ambiental Actual (2010-2013)
Escenario Actual

ACTUAL SIN PROYECTO		2010
POLIGONO AMBIENTAL A AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO ACTUAL SIN PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL ACTUAL (2010-2013)
1	65	Baja
2	60	Moderada
3	52	Moderada
4	52	Moderada
5	74	Muy baja
6	78	Muy baja

La calidad ambiental moderada se presentó en los polígonos 2, 3 y 4 especificamente del km 27+849.93 al km 41+000 tramo que se encuentra ubicado en la zona mas conservada a lo largo del proyecto, aunque este se encuentra dentro del D.V de la Comisón Federal de Electricidad aun se puede observa algunos relictos de oyamel, y por lo consiguiente fauna asociada a este tipo de vegetación, sin embargo en los alrededores de este tramo se practican diversas actividades turísticas que han ocasionado un deterioro en la zona, debido a esto su calidad ambiental es moderada.

La calidad ambiental baja se presento en el polígono 1, el cual corresponde al tramo que va del km -0+585.05 al km 27+849.83 el cual se encuentra inmerso en la zona conurbana de Toluca, a lo largo del proyecto es posible encontrar árboles nativos de la zona mezclado con vegetación urbana.

La calidad muu baja se presento en los polígonos 5 y 6 correspondientes al tramo 41+00 al 57+757.11, inmersos en la zona urbana del Distrito Federal, la vegetación presente a los largo de este tramo corresponde a vegetación urbana, por lo que la fauna presenta es la asociada a esta tales como los zantanes y los gorriones domesticos.

IV.7.3 IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE CAMBIO EN EL SAR

El principal proceso de cambio en el SAR del proyecto lo constituye el crecimiento poblacional que se ha venido presentado en la zona y por el ende al aumento de los asentamientos humanos, lo que en su momento propicio la apertura de zonas para aprovechamiento agrícola principalmente de riego, así como ganadero de tipo bovino, caprino y diversas aves principalmente; lo anterior debido a que estas actividades implican el desmonte de grandes extensiones de vegetación natural.

Con el desarrollo de este proyecto, si bien será un factor de desarrollo social y al mismo tiempo económico, se prevé que aumentará la demanda de servicios e infraestructura y las posibilidades de una mayor penetración antrópica hacia sitios que aún presentan una calidad ambiental aceptable a media; por lo tanto es vital que esta situación sea prevista ya que implicará que se atienda primordialmente la cobertura de dichos servicios en lugares específicos y no en sitios con vegetación natural.

Con el fin de poder evaluar el efecto antrópico sobre el sistema y sus componentes, así como su evolución al corto, mediano y largo plazos, se determinó un valor ordinal de conservación o deterioro en cada factor ambiental existente en la actualidad.

Como se mencionó anteriormente, se considera que el elemento promotor de cambios en el SAR resulta ser la presencia antrópica en el sitio y por ende los asentamientos humanos; denotada como una combinación de factores como la incidencia de población, cercana de zonas urbanas, rurales, agrícolas o pastizales inducidos, presencia de obras de equipamiento como

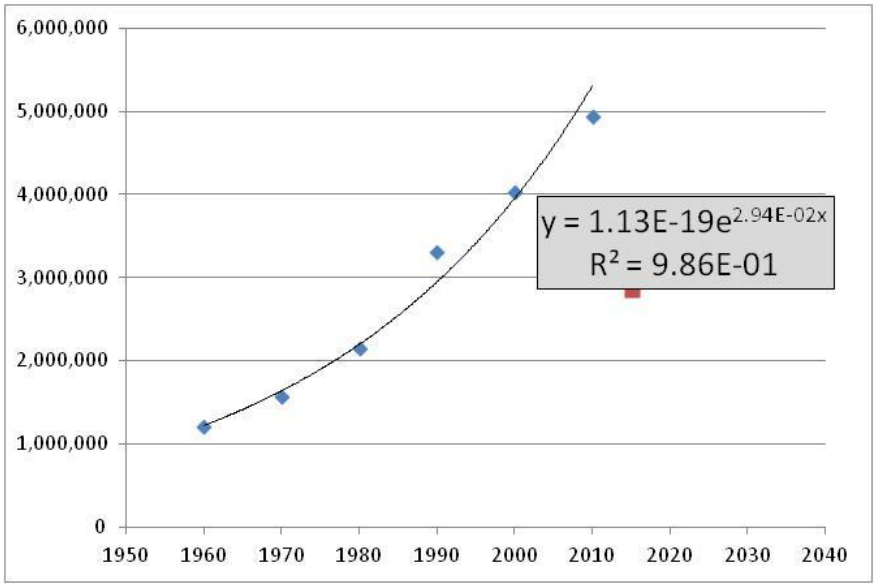
canales de riego, acueductos (incluyendo subterráneos), bordos, tanques de almacenamiento de agua entre otros. La acción humana actúa en mayor o menor medida modificando los espacios naturales para su uso, construyendo infraestructura y equipamiento urbano o bien abriendo espacios para cultivo de productos (agrícolas y potreros), así como la explotación de materiales de construcción.

En la zona del proyecto esta acción se ha dado de forma severa dado que se ha venido dando un incremento poblacional paulatino como se puede ver en la Tabla IV.7.5 y en la Gráfica IV.7.1.

Tabla IV.7.10 Datos poblacionales de los municipios incluidos en el SAR del proyecto utilizados para la proyección de escenarios

Municipio/Delegación	1990	1995	2000	2005	2010
Huixquilucan	86,504	109,240	127,141	148,831	153,727
Lerma	38,636	47,954	56,168	58,738	68,962
Metepec	132,247	167,310	181,780	191,070	57,154
Naucalpan de Juárez	772,483	822,358	835,053	792,226	792,211
Ocoyoacac	32,422	36,579	41,448	43,674	23,842
San Mateo Atenco	37,946	50,519	59,543	66,596	72,090
Toluca	360,299	412,765	497,194	536,753	569,214
Zincantepec	27,497	32,745	42,603	46,569	54,220
Cuajimalpa de Morelos	119,669	136,873	151,222	173,625	186,391
Álvaro Obregón	642,753	676,930	687,020	706,567	727,034
Total SAR	**2,250,456**	**2,493,273**	**2,679,172**	**2,764,649**	**2,704,845**

Fuente: Datos estadísticos de INEGI, Censo de Población y Vivienda 1990, 1995, 2000, 2005 y 2010.



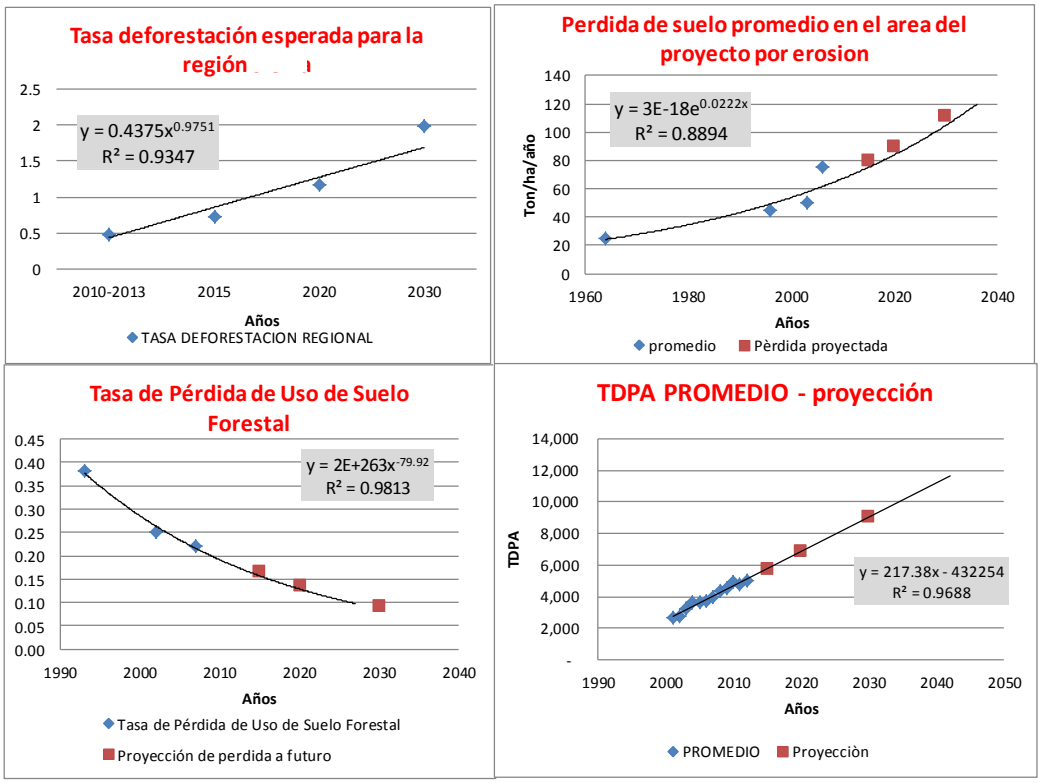
Gráfica IV.7.1 Incremento poblacional en 70 años en los municipios dentro del SAR

Con base en lo anterior, para poder proyectar el cambio en la calidad ambiental tendencial de cada factor en el corto, mediano y largo plazo, resulto necesario definir algunos parámetros de cambio como la Tasa de deforestación, tasa de cambio de uso suelo, tasa de incremento en la erosión, tasa de incremento en el TDPA los cuales reflejan el grado de actividad y obra antrópica (equipamiento e infraestructura carretera) en un sitio y su potencial incremento.

Por tales motivos, adicional a los anteriores indicadores, se consideraron indicadores de efectos y condiciones socioeconómicas en diferentes polígonos a lo largo de la trayectoria del proyecto, con los que se definió un grado de presencia antrópica actual (Tabla IV.7.10). Para ello se utilizó la información de diferentes fuentes cartográficas (INEGI) en un Sistema de Información Geográfica para calcular la superficie ocupada por los distintos tipos de suelo y equipamiento, dentro de cada uno de los polígonos que formará el proyecto ferroviario en el terreno a partir de la delimitación de su derecho de vía.

Tabla IV.7.11 Parámetros de cambio considerados para estimar la presencia antrópica representativa de cada polígono ambiental

Parámetros de cambio	Descripción
Tasa de incremento poblacional	Cambio en la población durante un período expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos existentes en un país o lugar a fines de un año sobre la población inicial en el mismo año.
Tasa de deforestación	Razón de pérdida de bosque en determinada área con respecto al total preexistente, en un periodo de tiempo.
Tasa de cambio de uso de suelo forestal	El cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y perdida de la biodiversidad de una zona determinada
Tasa de Incremento en la erosión	Tasa de cambio por la remoción del suelo por agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.
Tasa incremento TDPA	Volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado
IKA	Los índices kilométricos de abundancia o atropello (IKA) son una medida de frecuencia que se utilizará en el análisis de resultados, el cual se expresan mediante un valor numérico, obtenido de dividir el número de atropellos localizados por el de kilómetros prospectados.



Gráfica IV.7.2 Tendencia de cambio a lo largo del tiempo

Como se puede observar en la graficas anteriores la tasa de deforestación y la perdida de suelo por erosión se tienen una relación directa con el incremento de la población, lo que explica una tendencia acelerada de cambio de uso de suelo para fines antrópicos; lo cual ha relegado a los ecosistemas naturales a conservarse, casi exclusivamente, en los terrenos con mayores pendientes. Sobre todo en las últimas décadas, la pérdida de la cobertura vegetal ha alcanzado niveles sin precedentes.

Con base en los valores ordinales se evaluó de forma semicuantitativa el estado que guardan actualmente los principales factores por cada polígono ambiental a lo largo del trazo. Asimismo se evaluó el grado o nivel de presencia o perturbación antrópica (antropización) existente en cada polígono ambiental.

IV.7.4 CONSTRUCCIÓN DE ESCENARIOS FUTUROS

Como se señaló anteriormente, la presencia o acceso antrópico en el SAR del proyecto es muy importante en la determinación del escenario del Sistema para los próximos 5, 10 ó 20 años (2015, 2020 y 2030). Este cambio se encuentra muy fuertemente ligado al acceso y a la existencia de sitios con o sin influencia de personas, cultivos, zonas urbanas y vialidades existentes.

IV.7.4.1 Proyección al corto plazo (5 años: al 2015)

La proyección a corto plazo nos indica que la calidad ambiental se deteriora de moderada a baja, esto por la proliferación de asentamientos humanos irregulares y por las actividades turísticas que se desarrollan sin tener un control.

Tabla IV.7.12 Resultados de la Calidad Ambiental
Escenario a corto plazo (2015)

CORTO PLAZO SIN PROYECTO		2015
POLIGONO AMBIENTAL A AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO SIN PROYECTO (2015)
1	66	Baja
2	64	Baja
3	56	Moderada
4	55	Moderada
5	76	Muy baja
6	81	Deteriorada

El efecto de la presencia antrópica será mayor que el actual, con una mayor incursión de la gente hacia zonas un poco mejor conservadas y una considerable urbanización del área, la variación que se presenta en algunos factores en torno al promedio de calidad ambiental, cambian abruptamente y ya no existe ninguna dependencia de uno a otro por lo que la calidad ambiental moderada baja y la muy baja se transforma en deteriorada estos en los tramos urbanos tanto del estado de México como en el Dsitrito Federal.

IV.7.4.2 Proyección al mediano y largo plazo (10 años y 20 años)

En los escenarios a mediano y largo plazo (10 y 20 años) respectivamente, se presenta la misma tendencia que se observó para el escenario a corto plazo la calidad ambiental moderada y baja se mantiene y en el caso de los polígonos que se ubican en la zona urbana esta tiende a deteriorarse.

Tabla IV.7.13 Resultados de la Calidad Ambiental
Escenario a mediano plazo (2020)

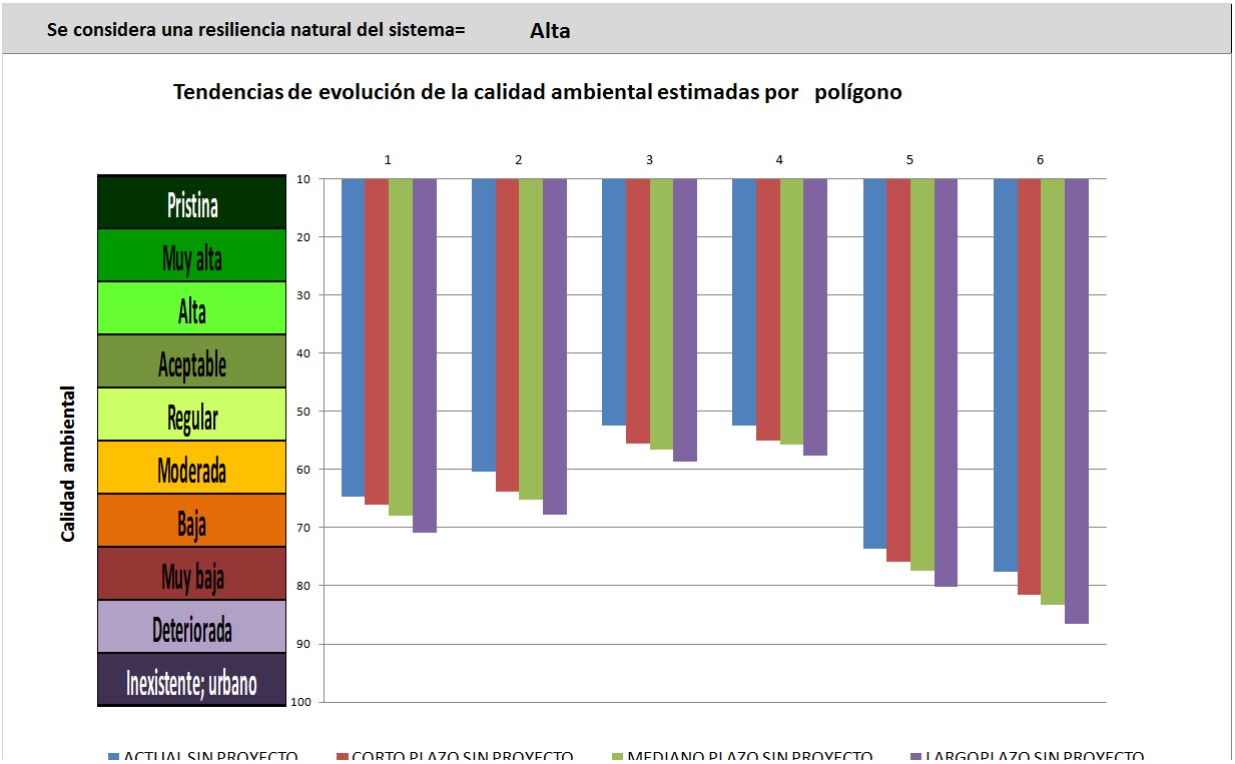
MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO		2020
POLIGONO AMBIENTAL A AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO SIN PROYECTO (2020)
1	68	Baja
2	65	Baja
3	57	Moderada
4	56	Moderada
5	77	Muy baja
6	83	Deteriorada

Tabla IV.7.14 Resultados de la Calidad Ambiental
Escenario a largo plazo (2030)

LARGOPLAZO SIN PROYECTO		2030
POLIGONO AMBIENTAL A AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO SIN PROYECTO (2030)
1	71	Muy baja
2	68	Baja
3	59	Moderada
4	58	Moderada
5	80	Deteriorada
6	86	Deteriorada

Por lo anterior en promedio la calidad ambiental a lo largo de los polígonos es de moderada a deteriorada, donde se ha considerado una resiliencia natural alta debido al tipo de vegetación que se desarrolla (pino y oyamel), el deterioro de la zona se manifiesta a largo plazo debido al avance de la mancha urbana y a la apertura sin control de nuevas actividades turísticas.

Gráfica IV.7.3 Tendencia de evolución a corto, mediano y largo plazo de la calidad ambiental por polígono.



Así mismo es importante mencionar que el Parque Nacional Isurgentes Miguel Hidalgo y Costilla, a pesar de contar con las características físicas para cumplir con las funciones de investigación, educación y recreación, presenta una serie de problemas en los aspectos de administración y del turismo. Se puede observar que la actividad turística en La Marquesa se ha llevado a cabo sin un esquema de planeación integral que involucre a todos los elementos que conforman la actividad turística del lugar (recursos naturales, humanos y económicos), debido a que ha crecido principalmente en el servicio de alimentos y bebidas, este crecimiento ha sido de manera desordenada y beneficiando sólo a una parte de la población, se ha modificado el uso del suelo y la constante creación de áreas o pistas de motos ha erosionado el suelo y provocado desequilibrios en el ciclo hidrológico que afectan al ecosistema. Para revertir esta situación el presente proyecto contempla una serie de acciones de restauración y reforestación en la poligonal del Parque para contribuir a su conservación.

CAPÍTULO V

IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES EN EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

FUNDAMENTO JURÍDICO 3

V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 4

V.1.1 ETAPAS QUE REQUIERE LA OBRA 4
V.1.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS 5
V.1.3 SITIOS IDENTIFICADOS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS 12
V.1.4 DEFINICIÓN DEL IMPACTO, CRITERIOS Y ESCALAS UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN 18

V.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 20

V.2.1 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE EL PROYECTO PROVOCARÁ 22

A. IMPACTOS ADVERSOS ESPECÍFICOS O SIGNIFICATIVOS QUE OCASIONARÁ EL PROYECTO 23

PREPARACIÓN DEL SITIO 24
DESMONTE 24
DESPALME 49
INSTALACIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 65
OBRAS INDUCIDAS 67
CONSTRUCCIÓN 68

CORTES Y TERRAPLENES 68
CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL 70
ESTACIONES, TALLERES Y COCHERAS 71
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO **73**
OPERACIÓN 73

B. IMPACTOS ADVERSOS GENERALES (QUE PODRÍAN OCURRIR EN TODA LA OBRA) **76**

PRELIMINARES **76**
LIBERACIÓN DEL DERECHO DE VÍA 76
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN **76**

C. IMPACTOS BENÉFICOS **82**

TODAS LAS ETAPAS **82**
PROCESO CONSTRUCTIVO **82**
OPERACIÓN **85**

V.3 IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES **87**

V.3.1 IMPACTOS ACUMULATIVOS **87**
V.3.2 IMPACTOS RESIDUALES **90**

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se describe en función de lo establecido en la Fracción V del Artículo 13 del REIA que dispone la obligación de incluir en la MIA-R uno de los aspectos fundamentales para el Procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que es la "Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional". En cumplimiento de lo establecido, se presenta la identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que el proyecto potencialmente ocasionará y que por sus características y efectos pueden ser relevantes o significativos.

La Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección Ambiental define al impacto ambiental como "*la modificación del ambiente causada por la acción del hombre o de la naturaleza*" (Artículo 3º). La LGEEPA establece que cualquier proyecto de desarrollo que pueda dañar el equilibrio ecológico o exceder normas de protección ambiental debe ser sometido al procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental.

Extendiendo la definición legal, un impacto ambiental se debe concebir como las modificaciones al ambiente que conllevan a un cambio neto en el nivel de vida de la población. Aunque la Ley presume que solamente las alteraciones causan impactos, la ausencia de actividad también debería incluirse porque, en ciertos casos, no ejecutar un proyecto de desarrollo tampoco contribuye al mejoramiento de la calidad de vida (Bojorquez, 1998[1]).

Las vías de comunicación han sido consideradas como obras que representan un beneficio social y económico para las regiones y mejoran la calidad de vida de los habitantes, por tanto, se constituyen en un elemento importante de desarrollo. Sin embargo, la apertura de estas, causa efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación es importante con el fin de diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen estos impactos. Entre los efectos ecológicos más significativos de estas vías de comunicación pueden citarse la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativas (Arroyave et al. 2006).

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) representa una herramienta de exploración de las posibles consecuencias de la realización de una obra específica; con el objeto de otorgarle una mayor validez de las predicciones y consecuentemente a las recomendaciones propuestas se realizó una caracterización ambiental del proyecto para el **Tren Toluca – Valle de México, entre el Estado de México y el Distrito Federal**. La EIA contó con un equipo de trabajo interdisciplinario para la ejecución de esta herramienta, asegurando de esta forma que se consideren todas las implicaciones de las acciones propuestas por el proyecto en un marco sinecológico.

[1] Bojórquez Tapia L.A., E. Ezcurra and O. García 1998. Appraisal of environmental impacts and mitigation measures through mathematical matrices.Journal of Environmental Management (1998) 53, 91–9.

V.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

Para poder identificar los impactos que se generarán por la construcción del **Tren Toluca-Valle de México** primeramente se describe cada una de las etapas de esta para posteriormente identificar los factores ambientales más susceptibles de ser afectados en estas etapas, así como los factores causales de estos impactos (actividades del proyecto). La información obtenida fue empleada posteriormente en la realización de una matriz de interacciones con el propósito de indicar las relaciones causa-efecto, en donde, en reunión experta se identificaron las principales interacciones del proyecto y su entorno ambiental (previamente descrito), incluyéndose los impactos asociados a éstas. Una vez identificados los impactos fueron valorados y descritos.

V.1.1 ETAPAS QUE REQUIERE LA OBRA

- **Preliminares**

  La construcción del **Tren Toluca-Valle de México** implica un cambio en el entorno ambiental y social del sitio, por lo que previo a su construcción, se necesita liberar el derecho de vía mediante indemnizaciones y/o pagos a los propietarios de los terrenos adquirido para construir el proyecto. Posteriormente se realizaran diversas acciones enfocadas a un mejor desempeño ambiental del proyecto en el sitio.

  El resultado de la realización oportuna de estas acciones es una mejor integración del proyecto en el entorno social-ambiental y una mayor cooperación del personal, que facilitará el cumplimiento de las medidas de mitigación y condicionantes a que quede sujeto el proyecto. De ahí que estas actividades resultan de gran importancia.

- **Preparación del sitio**

  En esta etapa se traza y nivela el eje de proyecto, previo al desmonte y despalme se realiza el rescate de la fauna local y de la vegetación, paralelamente y con base a los frentes de trabajo se realiza la construcción de obras complementarias como son los almacenes, oficinas administrativas, patios y talleres de maquinaria, bancos de préstamo de material, bancos de tiro, adecuación de accesos y señalización preventiva durante la construcción, los cuales de ser necesario se instalarán dentro del DV del Proyecto o en su caso en superficies desprovistas de vegetación en las localidades cercanas.

Construcción

Esta etapa del proyecto se caracteriza por llevarse a cabo los cortes y terraplenes necesarios para la construcción de la vía férrea para albergar las diferentes secciones que contempla el proyecto (a nivel, viaducto, túnel y túnel falso), así mismo se contempla la construcción de las estaciones, talleres y edificio de control. Al término de estas actividades se prevé el desmantelamiento de las obras complementarias.

- **Operación y mantenimiento**

  La operación del **Tren Toluca-Valle de México** implica el mayor impacto benéfico asociado a este proyecto a nivel regional, ya que aumentará la oferta de alternativas de medios de transporte de pasajeros, disminuyendo los problemas de circulación vial, menor cantidad de emisión de gases contaminantes generados por el uso de vehículos particulares, mayor seguridad, etcétera.

V.1.2 IDENTIFICACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE LAS FUENTES DE CAMBIO, PERTURBACIONES Y EFECTOS

Para desarrollar el procedimiento de la EIA es necesario indicar las actividades que pueden constituir las fuentes de impacto, con el objetivo de poder estudiar cómo afectarán estas al medio. Las actividades que se identificaron para el **Tren Toluca-Valle de México** se presentan en la siguiente Tabla V.1.

Tabla V.1 Actividades a desarrollar para el Proyecto

	Etapa del proyecto	Actividades
Tren Toluca – Valle de México, entre el Estado de México y el Distrito Federal	Preliminar	Liberación del derecho de vía
		Contratación del personal
		Adquisición de material
		Capacitación ambiental del personal
	Preparación del sitio	Trazo y nivelación
		Instalación de obras complementarias
		Obras inducidas
		Desmonte
		Despalme
	Construcción	Cortes y terraplenes
		Construcción de obras mayores (Puentes y Viaductos)
		Construcción de Estaciones, Talleres y Edificio de Control
		Construcción de Túnel
		Estructura Férrea (Vías, Equipamiento y Señalización)
		Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias
	Operación y mantenimiento	Operación
		Mantenimiento preventivo y correctivo

Por otro lado se identificaron los componentes ambientales susceptibles de ser modificados (Tabla V.2) y descritos en el capítulo IV del presente documento.

Tabla V.2 Componentes y factores ambientales del Proyecto

	Naturaleza	Factor	Componentes
Tren Toluca – Valle de México, entre el Estado de México y el Distrito Federal	Abiótico	Atmósfera (aire, ruido)	Calidad del aire
			Nivel de ruido
		Geomorfología	Unidades de paisaje (relieve)
		Suelo	Calidad del suelo (características físico-químicas)
		Hidrología	Escorrentías
	Biótico	Vegetación	Cobertura vegetal
			Hábitat y ecosistema
		Fauna	Anfibios
			Reptiles
			Aves
			Mamíferos
	Social	Socioeconómico	Desarrollo económico
			Desarrollo social

Una vez indicados los factores ambientales susceptibles de ser modificados y las acciones generadoras de cambio, se elaboró una tabla de interacciones y un diagrama de red de interacciones entre ellos. Estos métodos conectan una acción con un factor ambiental, lo que permite representar de forma visual las interacciones y de esta forma identificar puntos de impacto para su descripción posterior. Además el análisis a partir de diagramas permite determinar los efectos indirectos y facilita la comunicación a la opinión pública. Para el presente estudio se construyo una matriz donde se muestran las actividades específicas para este proyecto, la interacción se marcó con una "X". Tablas V.3.

Tabla V.3 Tabla de interacciones específicas que aplican durante las diferentes etapas del Tren Toluca-Valle de México, entre el Estado de México y el Distrito Federal

Factor	Componente	Etapas / Actividades Específicas														
		Preparación del sitio			Construcción										Operación	
		Trazo y nivelación	Instalación de obras complementarias	Obras Inducidas	Desmonte	Despalme	Cortes y terraplenes	Construcción de obras mayores (Puentes y Viaductos)	Construcción de Estaciones, Talleres y Edificio de Control	Construcción de Túnel	Estructura Férrea (Vías, Equipamiento, Señalización)	Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias	Operación	Mantenimiento preventivo y correctivo
Atmósfera	Aire calidad del aire)	X		X	X	X	X	X						
	Nivel de ruido	X		X	X	X	X	X						
Goemorfología	Unidades de paisaje						X			X				
Suelo	Calidad del suelo (características físico-químicas)				X	X	X							
Hidrología	Escorrentías						X	X						
Vegetación	Cobertura vegetal				X	X			X					
	Hábitat y ecosistema				X	X			X					
Fauna	Anfibios		X		X	X	X							
	Reptiles		X		X	X	X							
	Aves		X		X									
	Mamíferos		X		X	X	X							
Socio-económicos	Desarrollo económico													X
	Desarrollo social	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Existen diversos métodos para la evaluación de impactos ambientales, la matriz de interacciones anterior tuvo como principal función relacionar cada una de las acciones del proyecto con los componentes afectados con la finalidad de identificar los impactos ambientales que pueda causar el proyecto, en los términos marcados por la LGEEPA; sin embargo hace falta realizar una valoración cuantitativa y cualitativa de los impactos identificados para determinar la significancia de los mismos.

Relacionado a lo anterior se procedió a realizar un análisis grupal con los especialistas que participaron en la elaboración del presente documento (Capítulo II y Capítulo IV), con la finalidad de definir los impactos más relevantes que implica la construcción y operación del **Tren Toluca-Valle de México**. Esta técnica se conoce como reunión de decisión experta.

Se utilizó el programa Mind Manager para generación de diagramas de decisión a partir de los resultados de dichas reuniones expertas. Se seleccionaron factores ambientales y las acciones del proyecto a ser evaluadas de manera semi-cuantitativa por considerarse como las que podrían ocasionar impactos ambientales de importancia. Se utilizó una matriz de ponderación de impactos ambientales en la que se evaluó el índice de impacto propuesto por Bojórquez et. al. 1998, como técnica de evaluación de impactos.

La matriz se diseñó a partir del diagrama de interacciones entre los factores ambientales y las actividades del proyecto que se generó con el Programa Mind Manager durante las diversas reuniones expertas (ver Figura V.1), así como el programa de obra del proyecto, con el objeto de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán por cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del SAR.

De los componentes ambientales, aquellos en los que se identificó mayor afectación se estima que podrían ser: suelo, fauna y vegetación. Cabe señalar que aunque el propósito del diagrama anterior fue el de identificar los posibles impactos de forma organizada y secuencial, también permite señalar los componentes ambientales hacia los cuales se orientarán las medidas de mitigación que serán propuestas posteriormente, Tabla V.4.

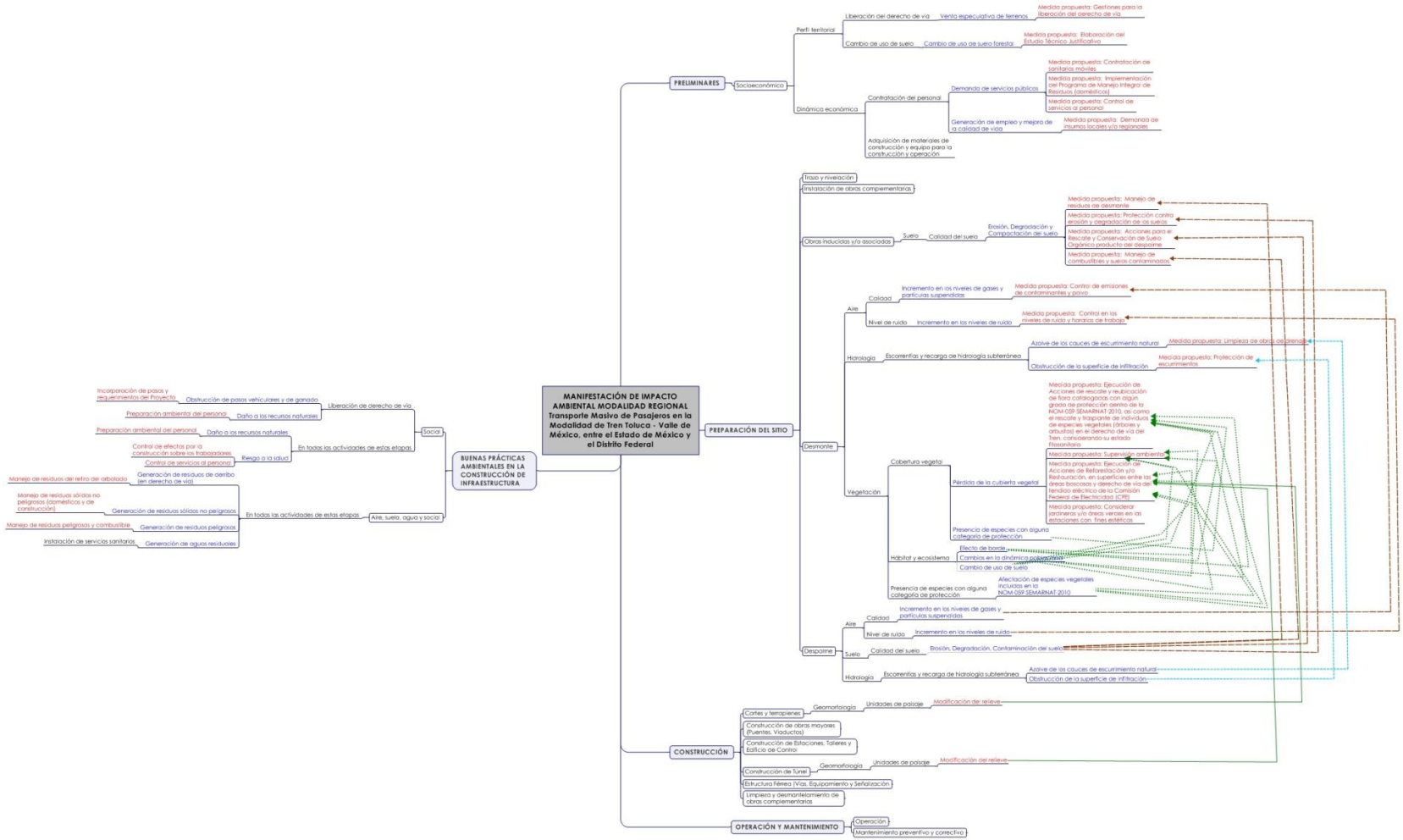


Figura V.1 Esquema Diagramático de Causas-Efectos de Actividades del Proyecto y posibles Impactos Ambientales (para mayor detalle ver Anexo V.1)

Tabla V.4 Posibles Impactos ambientales

Factor	Componente impactado	Impactos negativos
Atmósfera (Aire, Ruido)	Visibilidad (Partículas suspendidas)	Contaminación atmosférica por gases y polvos. Las actividades de desmonte, despalme o cortes generan partículas suspendidas y/o polvos, producto de la remoción de la vegetación y del horizonte orgánico del suelo.
	Nivel de Ruido	Se generara un incremento en los niveles de ruido por diversas actividades, maquinaria y personal.
Suelo	Calidad del suelo	Erosión y contaminación por generación de residuos líquidos y sólidos, perdida de la infiltración.
Geomorfología	Unidades Geomorfológicas	Alteración de geoformas. Conformar el terraplén (nivelación del terreno) y los cortes, generarán una modificación en el relieve.
Hidrología	Escorrentías	Contaminación del agua por derrame de residuos líquidos y sólidos.
Vegetación	Cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal
	Hábitat y ecosistema	Incremento en el efecto de borde
		Cambios en la estructura y composición de la vegetación
		Cambios en la dinámica vegetal
Fauna	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	Pérdida de hábitat y afectación a refugios, nidos o madrigueras
		Mortandad de individuos por atropello
		Efecto barrera y afectación a las rutas de desplazamiento
		Efecto de borde y dispersión de especies por generación de ruido y caza y tráfico de especies
Socioeconómico	Desarrollo económico	Afectación de la vialidad y transporte
	Desarrollo social	Alteración de los patrones conductuales de población vecina
		Movilización de la población por aceptación
		Seguridad de los usuarios
		Impactos positivos
Socioeconómico	Desarrollo económico	Generación de empleo temporal y permanente
		Incremento de infraestructura y servicios en la región
		Mejora en la conectividad urbana y local
	Desarrollo social	Beneficio a la economía local
		Disminución de contaminantes atmosféricos derivados del uso de vehículos particulares, taxis y autobuses

V.1.3 SITIOS IDENTIFICADOS PARA EVALUAR LOS IMPACTOS

Con la finalidad de realizar un análisis completo del alcance que podrían tener los impactos, se establecieron polígonos dentro de un área buffer de 500 metros hacia cada lado del eje del Proyecto; las cuales engloban características similares en cuanto a unidades de paisaje y tipos de vegetación. Dichos polígonos se delinearon tomando en cuenta también los muestreos en campo, los cuales permitieron identificarlos y clasificarlos en 6 Polígonos. A continuación se hace una breve descripción de estos sitios (Ver detalle en anexo cartográfico).

Polígono 1: El tramo inicia del km PK -0+623.28 hasta el 27+849.83, sobre el Derecho de Vía de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), específicamente en Av. de las Torres; la vegetación que se encuentra es la mezcla de vegetación nativa mezclada con vegetación urbana ocasionalmente podada como parte de las actividades de mantenimiento de la franja de DV. La zona está rodeada de la mancha urbana que conforman diversas localidades conurbadas de la ciudad de Toluca, lo que le da una calidad ambiental muy baja a este polígono.

Las secciones del proyecto que se consideran en este tramo son a nivel y sobre viaducto.

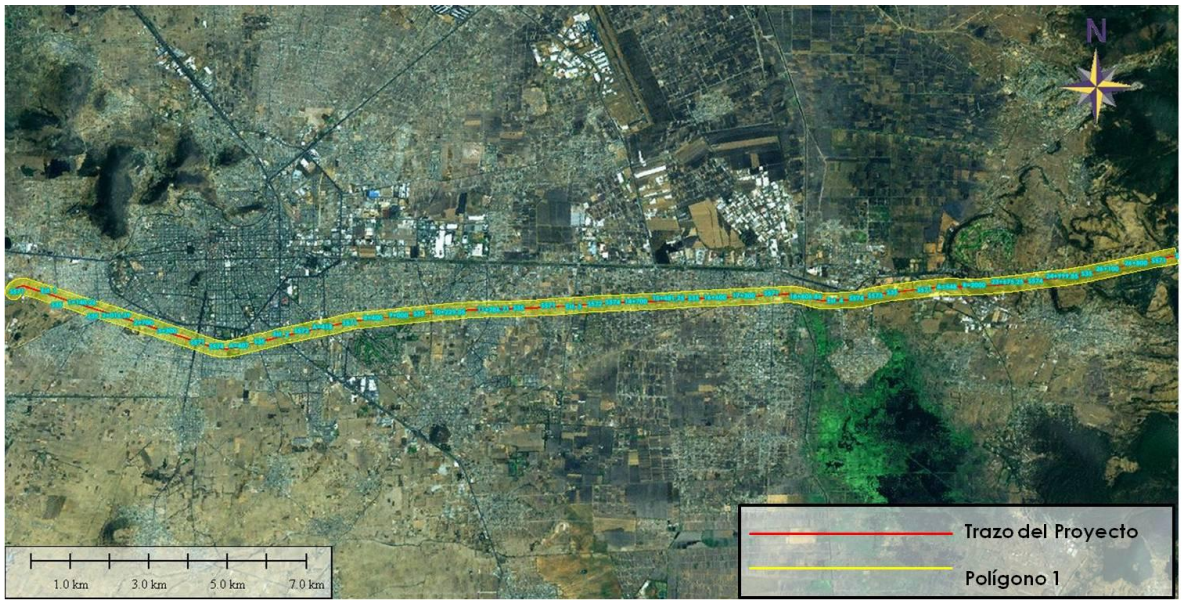


Figura V.2 Polígono 1 del trazo proyectado para la construcción del Tren Toluca-Valle de México (Fuente: Google Earth 2013).

Polígono 2: Empieza en el kilómetro 27+849 y termina en el 31+616, es un tramo que se encuentra dentro de un valle montañoso que servía de captación y salida de las aguas pluviales provenientes de la parte alta de la Sierra de las Cruces. El trazo se proyecta por el derecho de vía de la autopista México-Toluca y el derecho de vía de líneas eléctricas de la CFE. Se presentan 3 Tipos de usos de suelo y vegetación, los cuales son: Zona Urbana, Vegetación Secundaria de Abies y Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos. La sección que se pretende construir es en viaducto, por lo que la ocupación del terreno por el proyecto será baja.

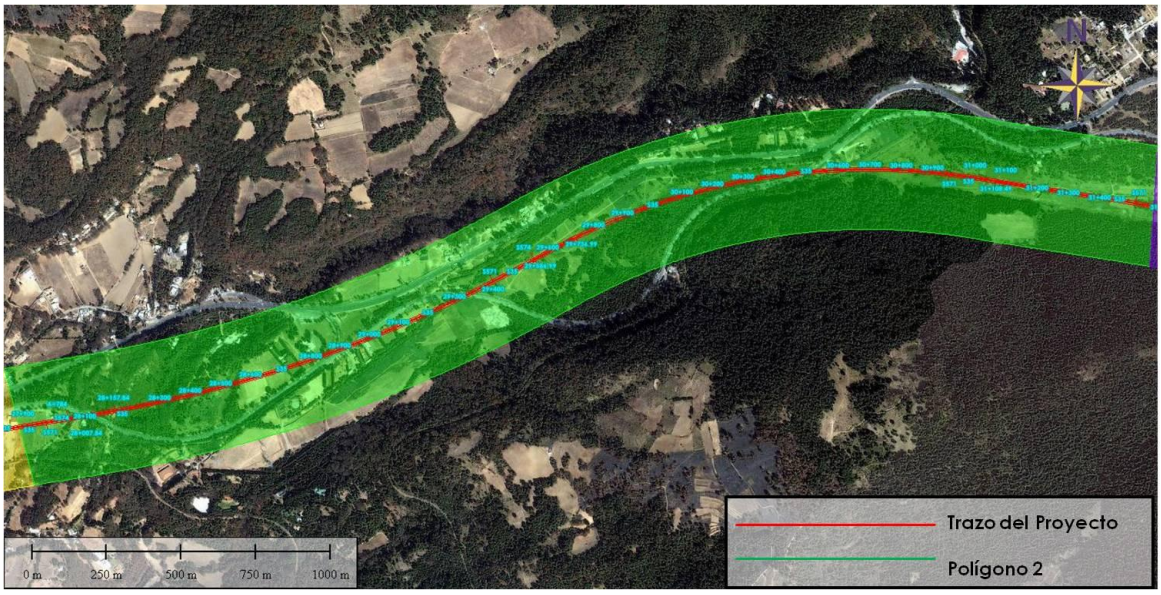


Figura V.3 Superficie correspondiente al Polígono 2 del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México. (Fuente: Google Earth 2013)

Polígono 3: Empieza en el kilómetro 31+616 terminando en el 35+602. El ferrocarril va dentro del Derecho de vía de la CFE en este polígono y en este sitio se presenta una calidad edáfica media, debido a que el terreno ha sufrido una severa deforestación y los suelos se han visto afectados en cuanto a su estructura por las diversas actividades turísticas y recreativas que se llevan a cabo en el sitio. En cuanto al uso de suelo y vegetación que se encuentra en este polígono es el pastizal inducido con algunos manchones de oyamel, rodeado por pequeños poblados y asentamientos humanos. La sección del proyecto que se pretende construir en este sitio corresponde a un tramo en viaducto y otro a nivel.

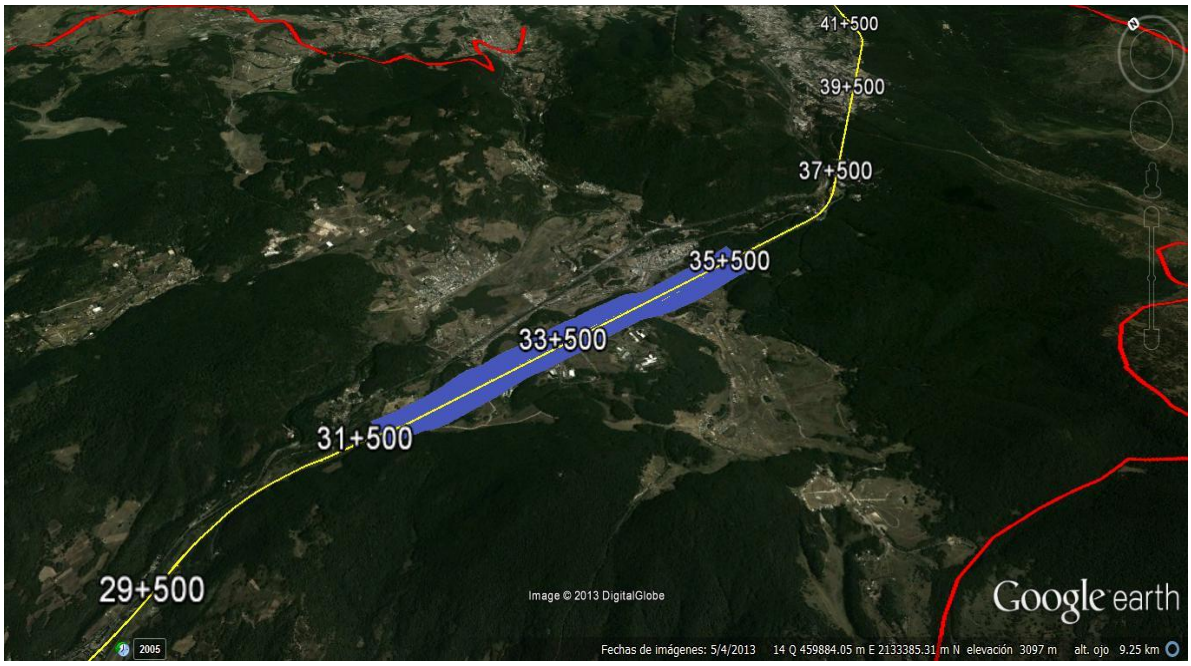


Figura V.4. Polígono 3 del trazo proyectado para la construcción del Tren Toluca-Valle de México (Fuente: Google Earth 2013)

Polígono 4: Este polígono considera la misma longitud de donde se proyecta la construcción de un túnel. Se encuentra sobre una ladera modelada del relieve volcánico que conserva una calidad ambiental alta. En esta zona la calidad edáfica es visible y se manifiesta en su alta fertilidad y por la cobertura orgánica que estos suelos poseen. La vegetación que más superficie representa dentro de este polígono es el pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, seguida de una zona urbana. En virtud de que el proyecto en este polígono se construirá al interior de un túnel, se espera solo afectar las superficies de entrada y salida de los portales; sitios que es importante mencionar, actualmente carecen de vegetación arbórea, por lo que el daño ambiental en este sitio será mínimo.

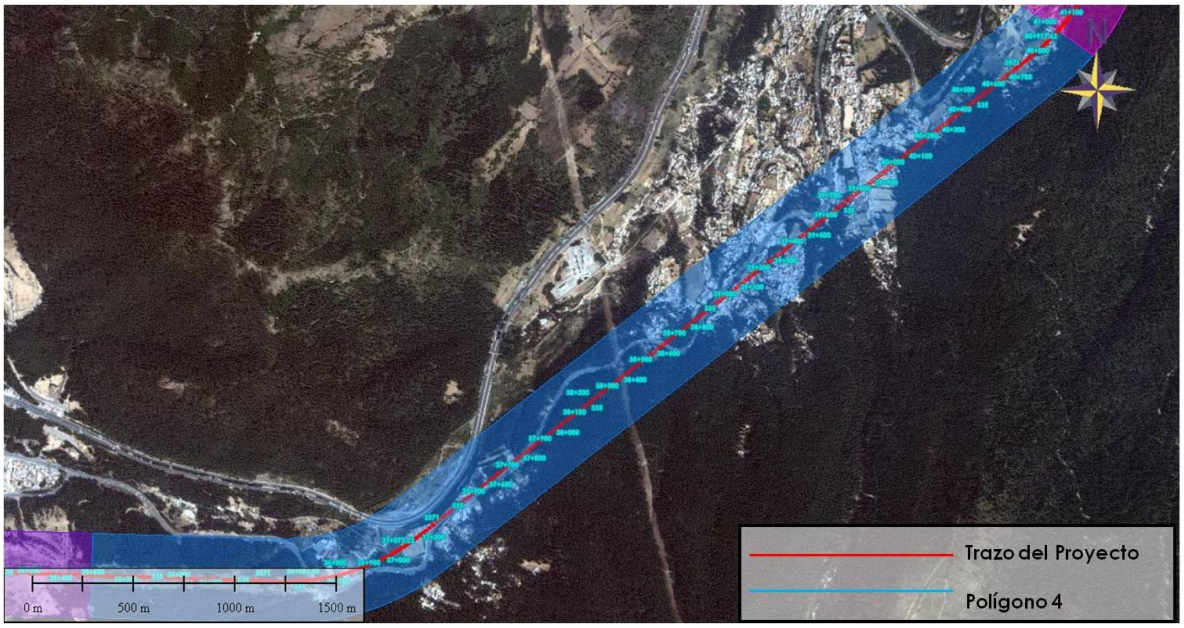


Figura V.5. Polígono 4 del trazo proyectado para la construcción del Tren Toluca-Valle de México (Fuente: Google Earth 2013)

Polígono 5: Este tramo se encuentra en una zona de Piedemonte, recorre del km 41+000 al km 46+043. El proyecto se ubicará sobre una rampa acumulativa con procesos erosivos y acumulativos en sus diferentes secciones; recorriendo dentro del derecho de vía de la autopista México-Toluca. En cuanto al uso de suelo y vegetación, en este polígono se encuentra un ecotono de abies con bosque de pino-encino y secciones de zona urbana. La sección que se pretende construir del proyecto en este tramo es en viaducto.



Figura V.6. Polígono 5 del trazo proyectado para la construcción del Tren Toluca-Valle de México (Fuente: Google Earth 2013)

Polígono 6: A partir de este tramo km 46+043 al km 57+757, el trazo sale del relieve volcánico y se adentra de lleno a la zona urbana, misma que yace sobre el piedemonte en su mayoría y en menor medida en el sistema fluvial antropizado que corresponde a las barrancas en el Distrito Federal. En esta zona la calidad ambiental es baja ya que el hábitat natural ha sido modificado por completo. El uso de suelo y vegetación presente en este tramo es suelo urbano y vegetación urbana, por lo que la calidad ambiental es baja. Las secciones que se pretende construir del proyecto en este tramo es en viaducto y un túnel falso.

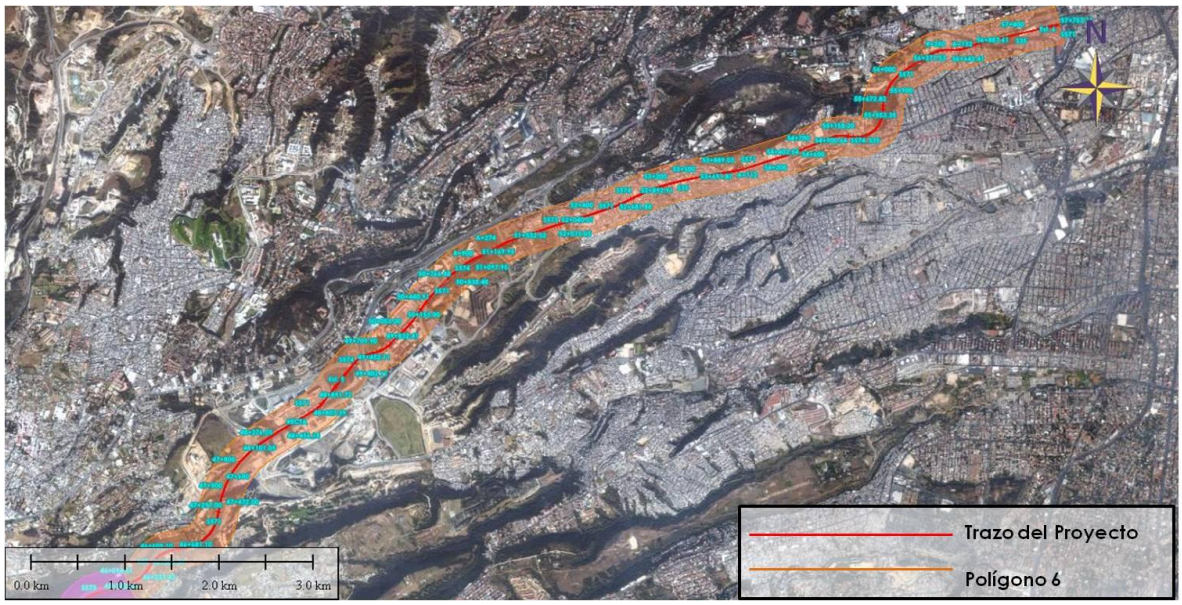


Figura V.7. Polígono 6 del trazo proyectado para la construcción del Tren Toluca-Valle de México (Fuente: Google Earth 2013).

V.1.4 DEFINICIÓN DEL IMPACTO, CRITERIOS Y ESCALAS UTILIZADAS PARA LA EVALUACIÓN

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su **CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción VII, VIII, XV y X** se consideran las siguientes definiciones:

> ***VII. 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;*
>
> ***VIII. 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;*
>
> ***IX. Impacto ambiental significativo o relevante****: Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales;*
>
> ***X. Impacto ambiental residual:*** *El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.*

Además de las definiciones anteriores se tomaron en cuenta una serie de criterios y la naturaleza del impacto, de esta forma se agruparon en impactos adversos generales, adversos específicos e impactos positivos, en función de las afectaciones provocadas por el proyecto en las diferentes etapas y actividades.

Criterios establecidos para la evaluación de impactos

Las Matrices de interacción son ampliamente utilizadas en las evaluaciones de impacto ambiental (EIA). Sin embargo, esta técnica contiene un enfoque ilustrativo, ya que su poder analítico se considera insuficiente para el manejo eficaz en la toma de decisiones complejas. Se puede argumentar que el mal uso de las matrices de interacción tiene en algunos casos fallas, desvirtuando deliberadamente la aprobación de los proyectos. Por lo tanto, una alternativa para mejorar la Evaluación de Impacto Ambiental en el corto plazo es mejorar el método de la matriz, de modo que se utilice una evaluación más rigurosa de los impactos a través de matrices matemáticas, por tales motivos la metodología de Bojorquez Tapia, 1998 (Evaluación de los impactos ambientales y medidas de mitigación a través de matrices de matemáticas), se presenta como una oportunidad de determinar la importancia de los impactos a través de matrices de enlace mínimo, interpretativa modelos estructurales y ecuaciones exponenciales y lineales. Este método permite a los usuarios ver todas las posibles vías de interacciones causa-efecto y considerarlos impactos primarios y secundarios identificados en una matriz. En consecuencia, el enfoque aumenta la eficacia y el rigor de las matrices en el manejo de datos complejos y la predicción de los impactos ambientales de una manera estricta y trazable.

De acuerdo al esquema de Bojorquez et al. (1998) los impactos se dividen en **básicos** y **complementarios.** Los criterios básicos son: 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E), 3) duración (D). Los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A), 3) controversia (C).

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, es decir, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente; por lo que se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos. Definición de los criterios:

1. **Naturaleza del impacto**: benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).
2. **Magnitud (M):** Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto.
3. **Extensión espacial (E):** Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignará la máxima calificación posible.

4. **Duración (extensión temporal) (D):** Tiempo en que el componente ambiental mostrará los efectos de la actividad. Se asignará el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y los demás valores tomando como criterio la vida útil de las obras del proyecto.
5. **Sinergismo (S):** Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de los efectos individuales de cada una de ellas.
6. **Efecto acumulativo (A):** Cuando como consecuencia de una actividad, el efecto sobre el componente ambiental se incrementa con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. **Controversia (C)**: Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal manera que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

Escalas utilizadas

Los dos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con cero para denotar efectos mínimos sobre el ambiente, y 9 para denotar efectos máximos sobre el mismo. Los criterios y resultados de calificación de cada impacto se presentan de forma desglosada en el Capítulo VIII del presente documento y los valores de 0 a 9 fueron asignados considerando en la medida de lo posible estimaciones cuantitativas obtenidas a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios, mismos que fueron integrados en el mismo capítulo.

V.2 EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

A continuación se presenta la calificación de los impactos que se identificaron. Cabe señalar que dicha matriz se calificó sin considerar ningún tipo de medida de control, prevención, mitigación o compensación que pudiese ser aplicada o implementada durante el proyecto; por lo que representa el peor de los casos en términos de lo ambiental. Ver tabla V.5.

En Anexo V.2 se presenta la matriz en mayor detalle para su consulta detallada.

Tabla V.5 Matriz de calificación de impactos ambientales SIN aplicar medidas de prevención y/o mitigación (Anexo V.1).

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACION		AIRE		SUELO			GEOMORFOLOGIA		HIDROLOGIA	VEGETACION				FAUNA						
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA RECTIFICACIÓN DE CURVAS DENTRO DEL TRAMO TRINITARIA-PASO HONDO Y RAMAL PASO HONDO - FRONTERA GUATEMALA, EN EL ESTADO DE CHIAPAS"		Incremento en los niveles de gases y particulas suspendidas contaminantes	Incremento en los niveles de ruido	perdida del recurso edafico	Pérdida de superficie de infiltración y erosion	contaminación del suelo	Modificación del relieve por cortes de terreno.	Degradación del paisaje	Afectación de escurrimientos naturales y pérdida de superficie de infiltración	Pérdida de la cobertura vegetal	Incremento en el efecto de borde	Cambios en la estructura y composición floristica	cambios en la dinámica poblacional	Pérdida o transformación del habitat	efecto barrera	Interrumpción de corredores biológicos	Efecto de borde	Atropello de fauna silvestre	Contaminación auditiva	Caza y tráfico de especies
Sitio	Actividad																			
Sitio 1	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.863	-0.463	-0.303						-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.693	-0.693	-0.693	-0.693	-0.749	-0.914	
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.758	-0.463	-0.303						-0.186	-0.206	-0.206	-0.186	-0.693	-0.693	-0.693	-0.693	-0.749	-0.914	
	3 Trazo y nivelación	-0.667	-0.622		-0.570															
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)																			
	6 corte y terraplenes	-0.812	-0.667			-0.629														
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)	-0.713	-0.667		-0.570	-0.609			-0.570											
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control				-0.570					-0.206	-0.206	-0.206	-0.206							
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																-0.946	-0.874	-0.956	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 2	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.765	-0.551	-0.551						-0.491	-0.455	-0.455	-0.491	-1.000	-0.970	-0.970	-0.970	-0.985	-0.985	-0.914
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.780	-0.551	-0.551						-0.453	-0.455	-0.455	-0.453	-1.000	-0.970	-0.970	-0.970	-0.985	-0.985	-0.914
	3 Trazo y nivelación	-0.733	-0.606	-0.551	-0.767															
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.798	-0.654				-0.753		-0.645					-1.000	-0.914	-0.970		-0.985	-1.000	
	6 corte y terraplenes	-0.715	-0.654		-0.767	-0.771			-0.645											
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias														-0.970	-0.970	-0.970	-0.970	-1.000	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 3	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.772	-0.556	-0.386						-0.455	-0.380	-0.380	-0.506	-0.693	-0.693	-0.693	-0.693	-0.749	-0.874	
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.762	-0.556	-0.386						-0.455	-0.380	-0.380	-0.506	-0.693	-0.693	-0.693	-0.693	-0.749	-0.874	
	3 Trazo y nivelación	-0.753	-0.637	-0.551	-0.767															
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.763	-0.680		-0.767		-0.753		-0.645					-1.000	-0.914	-0.914				
	6 corte y terraplenes	-0.706	-0.680			-0.771			-0.645										-0.970	
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																-0.946	-0.874	-0.956	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 4	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)									-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-1.000	-0.970	-0.970	-0.970	-0.985	-0.985	-0.914
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)									-0.635	-0.635	-0.635	-0.635	-1.000	-0.970	-0.970	-0.970	-0.985	-0.985	-0.914
	3 Trazo y nivelación		-0.622																	
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.809	-0.667	-0.635			-0.889		-0.645					-1.000	-0.914	-0.970		-0.985	-1.000	
	6 corte y terraplenes																			
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control	-0.809	-0.667	-0.643						-0.453	-0.331	-0.331	-0.453	-1.000				-1.000	-1.000	
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias														-0.970	-0.970	-0.970	-0.970	-1.000	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 5	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.813	-0.623	-0.677						-0.635	-0.530	-0.530	-0.635	-1.000	-0.970	-0.970	-0.970	-0.985	-0.985	-0.914
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.812	-0.623	-0.677						-0.635	-0.530	-0.530	-0.635	-1.000	-0.970	-0.970	-0.970	-0.985	-0.985	-0.914
	3 Trazo y nivelación	-0.757	-0.623		-0.834															
	4 obras inducidas		-0.511																	
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.780	-0.579				-0.889		-0.645									-0.985	-0.985	
	6 corte y terraplenes	-0.780	-0.579		-0.834	-0.881			-0.645											
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias														-0.970	-0.970	-0.970	-0.970	-1.000	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 6	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.813	-0.503	-0.258						-0.206	-0.206	-0.206	-0.206	-0.693	-0.693	-0.693	-0.693	-0.749	-0.874	
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.818	-0.503	-0.258						-0.186	-0.206	-0.206	-0.186	-0.693	-0.693	-0.693	-0.693	-0.749	-0.874	
	3 Trazo y nivelación	-0.729	-0.503		-0.570															
	4 obras inducidas		-0.581																	
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.684					-0.609													
	6 corte y terraplenes	-0.763	-0.680		-0.570	-0.609			-0.570											
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)				-0.570															
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																-0.946	-0.874	-0.874	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			

V.2.1 DESCRIPCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS QUE EL PROYECTO PROVOCARÁ

Como ya se mencionó anteriormente, la identificación inicial de los impactos ambientales se realizó utilizando un esquema diagramático de causa-efecto y una matriz de interacciones (ver tabla V.5). En este apartado se presenta la descripción de cada uno de los impactos ambientales analizados derivados de las diferentes acciones del proyecto; empezando con una breve explicación de la actividad evaluada, seguida de la descripción del impacto. Los impactos que el proyecto ocasionara se describe en función de la siguiente estructura.

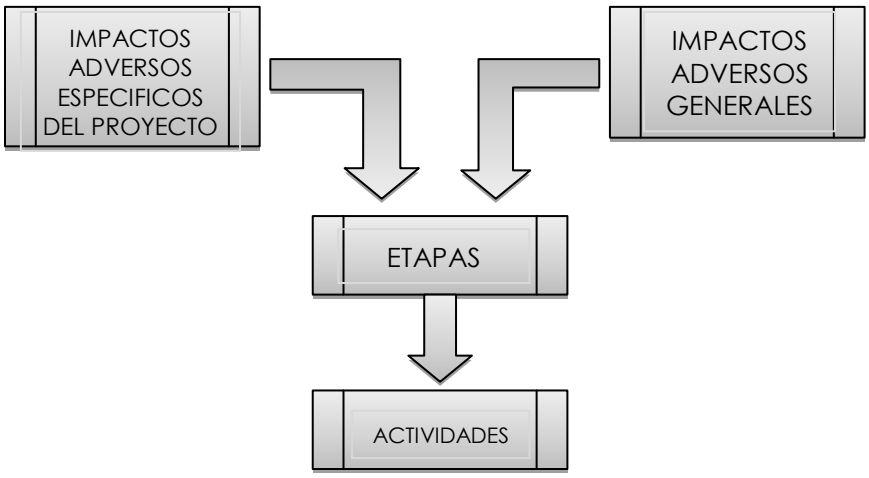


Figura V.8 Estructura de la descripción de impactos

Asimismo, en el Capítulo VI, se indican las medidas en el orden en el que se manifiestan los impactos (se incluye en rojo la relación de las medidas de mitigación del capítulo VI con el impacto ambiental correspondiente).

La descripción de impactos se clasifica bajo tres rubros, en función de la relevancia o significancia del impacto:

A. **Impactos adversos específicos.** Son aquellos que a juicio del equipo multidisciplinario que participa en la elaboración del presente documento son los de mayor relevancia que podría ocasionar la construcción y operación del **Tren Toluca – Valle de México**.

B. **Impactos adversos generales.** Son aquellos que se presentan en casi todas las etapas del proyecto, en mayor o menor intensidad, pero que el impacto sigue siendo el mismo y cuyas medidas de mitigación se presentan como **Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción de Infraestructura**, debido a que cada

vez existe mayor conciencia de la importancia de realizar obras civiles bajo cuidado ambiental. Asimismo se incluyen aquellos impactos que se presentan previos al inicio de la obra (preliminares).

C. **Impactos benéficos.** Son aquellos que provocarán efectos positivos por la construcción del proyecto.

A continuación se describen los impactos adversos específicos

A. IMPACTOS ADVERSOS ESPECÍFICOS O SIGNIFICATIVOS QUE OCASIONARÁ EL PROYECTO

Este rubro corresponde a los impactos específicos de mayor relevancia que ocasionará el proyecto del **Tren Toluca – Valle de México**, donde los principales factores a afectar son el suelo y la vegetación. No obstante, la intensidad o significancia de los impactos se presentarán con distintos grados de intensidad según transcurran las diversas etapas de la obra y actividades.

Es de importancia recalcar que los impactos que se describen a continuación se pueden presentan en diferentes etapas y actividades e intensidades diferentes, por lo que la descripción se realizara en la etapa donde se dé con mayor intensidad, esto con la finalidad de que la descripción de los impactos no se vuelva repetitiva.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**
ACTIVIDAD:	**DESMONTE**

Desmonte: Es la remoción de la vegetación existente dentro del Derecho de Vía y en las áreas que se destinen a las instalaciones provisionales y obras complementarias, con el objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra y mejorar la visibilidad. El desmonte comprende:

1.- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
2.- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate y residuos de siembres.
3.- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
4.- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de desperdicios que indique el proyecto o apruebe la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y, en su caso la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Los principales impactos ambientales en la ejecución del proyecto ocurren durante la etapa de desmonte y despalme, pero, aun cuando el desmonte implica la remoción total de la cobertura vegetal, es importante recalcar que en este caso en particular en gran parte de la superficie sobre la que incide el proyecto, va sobre un derecho de vía existente (CFE y Autopista México-Toluca), por lo que las condiciones naturales ya no se presentan debido al mantenimiento constante que se les da a estos.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Aire	Visibilidad	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas	Control de emisiones de contaminantes y polvo

Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas

Durante la actividad de desmonte se realiza la remoción de la vegetación herbácea y forestal, dentro del derecho de vía. Para llevar a cabo esta actividad se utiliza maquinaria pesada lo cual generara la remoción de partículas de suelo que se encuentra en la superficie y provocan su suspensión. Esta situación también se presenta durante la excavación, cortes, extracción y transporte de material, ya sea excedentes de las excavaciones o los transportados para formar el terraplén, en estas actividades el uso de maquinaria se intensifica y un impacto que se puede presentar debido al constante uso es la contaminación del aire por emisión de gases cuyas principales sustancias contaminantes producto de la combustión de diésel y gasolina son: Monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (CH), óxidos de nitrógeno (NOx), dióxido de azufre (SO2) y emisiones de partículas (hollín).

La generación de polvos y gases emitidos pueden afectar con mayor intensidad a los trabajadores y los habitantes de las colonias aledañas al sitio de trabajo y que se encuentran en los polígonos 1 y 6, debido a que en estos el tren pasará por zonas urbanas. Hay que tomar en cuenta, sin embargo, que si bien este impacto no se puede evitar, tampoco será significativo, ya que es temporal y se presentaría en una zona abierta con flujo constante de corrientes de aire que disiparan los gases; aun así deben tomarse medidas que lo minimicen. Para los polígonos restantes 2, 3, 4, y 5 se debe tener en cuenta que si bien las emisiones de gases y polvos serán similares a los otros polígonos, éstos se encuentran en zonas que presentan un uso de suelo forestal o agrícola y tanto las localidades rurales como las urbanas se encuentran alejadas de la zona del proyecto, por lo que su impacto sobre la población será muy bajo.



Figura V.9. Ejemplo de emisión de polvo generado por la operación de maquinaria durante los trabajos de despalme y transporte de materiales al área del proyecto.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Aire	Nivel de ruido	Incremento en los niveles de ruido	• Control en los niveles de ruido • Uso de tapiales

Incremento en los niveles de ruido

La maquinaria que se requiere para el desmonte, despalme, excavación, cortes y nivelación del terreno genera ruidos que afectan la calidad ambiental del sitio y pueden ocasionar daños y molestias a los pobladores cercanos y a los propios trabajadores de las obras, por lo que en caso de los primeros, se deben acatar las disposiciones sobre ruido en el reglamento y las NOM correspondientes; mientras que para evitar daños auditivos a los trabajadores, se deben tomar las medidas necesarias que marca la ley del trabajo en términos de dispositivos personales de protección contra ruido.

Este impacto será más perceptible en las zonas del proyecto que atravesara áreas urbanas a lo largo los polígonos 1 y 6. En el resto del proyecto, si bien se generaran los mismos ruidos por el uso de maquinaria, solo se verán afectados los trabajadores ya que en estas zonas (polígonos 2, 3, 4 y 5), no se encuentran localidades cercanas que pudieran verse afectadas y la presencia de fauna que pueda ser afectada es baja por ser zonas con frecuente presencia humana (ver apartado correspondiente). Hay que tener en cuenta que estos impactos serán puntuales y temporales, por lo que sus efectos se irán reduciendo conforme vaya avanzando la construcción del proyecto.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Suelo	Calidad del suelo	• Erosión • Generación de residuos del desmonte	Manejo de residuos de desmonte

Los impactos que se generan al suelo durante la etapa de preparación del sitio comienzan en el desmonte del derecho de vía y en sus obras complementarias (bancos de préstamo y caminos de acceso), ya que una vez que se retira la capa vegetal, se da origen a la afectación edáfica de la zona pues el suelo queda expuesto a los agentes erosivos, como el viento, la lluvia o el paso del personal y maquinaria, etc. Esto puede repercutir en impactos importantes, en particular en las zonas donde el suelo sea más susceptible a los procesos de degradación o se registren evidencias de erosión. Los impactos por erosión (hídrica, eólica o antrópica) que se podrían presentar en los sitios de ocupación temporal y/o definitiva de infraestructura e instalaciones son:

Erosión

Los impactos que se generan al suelo durante la etapa de preparación del sitio comienzan en el desmonte y despalme del derecho de vía y superficies adicionales que se requiere para obras complementarias, como talleres, patios de maniobras, etc. Una vez que se retira la capa vegetal se da origen a la afectación edáfica de la zona ya que esta queda expuesta a los agentes erosivos, como el viento, la lluvia o el paso del personal y maquinaria, etc. Esto puede repercutir en impactos importantes, en particular en las zonas donde el suelo sea más susceptible de erosionarse. Los impactos que se podrían presentar en los sitios de ocupación temporal y permanente de instalaciones e infraestructura son:

La erosión hídrica: Esta consiste en la remoción de partículas de suelo por efecto de la lluvia; se puede presentar en varios grados, desde laminar como la situación más leve, hasta la formación de cárcavas como la situación más extrema. Esta afectación se daría principalmente en las zonas donde se presenta el polígono 1 (sistema fluvial) y el polígono 3 (relieve volcánico), y en el resto de los tramos se puede dar de manera más ligera durante el periodo que se presenta mayor precipitación, que va de julio a septiembre.

La erosión eólica se presenta por la remoción de las partículas del suelo por la acción del viento. Si no se aplican las medidas de mitigación necesarias, ésta podría afectar a todos los tramos del proyecto debido a que los suelos presentes se encuentran expuestos en periodos de sequias, además de que durante el despalme se llevará a cabo la remoción del suelo orgánico (horizonte con mayor resistencia a la erosión por su mayor contenido de materia orgánica que el resto), lo que los hace susceptibles a esta tipo de erosión.

La erosión o degradación antrópica es la pérdida del suelo o sus propiedades por la acción directa del hombre producto de realizar sus actividades irresponsablemente. Este impacto se presentará a lo largo de todo el proyecto en diferentes sitios debido a la alta incidencia de actividad antrópica, sin embargo si se toman las medidas pertinentes se podrá minimizar para evitar la afectación no solo al suelo sino a todo el sistema.

Generación de residuos de desmonte

Además de los efectos arriba mencionados, el desmonte genera una gran cantidad de material vegetal residual conformado por raíces, troncos, ramas y follaje de las plantas removidas; todo este material deberá disponerse adecuadamente, y no podrá ser dejado en los sitios de maniobra, o arrojado dentro del derecho de vía o en los cauces o cañadas de la zona, ya que ello podría ocasionar la obstrucción de la escorrentía e infiltración del agua y podría ser foco detonador de incendios forestales o de acumulación de desperdicios por parte de las poblaciones aledañas.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Vegetación	Cobertura vegetal	• Pérdida de la cobertura vegetal (arbórea)	• Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre • Acciones de reforestación • Supervisión ambiental
	Hábitat y Ecosistema	• Efecto de borde • Cambios en la dinámica vegetal • Cambio de uso de suelo	

Perdida de la cobertura vegetal (arbórea)

Dado que se requiere realizar el desmonte antes de la construcción del proyecto ferroviario, significa que esto conlleva el retiro parcial de la vegetación, específicamente el estrato arbóreo y algunos individuos arbustivos, con lo cual, se creara o incrementara el efecto de borde y disminuirán los individuos vegetales de las poblaciones de especies de cuando menos 2 estratos presentes en la superficie (arbóreo y arbustivo) de afectación del proyecto.

La cobertura vegetal presente a lo largo del Proyecto Ferroviario de manera general, se trata de especies primarias en un estado de degradación (de forma llana se catalogan como vegetación secundaria), ya que se encuentra en el DV de la actual carretera México-Toluca y en el DV del tendido eléctrico de la CFE; donde se ubicaron derribo de algunos árboles, arbustos y algunas veredas y caminos, así como la plantación de individuos de especies que no corresponden al ecosistema natural.

El proyecto ferroviario incide sobre cuatro tipos de usos de suelo y vegetación 1) Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino - Encino, 2) Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, 3) Vegetación secundaria de Bosque de Abies y 4) Zona Urbana. Concretamente, el uso de suelo y vegetación fue caracterizado mediante una agrupación de los resultados obtenidos en los trabajos de campo en función de las características de la zona y su composición florística, en las siguientes tablas se muestran los tipos de vegetación y los diferentes tipos de uso de suelo a lo largo del proyecto.

Polígono 1: Se prevé una baja afectación en este sitio debido a que la vegetación presente corresponde a vegetación urbana mezclada con especies nativas del sitio, por lo que este sitio se considera con un poco valor ecológico por lo que el impacto será **Acumulativo poco significativo.**

Tabla V.6. Tipo de Usos de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en el polígono 1.

Uso de Suelo y Vegetación	Cadenamiento	
	Inicio	Fin
Zona Urbana	PK -0+623.28	27+849.83

Polígono 2: Se encontraron 3 Tipos de usos de suelo y vegetación, los cuales son: zona urbana, vegetación secundaria de Abies y pastizal inducido con algunos elementos arbóreos.

Tabla V.7. Tipo de Usos de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en el polígono 2.

Uso de Suelo y Vegetación	Cadenamiento	
	Inicio	Fin
Zona Urbana	27+849.83	28+081.73
Vegetación Secundaria de Abies	28+081.73	28+561.99
Zona Urbana	28+561.99	29+328.22
Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos	29+328.22	31+6616.26

Polígono 3: Este tramo se caracteriza por presentar en su totalidad pastizal inducido con algunos elementos arbóreos.

Tabla V.8. Tipo de Usos de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en el polígono 3.

Uso de Suelo y Vegetación	Cadenamiento	
	Inicio	Fin
Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos	31+616.26	35+602.26

Polígono 4: se encuentran 2 tipos de uso de suelo y vegetación sobresaliendo el pastizal inducido con la presencia de algunos elementos arbóreos, seguida del suelo urbano con vegetación ornamental en jardines y banquetas.

Tabla V.9. Tipo de Usos de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en el polígono 4.

Uso de Suelo y Vegetación	Cadenamiento	
	Inicio	Fin
Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos	35+602.26	36+150.00
Túnel	36+150.00	40+745.78
Zona Urbana	40+785.78	41+000.00

Polígono 5: De manera intercalada se presentan 2 tipos de usos de suelo, el ecotono entre el bosque de abies y el bosque de pino-encino, y el suelo urbano.

Tabla V.10. Tipo de Usos de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en el polígono 5.

Uso de Suelo y Vegetación	Cadenamiento	
	Inicio	Fin
Zona Urbana	41+000.00	41+117.28
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	41+117.28	41+274.91
Zona Urbana	41+274.91	41+783.43
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	41+783.43	41+981.81
Zona Urbana	41+981.81	42+900.09
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	42+900.09	43+025.34
Zona Urbana	43+025.34	44+332.73
Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	44+332.73	45+295.15
Zona Urbana	45+295.15	46+043.43

Polígono 6: Se encuentra prácticamente en suelo urbano, por lo que la vegetación presente corresponde a las características de este sitio (árboles ornamentales en jardines y banquetas).

Tabla V.11. Tipo de Usos de Suelo y Tipos de Vegetación presentes en el polígono 6.

Uso de Suelo y Vegetación	Cadenamiento	
	Inicio	Fin
Zona Urbana	46+043.43	55+401.40
Barranca	55+401.40	55+805.81
Zona Urbana	55+805.81	57+740.69

Considerando la información recabada en campo, se determinó que el uso de suelo y vegetación que más abunda en el Derecho de Vía del Proyecto Ferroviario, es la que corresponde a vegetación de la Zona Urbana **(87.68 ha)**. Posteriormente se ubicó el Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos **(10.91 ha)** como el segundo en abundancia; siguiéndole el Ecotono entre Bosque de Abies y el Bosque de Pino – Encino **(2.32 ha)** y finalmente la Vegetación Secundaria de Bosque de Abies **(0.77 ha)**. Lo anterior se toma en referencia a que dicha superficie sumada da un total de **101.69 ha** y que es la superficie que se estima afectar por la construcción del Proyecto Ferroviario. Tabla V.12.

Cabe señalar que la distancia y superficie que corresponde al Túnel, NO se afectara directamente la vegetación presente, por lo que en la Tabla V.13, no se considera el Túnel.

Tabla V.12. Uso de suelo del Proyecto ferroviario, así como sus superficies y longitud.

Uso de Suelo y Vegetación	Área (m^2)	Superficie (ha)	Longitud
Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-encino	23202.01	2.32	1443.68
Pastizal inducido con elementos arbóreos	109148.48	10.91	6821.78
Vegetación Secundaria de Abies	7684.21	0.77	480.26
Zona Urbana	876825.13	87.68	45000.66
Total	**1016859.83**	**101.69**	**53746.38**

SUPERFICIES A AFECTAR A LO LARGO DEL PROYECTO POR TIPO DE VEGETACIÓN

A continuación se describen las superficies por afectar con el proyecto ferroviario.

- **Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino**

En este tipo de vegetación se presentan comunidades con especies primarias en estado de degradación, ya que el trazo del proyecto se encuentra normalmente cerca o dentro del DV de la carretera México-Toluca y dentro del D.V de la CFE o de núcleos de población. Se observaron algunos individuos que se han visto impactados por la extracción de leña para uso doméstico; así como sitios en donde se establecieron individuos de especies de *Pinus.* De acuerdo a lo anterior podemos deducir que la afectación del proyecto en este tipo de vegetación será moderada.

Dentro del Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino, se estima que será necesario afectar **435** individuos de estrato arbóreo correspondientes a 5 especies; tomando en

consideración el área estimada que será necesaria para el movimiento de maquinaria empleada en el desarrollo de las obras y actividades, así como los sitios de emplazamiento directo de la estructura.

Tabla V.13. Individuos vegetales por especie presentes en Ecotono de Abies y Bosque de Pino-Encino que se estima será necesario afectar dentro del Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Ecotono de Abies y Bosque de Pino-Encino			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 2.32 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies	116
2	*Pinus hartwegii*	Pino	87
3	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	29
4	*Quercus laurina*	Encino	87
5	*Quercus rugosa*	Encino	116
		Total	**435**

- **Pastizal inducido con elementos arbóreos**

Este tipo de vegetación fue introducido en la zona a raíz de que se encuentra dentro del DV de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y por consiguiente, son superficies que están en constante mantenimiento (chaponeo); sin embargo en algunos puntos dentro de este DV han emergido individuos de especies vegetales arbóreas, conformando algunos manchones Forestales, por lo que el nivel de afectación por desmonte será moderado.

En lo que respecta al tipo de vegetación catalogado como Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos, se observa una dominancia de Oyamel (*Abies religiosa*) y de Pinos (*Pinus montezumae*.). Con la construcción del proyecto ferroviario en este tipo de vegetación será necesario afectar **153** individuos pertenecientes a 4 especies.

Tabla V.14 Individuos vegetales por especie presentes en Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos estimados a afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 10.91 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies	65
2	*Pinus montezumae*	Pino montezuma	44
3	*Pinus hartwegii*	Pino	22
4	*Arbutus xalapensis*	Madroño	22
		Total	**153**

- **Vegetación Secundaria de Abies (Oyamel)**

Los sitios con este tipo de vegetación se prevé que el proyecto ocasione una afectación moderada, ya que esta vegetación se encuentra en zonas que anteriormente eran dominadas por el Abies; sin embargo actualmente se ve reducida la cantidad de individuos de Abies, pues éstos van siendo sustituidos por individuos de especies como el *Cupressus lindeyi*, *Arbutus xalapensis*, *Buddleja cordata*, *Pinus montezumae* y *Pinus sp*, principalmente. Esta sucesión en la vegetación está dada por el impacto de las viviendas e infraestructura carretera que actualmente se desarrolla en la zona.

En este tipo de vegetación será necesario afectar **289** individuos arbóreos de 6 especies diferentes. Se considero de este modo, debido al requerimiento estimado por el movimiento de maquinaria empleada en el desarrollo de las obras y actividades.

Tabla V.15 Individuos vegetales por especie presentes en Vegetación Secundaria de Abies estimados a afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Vegetación Secundaria de Bosque de Abies			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Afectación de individuos en 0.77 ha**
1	*Abies religiosa*	Abies	183
2	*Arbustus xalapensis*	Madroño	39
3	*Buddleja cordata*	Tepozan	19
4	*Cupressus lindleyi*	Ciprés	10
5	*Pinus montezumae*	Pino moctezuma	19
6	*Pinus sp*	Pino	19
		Total	**289**

- **Zona Urbana**

De acuerdo al reconocimiento del área, así como por la imagen satelital a lo largo del proyecto, se pudo comprobar que se localizan de manera general dos grandes zonas urbanas, una perteneciente al Estado de México y la otra al Distrito Federal, donde solo se localizan árboles aislados en los camellones, algunos fragmentos artificiales en los pequeños espacios entre camellones y avenidas. La vegetación original se ha visto sumamente alterada con el paso del tiempo, históricamente iniciando por el crecimiento de campos de cultivo y más recientemente, por las actividades de urbanización y expansión de la mancha urbana.

La afectación será la mínima, como se exige en los trabajos de preparación del sitio del proyecto ferroviario, impactando una superficie muy poco significativa, pues solo se afectarán algunos tramos de camellón y pequeños jardines artificiales entre avenidas.

Tabla V.16. Individuos vegetales arbóreos por especie presentes en la Zona Urbana de Lerma y que se estima serán afectados en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Zona Urbana de Lerma		
Nombre científico	**Nombre común**	**Individuos**
Salix bonplandiana	Sauce	26
Cupressus macrocarpa	Ciprés limón	26
Buddleja cordata	Tepozán	13
Budleja americana	Tepozán	7
Cupressus lindleyi	Ciprés	16
Schinus molle	Pirul	1
Agave salmiana	Maguey	6
Popolus sp	Álamo	2
Pinus montezumae	Pino montezuma	4
Quercus laurina	Encino	3
Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto	34
Abies religiosa	Abies	1
Arbutus xalapensis	Madroño	1
Casuarina equisetifolia	Casuarina	2
	Total	**142**

Tabla V.17. Individuos vegetales arbóreos por especie presentes en la Zona Urbana de la Cuidad de México que se estima serán afectados en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Zona Urbana de la Ciudad de México		
Nombre Científico	**Nombre Común**	**Individuos a afectar**
Eucalyptus camaldulensis	Eucalipto	8
Abies Religiosa	Abies	1
Pinus montezumae	Pino montezuma	8
Pinus halepensis	Pino	27
Cupressus lindleyi	Ciprés	40
Alnus acuminata	Aile	1
Prunus sp	-	2
Buddleja cordata	Tepozán	19
Quercus sp.	Encino	14
Popolus alba	Álamo	31
Fraxinus udhei	Fresno	81
Jacaranda mimosifolia	Jacaranda	134
Cupressus macrocarpa	Ciprés limón	13
Ficus benjamina	Ficus, amate	12
Erythrina sp.	Colorín	31
Pyracanthus coccinea	-	5
	Total	**427**

En la zona urbana de la Cuidad de México el proyecto cruza por una pequeña parte de la Barranca Tacubaya en el cadenamiento que va del Km 55+401.40 al Km 55+805.81, por lo que a continuación se presenta los individuos y especies que se estima necesario afectar en dicha barranca. Es importante recordar que la vegetación presente en la barranca de Tacubaya al día de hoy, corresponde principalmente a especies exóticas, predominando los eucaliptos y las casuarinas entre éstas.

Tabla V.18. Individuos vegetales por especie presentes en la Barranca Tacubaya estimados a afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario, entre el Km 55+401.40 y el Km 55+805.81.

Zona en la Barranca Tacubaya		
Nombre Científico	**Nombre común**	**Individuos en 0.65 Ha**
Eucalyptus camaldulencis	Eucalipto	12
Ecucalyptus globosus	Eucalipto	13
Casuarina equisetifolia	Casuarina	8
Pinus cembroides	Pino	6
Schinus molle	Pirul	8
Fraxinus udhei	Fresno	7
Ricinus communis	Higuerilla	33
Acer negundo	Maple	5
Pinus sp	Pino	4
Eysenhardtia polystachya	-	12
Baccharis conferta	-	21
Gymnosperma sp	-	8
	Total	**136**

Efecto de Borde

Una de las consecuencias más evidentes de la fragmentación de los sistemas forestales es la susceptibilidad de los fragmentos de bosque a los efectos negativos por el incremento de sus bordes. Los efectos deletéreos de los bordes que se han documentado reportan mayor mortalidad de fauna o flora cerca del borde con respecto al interior del bosque (Chen et al.1992; Mills, 1995), la entrada de otras especies y sus consecuencias, así como la irremediable reducción del área central del fragmento (Harris, 1988; Gascon et al., 2000).

El borde se ha concebido como un hábitat distinto, como una "membrana semipermeable" o "piel" entre dos áreas que concentran recursos diferentes, así como una zona de amortiguamiento contra la propagación de una perturbación (Williams, 1991). Los bordes son ambientes distintos en el sentido que la estructura de vegetación y su biota difieren en ambas comunidades contiguas. Por otro lado, el conjunto de los efectos de la matriz sobre el fragmento se conoce como "efecto borde", el cual se puede manifestar en cambios al interior del fragmento, principalmente en su perímetro.

Se han definido bordes de tipo naturales, originados por perturbaciones físicas como fuegos, tormentas, derrumbes, viento o perturbaciones bióticas como depredación o

forrajeo; y los generados por actividades humanas que conforman la mayoría de los bordes existentes en el mundo.

La fragmentación reduce el área cubierta por el bosque original, exponiendo a los organismos que permanecen en el fragmento a condiciones diferentes a su ecosistema y a mayores presiones de competencia al interior del fragmento; siendo muchas especies incapaces de cruzar las zonas de borde, consecuentemente a lo que ha sido definido como "efecto borde" (Murcia, 1995). Claramente los bordes separan elementos del paisaje teniendo importante influencia sobre las propiedades del sistema, tanto dentro de parches homogéneos como entre los componentes del paisaje

- **Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino**

Lo que respecta a la cubierta de vegetación susceptible, es la correspondiente a la vegetación de estrato arbóreo y algunos del estrato arbustivo la que se considera más vulnerable. El efecto de borde se intensificara en este ecotono, ya que en la zona, se encuentra la actual carretera México- Lerma, donde ya existe una considerable fragmentación y por consiguiente se infiere que ya de por si existe un efecto de borde entre los diferentes parches que se han formado. En virtud de ello, el efecto del proyecto se estima que será **Medianamente significativo**, al ya existir un efecto de borde y debido a que el proyecto, al correr por viaductos elevados, no ocasionará una fragmentación del ecotono, presentándose este impacto en el polígono 5.

- **Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos**

En lo que respecta a este tipo de vegetación, el efecto de borde derivado de la introducción del proyecto, se prevé que será mínimo en este tipo de vegetación, ya que como se mencionó antes, este pastizal ha ido surgiendo en la zona dentro del DV de las líneas de transmisión eléctrica de alta tensión pertenecientes a la Comisión Federal de Electricidad (CFE) como respuesta a la constante poda de mantenimiento (chaponeo). Dado que en esta zona se observa escasa vegetación arbórea, se considera que el Impacto adverso que la obra implica en términos de la generación de un efecto de borde en las comunidades arbóreas será **poco significativo,** mismo que se presentará en los polígonos 2, 3 y 4, donde se aprecia este tipo de vegetación; no obstante al ir el proyecto en un viaducto elevado, la afectación por efecto de borde será mínima.

- **Vegetación Secundaria de Abies**

Como se mencionó anteriormente, el efecto de borde se expresa esencialmente en la generación de micrositios favorables para el establecimiento vegetal de especies persistentes heliófilas (tolerantes a la luz) cerca del borde y de especies nativas menos tolerantes a la luz más allá de la influencia directa del borde; en este sentido, la distancia aproximada de influencia (considerando las especies dominantes de borde y

composición florística) del borde al interior del fragmento va de los 6 m a los 12 m a cada margen de la vía. Esta variación dependerá del hábitat adyacente en que se encuentre. En este sitio el proyecto ocasionara un **Impacto adverso moderado** debido a que se presentan varios parches que ya de por si tienen un efecto de borde dentro del polígono 2. No obstante el proyecto cruzará dentro del DV de la autopista y en viaducto elevado, por lo que el impacto será solamente temporal durante la ejecución de las obras de desmonte, siendo menor su efecto durante la operación.

- **Zona Urbana**

Este uso de suelo se verá escasamente afectado por la construcción del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México, se anticipa un impacto negativo, de magnitud puntual, del tipo directo, con una duración permanente e irreversible, en el corto plazo; no obstante la zona ya ha perdido su valor ecológico, por lo que, considerando que la obra va sobre zonas perturbadas y la vegetación corresponde a arbolado ornamental en predios y banquetas, no se puede hablar de que exista un efecto de borde propiamente, en cuyo caso el impacto se considera como **poco significativo a nulo.** Este impacto se prevé ocurra principalmente en las zonas urbanas de los polígonos 1, 2 y 6.

Cambios en la dinámica vegetal

La pérdida de hábitat y la fragmentación se han convertido en las más importantes amenazas para el mantenimiento de la biodiversidad en todos los ecosistemas terrestres (Bierregaard et al., 2001). La fragmentación es la pérdida de continuidad de un ecosistema y produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones y comunidades de plantas, afectando su funcionamiento (Saunders et al., 1991).

Es un proceso en el que el hábitat natural continuo es reducido a pequeños remanentes. Los efectos primarios de este fenómeno son la alteración del microclima y el aislamiento de las poblaciones de especies, derivada de los cambios físicos y fisonómicos tanto al interior como a los alrededores del fragmento. Los principales cambios climáticos se reflejan en el flujo de radiación, la incidencia del viento, la frecuencia de fuegos, y en el ciclo hidrológico del fragmento (Lojevoy et al., 1986; Kapos, 1989; Kapos et al., 1997). Las modificaciones microambientales pueden tener un impacto significativo sobre el establecimiento y composición de las especies de plantas, afectando también las interacciones bióticas.

No se conocen a detalle los efectos que tiene la fragmentación sobre las diferentes especies, no obstante se ha estudiado que éstos pueden ser negativos, positivos o neutrales. En todo caso, se sugiere que la mayoría de las especies se ven afectadas de manera directa o indirecta por la fragmentación y el impacto incluye los siguientes factores: la importancia de la pérdida del hábitat, sin necesariamente tomar en cuenta el

tamaño del fragmento; el área y la forma del fragmento; el aislamiento del fragmento y el paisaje circundante, y la calidad del parche.

La pérdida del bosque da como resultado la reducción de las poblaciones de plantas y animales, y la consecuente disminución en el tamaño efectivo de cada población en condiciones reproductivas. La subdivisión del hábitat puede alterar la estabilidad de las poblaciones, esto ocasiona alteraciones en los parámetros de nacimiento, mortalidad y crecimiento de las poblaciones naturales, y su efecto puede ser variable en diferentes categorías de edades. Los primeros cambios posteriores a la fragmentación que se han registrado en las poblaciones de plantas en bosques templados y tropicales han sido una diferenciación en la mortalidad y en el crecimiento de los individuos previamente establecidos, así como patrones contrastantes en el reclutamiento de nuevos individuos. En este sentido, evitar al máximo la fragmentación de ecosistemas fue una de las premisas importantes en el diseño de este proyecto, el cual se ha considerado en su mayoría sobre un viaducto elevado, con lo que se reducen significativamente cualquier efecto que el proyecto ferroviario pudiera tener sobre la fragmentación de los ecosistemas, y con ello, cambios en la dinámica vegetal.

- **Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino**

En el Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino, la vegetación está iniciando un proceso de degradación poco perceptible. Se presentan actividades humanas que van generando cambios en la dinámica vegetal, por lo que se prevé que con la introducción del proyecto sobre este sistema en degradación, el impacto será **Impacto adverso moderadamente significativo pero mitigable**, con lo que se reducirán sus efectos al corto y mediano plazos. El polígono en el que se dará este impacto por parte del proyecto es el número 5.

- **Pastizal Inducido con Elementos Arbóreos**

Se encuentra un estrato herbáceo inducido y especies primarias de la vegetación actual, por lo que la afectación en estos, generara un cambio en esta dinámica poblacional, que al momento de introducir maquinaria para el despalme, puede generar la introducción de especies secundarias modificando esta dinámica. Considerando esta información podemos calcular un **Impacto adverso poco significativo**, que se presenta principalmente en los polígonos 2, 3 y 4.

- **Vegetación Secundaria de Abies**

En esta vegetación actualmente se está llevando a cabo un cambio en la dinámica poblacional, ya que se encontró vegetación secundaria en combinación con vegetación primaria, por lo que se deduce un proceso de sustitución de especies, con lo que se prevee que la construcción del tren incrementara este impacto en el sitio al abrir claros en

los que sea factible la entrada de mas vegetación secundaria; no obstante, por ello se han considerado medidas de mitigación tendientes a la reforestación de especies nativas (de vegetación primaria) que permitirán contrastar este cambio en la fisonomía de la comunidad vegetal, por lo cual se ha calificado como un **Impacto adverso moderadamente significativo pero mitigable.** Es importante señalar que dicho impacto solamente se presentará en las zonas con esta cobertura vegetal dentro del polígono 2.

- **Zona Urbana**

La dinámica poblacional natural en esta zona ha cambiado totalmente con el paso del tiempo, predominando vegetación secundaria en baldíos y plantas ornamentales en banquetas y jardines. Esto además sigue promoviéndose con las actividades de mantenimiento de camellones y algunos jardines. Por lo anterior, se calcula que el Impacto que en este sentido pueda representar la introducción del ferrocarril será muy bajo y poco significativo a nulo; a ocurrir principalmente en los polígonos 1, 2 y 6.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Fauna	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	• Generación de ruido • Pérdida de hábitat y afectación de refugios, nidos y madrigueras • Mortandad de individuos • Efecto barrera • Efecto de borde • Caza y tráfico de especies	• Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre • Restauración del hábitat de las especies • Capacitación del personal

El impacto ambiental está determinado por la modificación del ambiente ocasionado por la acción del hombre o de la naturaleza. Es importante señalar que en el proceso de deterioro del ambiente se puede calificar en tres grados de deterioro (bajo, medio y alto), los cuales están dados en función de una reducción de las cualidades físicas y biológicas originales del ambiente causadas por actividades humanas. Siguiendo este esquema, la descripción de los impactos sobre fauna silvestre se complementó con los criterios y la tipología propuesta por Conesa (1997).

La asignación del valor del impacto en la escala de ponderación de la Figura siguiente está directamente relacionada con la severidad de la interacción entre la actividad humana y la fauna; la cual está definida por la magnitud (cantidad y calidad) e intensidad (grado y forma) de la interacción. El nivel de importancia se estimó con base

en el análisis experto, utilizando una escala ordinal de tres intervalos de valores, en donde la calificación de 3 se otorgó a un nivel de importancia bajo, 6 a un nivel medio y 9 al alto.

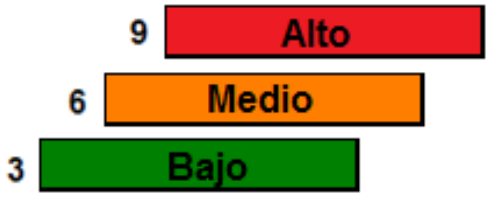


Figura V.10 Escala de valoración de los Impactos sobre la fauna silvestre

Las principales afectaciones a la fauna silvestre que trae consigo la construcción de proyectos de vías de comunicación (como esta vía férrea), son el efecto barrera e interrupción de corredores o rutas de desplazamiento de animales, así como una mayor mortandad por atropello de fauna, la pérdida o transformación del hábitat y un incremento en la dispersión de animales de distintas especies por la mayor generación de ruido producido por los trenes que transiten la vía férrea (efecto de borde antrópico).

Por otra parte, la construcción del proyecto, puede ocasionar afectaciones en su distribución natural y fragmentación del hábitat de las especies que se distribuyen en la zona, además de que algunas especies (principalmente aquellas de lento desplazamiento) están propensas al atropellamiento. Durante los trabajos de campo y de acuerdo a los puntos de muestreo (PM) analizados en la zona estudiada a lo largo de la trayectoria del proyecto y dentro de todo el sistema ambiental regional (SAR), se identificaron 169 especies de fauna silvestre que pudieran verse afectadas por el emplazamiento del proyecto, de las cuales, 21 especies están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. De éstas, 6 especies corresponden a anfibios, 8 a reptiles y 7 aves. En lo referente a la categoría de riesgo asignada a las diferentes especies de vertebrados, tenemos que 10 especies presentan el estatus de "Protección especial" (2 anfibios, 4 reptiles y 4 aves) y 11 se reportan como "Amenazadas" (4 anfibios, 4 reptiles y 3 aves. Además, para la zona de estudio se registraron 33 especies endémicas de México; siendo el grupo de los reptiles el que mayor número de especies incluye (13), seguido de las aves con 10, anfibios con 6 y al final los mamíferos con 4 especies.

A continuación se presente una valoración de los principales impactos que se pueden ocasionar a la fauna por la construcción y operación de la vía férrea (Tabla V.19.).

Tabla V.19. Valoración de la importancia de los impactos a la fauna para cada polígono del proyecto

Impacto	Polígono					
	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Pérdida de hábitat y afectación de refugios, nidos y madrigueras	Baja	Media	Baja	Media	Media	Baja
Mortandad de individuos	Baja	Media	Baja	Media	Alta	Baja
Efecto barrera y afectación a las rutas de desplazamiento	Baja	Media	Baja	Media	Media	Baja
Efecto de borde y dispersión de especies por generación de ruido	Baja	Media	Baja	Media	Media	Baja
Caza y Tráfico de especies	Baja	Media	Baja	Media	Media	Baja

De acuerdo a la valoración realizada sobre los impactos potenciales para la fauna y la distribución espacial de ésta a lo largo de la vía férrea y zonas aledañas, se presenta la descripción detallada de cada impacto sólo para los polígonos que tienen una valoración de relevancia (P2, P4 y P5), ya que de acuerdo con la fauna identificada para cada sitio (considerando la distribución espacial de las especies reportadas en los diferentes puntos de muestreo), es en estos polígonos donde se estima que se podrían ocasionar afectaciones a las diferentes especies de vertebrados por la construcción y operación de la vía férrea, de no tomarse en consideración las correspondientes medidas de mitigación. Cabe mencionar, que la mayoría de las especies reportadas para los polígonos restantes (P1, P3 y P6) son especies generalistas que ya están habituadas a las perturbaciones ambientales derivadas de las acciones humanas (alta presencia de actividad antrópica y ruido); por lo que no son tan susceptibles de afectación por la instalación del proyecto, por lo que se estima que el impacto será bajo.

Generación de ruido

El ruido derivado del tránsito vehicular es uno de los factores que generan mayores impactos a la fauna, ya que produce varios efectos como el desplazamiento (alejamiento) de sus áreas de distribución natural, reducción de áreas de actividad, modificación de los patrones diarios de comportamiento y un bajo éxito reproductivo que está asociado a la pérdida del oído, aumento de las hormonas del estrés, comportamientos alterados e interferencias en la comunicación durante la época reproductiva, entre otros (Forman y Alexander, 1998); efectos adversos que se han observado particularmente en especies de aves.

Las aves canoras pueden ser sensibles a niveles muy bajos de ruido, las poblaciones de aves de ecosistemas boscosos empiezan a declinar en promedio ante ruido equivalente mayor a los 42 decibeles (dB), comparado con un promedio de 48 dB que toleran las especies de aves de pastizal. Algunos autores mencionan que los sonidos de anfibios cercanos a proyectos viales son opacados por el ruido del tránsito vehicular, alterando y restringiendo su comportamiento reproductivo; algo similar a lo que se esperaría encontrar para el proyecto ferroviario. Recordando que los niveles de ruido ocasionan cambios en la distribución natural de las especies altamente sensibles al ruido, así como la escasa presencia de nidos dentro de un área alrededor de 3 km de la fuente emisora.

Como se mencionó anteriormente, si bien las aves son un grupo sensible al ruido, durante los recorridos de prospección a lo largo del proyecto, no se observaron aves canoras, psitácidos y/o galliformes; especies que son altamente sensibles al ruido, sino por el contrario, predominantemente se identificaron en campo especies oportunistas (zanates, tordos y garrapateros) altamente tolerantes al humano, lo que indica que las especies que originalmente se distribuían en los bosques aledaños al sitio del proyecto, ya han sido desplazadas por la incidencia de diversas actividades humanas generadoras de ruido (autopista México-Toluca, pistas de cuatrimotos, zonas para comida, etc.) hacia zonas donde la generación de ruido es menor y/o menos frecuente. En este sentido, el efecto en términos de ruido que generará el proyecto ferroviario no será significativo para la fauna nativa sensible.

Pérdida de hábitat y afectación de refugios, nidos y madrigueras

Durante la preparación del sitio para la construcción de una vía de comunicación se lleva a cabo la remoción de vegetación (Desmonte) y remoción del suelo orgánico (despalme del terreno). Estas actividades ocasionan la pérdida del hábitat en el sitio de forma permanente, obligando a que los vertebrados terrestres se desplacen hacia sitios aledaños que no sean afectados en su condición ambiental. Dentro de las afectaciones que ocasionan el desmonte y despalme del terreno, tenemos la pérdida de refugios, nidos y madrigueras para numerosas especies de animales. En la tabla siguiente se listan las especies con mayor susceptibilidad a la pérdida de hábitat, destacando que debe de tomarse en cuenta al grupo de las aves en particular para poder evaluar el efecto en términos de la afectación de nidos. Cabe resaltar que considerando la cobertura vegetal de las superficies a ocupar por el proyecto, se estima que para los polígonos P2, P4 y P5, donde la pérdida de hábitat puede ser más relevante para la fauna presente, en los sitios donde aún hay conservación de parches forestales, mientras que para los polígonos P1, P3 y P6 ésta afectación se estima que será mucho menor debido a la baja presencia de fauna y predominancia de especies tolerantes al hombre, generalistas y oportunistas.

Tabla V.20. Valoración de las especies de susceptibles a la pérdida de hábitat para los diferentes polígonos

Especies relevantes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Hyla plicata						
Pseudoeurycea leprosa						
Sceloporus aeneus						
Sceloporus grammicus						
Sceloporus mucronatus						
Sceloporus torquatus						
Eumeces copei						
Storeria storerioides						
Didelphis virginiana						
Dasypus novemcinctus						
Sylvilagus floridanus						
Sciurus aureogaster						
Spermophilus variegatus						
Peromyscus maniculatus						
Rattus rattus						
Cratogeomys merriami						
Lynx rufus						
Urocyon cinereoargenteus						
Bassariscus astutus						
Nasua narica						
Procyon lotor						
Odocoileus virginianus						

Mortandad de individuos

Dentro de los principales efectos negativos a la fauna que ocasiona la construcción de una vía, destacan los cambios en los patrones de movimiento de la fauna y el riesgo de atropello, ambos ocasionados por la afectación a las rutas naturales de desplazamiento que derivan por la operación de un proyecto lineal. Además hay que tener en consideración que los atropellos tienen gran importancia, no solo desde el punto ambiental (conservación de poblaciones), sino también desde el de la seguridad vial, por las consecuencias sociales y económicas que se derivan de estas colisiones (Sanz, et al., 2001).

La mortandad de animales silvestres ocurre mayormente durante la preparación del sitio (asociado a las actividades de desmonte y despalme del terreno que inducen una mayor movilidad de fauna) y durante la operación (por el tránsito de trenes, en este caso, o vehículos). Durante el desmonte y despalme de manera directa se puede llegar a afectar

a aquellas especies de hábitos fosoriales, cavadores y de lento desplazamiento (pequeños vertebrados) que pueden ser afectados por la maquinaria y vehículos que realicen estas actividades, por lo que es importante considerar medidas de mitigación en este proyecto para evitar que este impacto ocurra.

Efecto barrera (1) y afectación a las rutas de desplazamiento (2)

La construcción de una vialidad genera la fragmentación de un hábitat y con ello disminuye la conectividad existente, provocando el aislamiento físico y biótico del hábitat y de las poblaciones animales presentes. Esto tiene como consecuencia la reducción en el tamaño de la población, la interrupción del flujo genético y la pérdida de las características ecológicas originales locales (Estrada y Cortés-Estrada 1994). El efecto barrera, es la restricción que se presenta para algunos animales en su habilidad para desplazarse y encontrar pareja, refugio y/o alimento; lo que puede llevar a la pérdida de su potencial reproductivo o mermar directamente las densidades poblacionales de algunas especies de fauna silvestre (Arroyave et al. 2006). De ahí la importancia de contemplar este proyecto ferroviario sobre viaducto elevado, reduciendo en lo posible el efecto barrera que pudiera generar en hábitats silvestres.

Por otro lado, el Desmonte y Despalme del terreno afecta el desplazamiento de algunas especies de vertebrados, particularmente de las especies que dependen o se desplazan por la cobertura vegetal con movimientos lentos o aquéllas que son de hábitos territoriales. En este sentido, dado que son pocas las especies con estas características en la zona, se estima que la magnitud del impacto será baja o poco significativa. Este impacto suele ser moderado a alto cuando se encuentran en el sitio especies que pueden ver afectadas sus rutas de desplazamiento, así como aquellas especies sensibles a la perturbación ambiental o presencia humana y que además realizan grandes desplazamientos (especies cursoriales) y las especies que se desplazan por medio de cavidades o conductos que construyen en el suelo y que son destruidos por el despalme. En este caso en particular es importante señalar que la operación de la carretera federal y autopista México-Toluca, han conformado por años una barrera para el desplazamiento de fauna de la región, habiendo sido afectadas en su momento las rutas de desplazamiento de muchas especies; por lo que la construcción de la vía férrea en la zona muy probablemente no ocasione mayores efectos en términos de afectación a las rutas de desplazamiento; más aun siendo que el proyecto va sobre viaductos elevados o túnel en su mayor proporción del trazo. Considerando lo anterior, se espera que este impacto ocurra solamente de manera puntual, es decir en los pequeños parches de vegetación en donde será fragmentado el hábitat para la fauna por la vía a nivel. En la siguiente tabla, se presentan las especies más susceptibles al efecto barrera y la afectación a las rutas de desplazamiento, destacando al polígono 2 y 5 como los de mayor relevancia, por lo cual son estos sitios en donde deben de centrarse las estrategias de protección o medidas de mitigación.

Tabla V.21. Valoración del efecto barrera y afectación a las rutas de desplazamiento para las especies de mayor relevancia reportada en los diferentes polígonos

Especies relevantes	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Hyla plicata												
Pseudoeurycea leprosa												
Sceloporus aeneus												
Sceloporus grammicus												
Sceloporus mucronatus												
Sceloporus torquatus												
Eumeces copei												
Storeria storerioides												
Didelphis virginiana												
Dasypus novemcinctus												
Sylvilagus floridanus												
Sciurus aureogaster												
Spermophilus variegatus												
Peromyscus maniculatus												
Rattus rattus												
Cratogeomys merriami												
Lynx rufus												
Urocyon cinereoargenteus												
Bassariscus astutus												
Nasua narica												
Procyon lotor												
Odocoileus virginianus												

1 (Efecto Barrera) 2 (afectación de rutas de desplazamiento)

Efecto de borde y dispersión de especies por generación de ruido

El efecto de borde se presenta cuando un ecosistema es fragmentado y se cambian las condiciones bióticas y abióticas de los fragmentos, generándose condiciones distintas entre la periferia de los fragmentos con respecto a la matriz al interior de ellos (Kattan, 2002). Asimismo, en el paisaje, la fragmentación tiene como consecuencia una mayor heterogeneidad, que al sumarla con los efectos de borde de los fragmentos, se convierte en barreras para el desplazamiento de algunas especies de fauna. Como consecuencia de este efecto de borde se puede llegar a modificar la distribución y abundancia de las especies; al cambiar la estructura y composición de la vegetación entre el borde y la matriz, cambia la oferta de alimento o refugio para la fauna, con consecuencias en sus habilidades de persistencia y obligándolas a un desplazamiento en busca de las condiciones que requieren para su supervivencia. Asimismo, el efecto que se produce es

la introducción de especies de borde o generalistas (especies que tienen capacidades buenas de dispersión, capaces de invadir y colonizar hábitats alterados) en los hábitat que fueron modificados, ocupando el espacio que otras especies nativas ocupaban de forma inicial, desplazando a las especies dependientes de hábitat poco alterados a modificar sus patrones de distribución natural.

Para el proyecto, es importante comentar que este impacto ya se ha presentado en la mayor parte del trazo proyectado para la construcción de la vía férrea, debido a la muy alta presencia de actividad antrópica en la zona, en particular a la presencia de la carretera federal y autopista México-Toluca, las líneas de conducción eléctrica y la gran cantidad de senderos y caminos que existen entre la vegetación natural. Es decir, a partir del trabajo de campo se constató que muchas de las especies que caracterizan cada polígono por donde pasará el ferrocarril son oportunistas (tolerantes a las perturbaciones ambientales y actividades antrópicas), resultado de un efecto previo de modificación del hábitat y modificación de patrones de distribución de especies.

El Desmonte y Despalme del terreno ocasiona el incremento de las densidades poblacionales de las especies más tolerantes a la perturbación, las que subsecuentemente obligan (por desplazamiento competitivo) a las especies primarias o asociadas a áreas conservadas, a desplazarse hacia el interior de la vegetación (matriz de los fragmentos), alejándose de las zonas donde se realiza el desmonte y el despalme. En cuanto a las especies indicadoras del efecto de borde que pueden desplazar a especies originales dentro de la zona del derecho de vía del proyecto ferroviario, podemos mencionar a las siguientes especies introducidas o tolerantes a los ambientes perturbados: entre las aves, la Garza garrapatera (*Bubulcus ibis*), Paloma doméstica (*Columba livia*), Tórtola cola larga (*Columbina inca*), Mosquero cardenal (*Pyrocephalus rubinus*), Golondrina tijereta (*Hirundo rustica*), Toquí pardo (*Pipilo fuscus*), Zanate mexicano (*Quiscalus mexicanus*), Tordo ojo rojo (*Molothrus aeneus*), Pinzón mexicano (*Carpodacus mexicanus*), Gorrión casero (*Passer domesticus*); así como también a los mamíferos como la Rata negra (*Rattus rattus*), Ardilla vientre rojo (*Sciurus aureogaster*); los anfibios como la Rana toro (*Lithobates catesbeianus*) y reptiles como la Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*). Siendo los polígonos P2, P4 y P5 los sitios por donde cruzara el proyecto en donde el incremento en las especies oportunistas, podrían ser causa del desplazamiento de especies asociadas a áreas conservadas o poco alteradas (especies primarias) hacia otros sitios fuera del área de estudio.

Caza y Tráfico de especies

La caza, tráfico y comercio de especies es una actividad ilegal que amenaza a una gran cantidad de especies de flora y fauna en nuestro país; principalmente a las especies que se encuentran protegidas por la norma oficial mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010) y la CITES. El estado de México, es una de las regiones en donde la cacería ilegal se práctica frecuentemente, afectando principalmente a la fauna que no cuenta con temporada de aprovechamiento de acuerdo con la SEMARNAT (2013). En el caso del proyecto ferroviario

que nos atañe, existe la probabilidad de que durante el desmonte y despalme del terreno algunas especies de animales queden expuestas y sean capturadas por el personal que participa en la realización de dichas actividades, siendo 16 especies las que pueden ser objeto de aprovechamiento comercial ilegal (2 anfibios, 6 reptiles y 8 mamíferos). Esto es de particular importancia en los polígonos P2 y P5 los sitios en donde la afectación puede ser mayor. De ahí la importancia de mitigar este impacto mediante medidas preventivas que eviten que ello ocurra, como las que se describen en el capítulo VI. Finalmente es importante comentar que en el polígono P6 no se identificaron especies susceptibles de caza o tráfico ilegal de especies.

Tabla V.22 Valoración de las especies que se estima podrían ser susceptibles de caza o tráfico ilegal en los diferentes polígonos por donde cruza el proyecto

Especies relevantes	P1	P2	P3	P4	P5	P6
Hyla plicata						
Pseudoeurycea leprosa						
Sceloporus aeneus						
Sceloporus grammicus						
Sceloporus mucronatus						
Sceloporus torquatus						
Eumeces copei						
Storeria storerioides						
Didelphis virginiana						
Dasypus novemcinctus						
Sylvilagus floridanus						
Sciurus aureogaster						
Spermophilus variegatus						
Bassariscus astutus						
Nasua narica						
Procyon lotor						

Además de las presentadas en la tabla anterior, no se descarta la probabilidad de presencia de otras especies también susceptibles, que aunque no fueron identificadas a nivel del área por donde se construirá el proyecto, podrían estar presentes en la zona y ser objeto de comercio, caza o tráfico de especies ya que se tienen reportadas para la región bajo estudio, como es el caso de: la lagartija alicante del Popocatépetl (*Barisia imbricata*), la lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), la culebra listonada del sur de México (*Thamnophis eques*), la culebra de agua vientre negro (*Thamnophis melanogaster*), la culebra listonada de montaña cola larga (*Thamnophis scalaris*), la

víbora de cascabel transvolcánica (*Crotalus triseriatus*) y la tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*).

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**
ACTIVIDAD:	**DESPALME**

Despalme: es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto o aprobado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Suelo	Calidad del suelo	• Degradación del suelo • Contaminación del suelo	• Protección contra erosión y degradación de los suelos. • Acciones para el Rescate y Conservación de Suelo orgánico producto del despalme. • Manejo de Combustibles y suelos contaminados.

Degradación

Durante el despalme se removerá la capa superficial del suelo (capa orgánica), la que por su alto contenido de materia orgánica mantiene mayor estabilidad de agregados y por ende mayor cohesión, dejándolo expuesto a los agentes erosivos como el agua y el viento. La falta de este horizonte también podrá traer consecuencias de cambio eventualmente en las propiedades físico químicas del suelo como son:

i. Modificación de las propiedades fisicoquímicas: acidificación, desbasificación y bloqueo de los oligoelementos que quedan en posición no disponible.

ii. Pérdida de elementos nutrientes (N, P, S, K, Ca, Mg, etc.) que pueden resultar eliminados por las aguas que se infiltran en el suelo mineral después del despalme (lavados hacia horizontes inferiores del suelo y por ende poco aprovechables por las plantas), o bien perderse por erosión de las aguas de escorrentía.

iii. Deterioro de la estructura. La compactación del suelo superficial y la pérdida de materia orgánica produce una disminución de la porosidad, que origina una reducción del drenaje natural del suelo y que conlleva una pérdida de la estabilidad al reducirse la cantidad de materia orgánica en el mismo. Como

consecuencia se produce un encostramiento superficial con el que aumenta la escorrentía y la erosión del suelo, además de que se dificulta su colonización posterior por vegetación. Este impacto es común en los caminos de acceso debido al tránsito constante de los vehículos, así como dentro del derecho de vía y todas las superficies de rodamiento de vehículos o equipo que se utilizan normalmente en la realización de una la obra. La compactación del suelo deriva en la disminución de la capacidad de infiltración de agua hacia el subsuelo y el incremento en la erosión de material por arrastre hídrico en las superficies compactadas.

iv. Disminución de la capacidad de retención de agua por degradación de la estructura o por pérdida de suelo. Esta consecuencia es especialmente importante para los suelos que pierden materia orgánica y se ubican en sitios con baja precipitación o con periodos de sequía prolongados.

v. Pérdida física de materiales: erosión selectiva (parcial.- de los constituyentes más lábiles, como los limos y arcillas) o masiva (pérdida de la capa superficial del suelo; los casos extremos, puede ocurrir la pérdida de la totalidad del suelo.

El impacto por erosión y degradación será poco significativo dentro de los polígonos con áreas urbanas como el tramo dentro del polígono 1, debido a que estas zonas se observa un alto grado de perturbación y degradación por la elevada urbanización que presentan.

A) **B)**



Foto V.1. A) Zona urbanizada al inicio del proyecto con baja calidad ambiental. B) Zona de relieve volcánico por donde cruzara el proyecto a la altura del cadenamiento 26+200, con alta compactación de los suelos por actividad humana y rodamiento de vehículos

A) **B)**



Foto V.2 A) y B) Canchas de futbol a la altura del cadenamiento 8+100 del proyecto, donde los suelos presentan severa compactación y degradación por actividades antrópicas.

En el polígono 2 (km 27+849 al km 31+616) la mancha urbana decrece, sin embargo, en esta zona el proyecto se construirá sobre el derecho de vía de las torres de CFE y de la carretera, por lo que constituyen sitios con un alto grado de degradación de suelos, como compactación y contaminación, debido a las acciones antrópicas que en ellos prevalecen. Motivo de ello, el impacto del proyecto en estas superficies será muy bajo a nulo. A diferencia de ello, en el tramo del km 28+100 al 28+550 se encuentra una zona con cubierta forestal que aún conserva buenas características edáficas, por lo que en esta zona será más significativo el impacto, por lo que se deberán tomar acciones de rescate y conservación de suelos en este tramo para evitar la pérdida del recurso y su reaprovechamiento en las labores de restauración del sitio. De ahí que como medida de mitigación se está proponiendo el rescate y reúso del suelo orgánico que deba ser desmontado en este tramo (figura siguiente), tal y como se señala en el capítulo de medidas de mitigación del impacto ambiental.

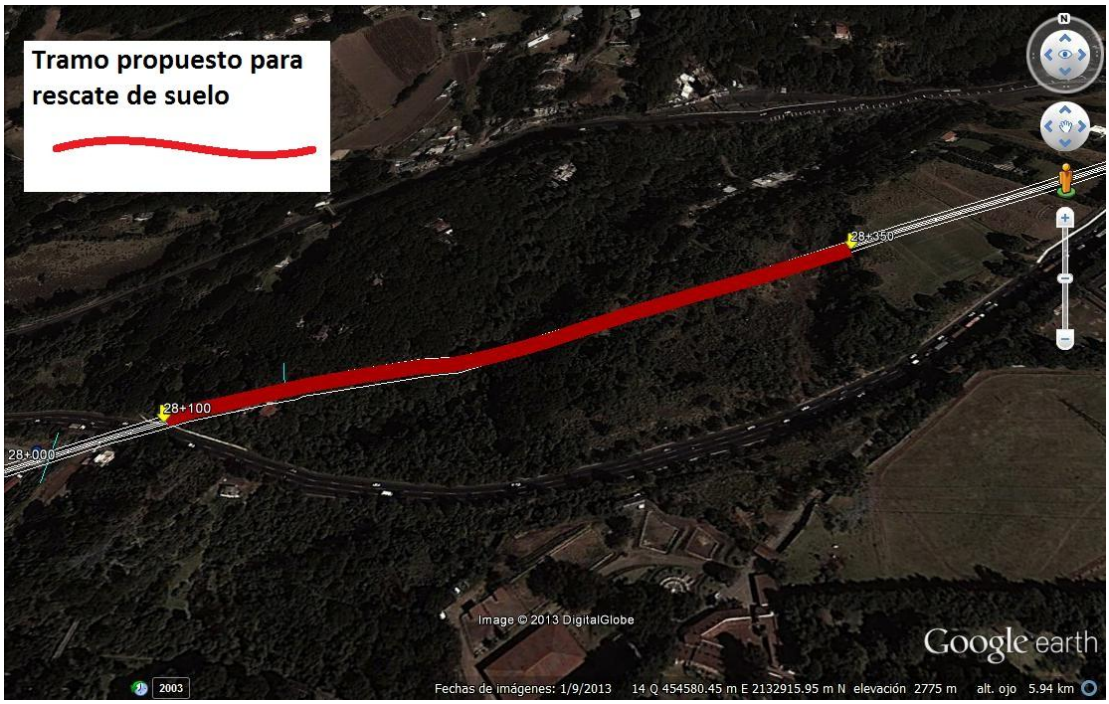


Figura V.11 Tramo del trazo proyectado para la construcción del tren donde el impacto por pérdida de suelo orgánico será significativo, en caso de no tomarse las medidas adecuadas; por lo que se propone como zona para realizar el rescate y reaprovechamiento de suelo orgánico. (Fuente: Google Earth 2013).

A) **B)**

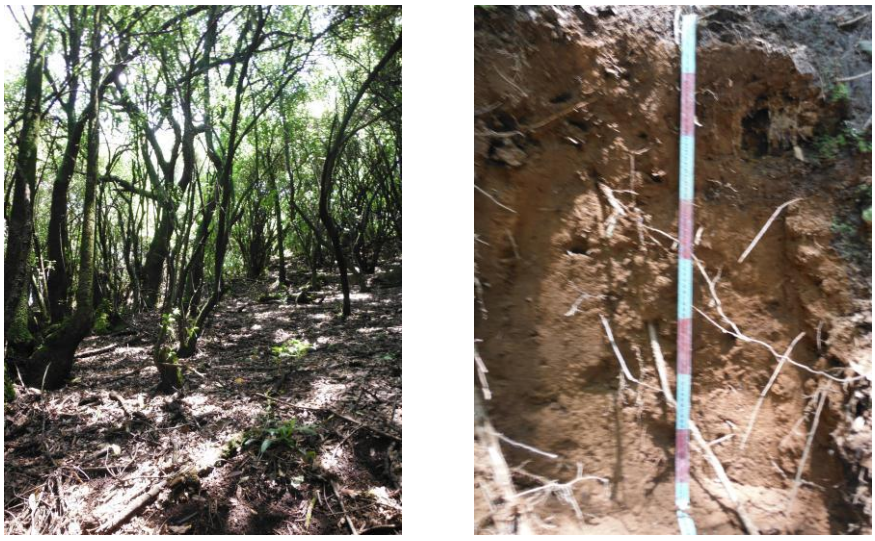


Foto V.3. V.8 A) y B). Vista de la zona donde se llevara a cabo el despalme del suelo con buen estado de conservación y cobertura orgánica; cadenamientos del 28+100 al 28+350.

En el polígono 3 del proyecto (del cadenamiento 31+616 al km 35+602) el impacto por la afectación de los procesos erosivos será mayor, ya que en algunos tramos la pendiente de los terrenos es mayor al 5% y las características de los suelos en condiciones de perturbación pueden desarrollar una susceptibilidad alta a la erosión. Estos suelos actualmente se encuentran cubiertos por pastizales, lo que los protege de procesos erosivos, por lo que resultara importante realizar las acciones de despalme cuidando que no se expongan los sitios o suelos despalmados y desmontados a los factores erosivos.

Aunado a esto se prevé que en este tramo se realicen cortes para la nivelación del terreno de hasta 27 metros de altura, entre los cadenamientos 32+880 y 33+920, por lo que en el caso de las obras del ferrocarril, será importante que de manera inmediata se realicen las medidas de mitigación necesarias para evitar exponer el suelo a la erosión después de las actividades de desmonte, despalme y corte. Cabe mencionar que una gran parte de los terrenos en estas zonas vulnerables son actualmente utilizados con fines de explotación eco turística y recreativa; cuyas actividades, al no llevarse a cabo adecuadamente, han degradado la zona de forma progresiva presentando, actualmente, una severa compactación, erosión y en algunos casos contaminación, así como una deforestación intensiva.



Foto V.4 Zona con perturbación antrópica y deforestación por donde se desarrollará el proyecto (Fuente: Google Earth 2013).

Adicional a lo anterior, el polígono 4 inicia en el cadenamiento 38+188.52 y termina en el 41+000, correspondiendo a la zona donde será construido el túnel del proyecto. Los impactos aquí serán puntuales atribuibles solo a la apertura de los portales de entrada y salida del túnel, y a la estabilización de laderas. No obstante, gracias a la construcción del túnel podrá librarse la fuerte pendiente del relieve volcánico y con ello se evitaran afectaciones a la vegetación, al suelo y en general a la buena calidad ambiental que

existe, sobre todo hasta el cadenamiento 38+800, donde termina el tramo forestal en este polígono.





Foto V.5 Suelo Andosol húmico con Bosque de Abies (derecha) y Bosque de Pino-Encino (izquierda) que no sufriría impacto gracias a la construcción del túnel.

En lo que respecta al polígono 5 (del cadenamiento 41+000 al 46+043), en los primeros kilómetros del cadenamiento, del 41+000 al 45+250, se observa una alternancia de zonas entre ecotono de bosque de Abies y bosque de Pino - Encino y Zona Urbana. En el área correspondiente al ecotono, la afectación del suelo por desmonte y despalme será más significativa que en la zona urbana (45+250 al 46+043) ya que los suelos forestales presentan una buena calidad edáfica por el alto contenido de materia orgánica, su cubierta de hojarasca y su buen estado de conservación; al contrario de los suelos en el tramo que cruza por zona urbana, que están fuertemente degradados por la pavimentación y compactación de superficies. Para conservar este recurso en la zona forestal, se recomienda que el suelo removido a causa del despalme, ubicado entre los kilómetros del 41+500 al 42+100 y del 44+400 al 45+250, y donde actualmente se encuentra el ecotono de bosque de Abies y bosque de Pino – Encino, sea rescatado y conservado in situ para posteriormente utilizarse como sustrato en las jardineras y reforestación que se propone (ver más detalle en el apartado de vegetación). Este suelo también podría colocarse adecuadamente en las áreas afectadas del proyecto para propiciar la revegetación de estos sitios ya que alberga una gran cantidad de semillas de plantas nativas y nutrimentos que facilitarán la recolonización vegetal natural del sitio.



Figura V.12. Zonas donde se estima que sera mayor el impacto edáfico durante el despalme, por lo que son propuestas para rescate y conservación del suelo (Fuente: Google Earth 2013).

Finalmente, en el cruce del proyecto por el polígono 6, y una vez librando las zonas forestales, en el cadenamiento 40+043 y hasta el final en el 57+757, las obras de construcción férrea serán por viaducto y la afectación edáfica será poco significativa a nula ya que la zona presenta actualmente un estado de degradación alto y progresivo debido a la expansión de la mancha urbana.

El proyecto se construirá sobre el derecho de vía de la autopista México-Toluca, pasando en un punto por la zona comercial de Santa Fe. A partir del cadenamiento 52+000 aproximadamente, la construcción del tren se dirigirá hacia Av. Observatorio, cruzando por la Av. Vasco de Quiroga. A partir del cadenamiento 55+265 y hasta el 56+530 aproximadamente, la construcción del tren se adentra por la parte media del brazo sur de la barranca Tacubaya, con dirección a la presa de regulación (azolvada). En este tramo, que va del 55+265 al 55+950, la vegetación no se podría considerar natural sino más bien secundaria, con la presencia de pastizales y arbolado introducido exótico a México integrado por plantas como el eucalipto, la casuarina, cedros y pinos. En estos sitios, los suelos son de tipo Feozem lúvico (INEGI 2000) y muestran importantes evidencias de degradación debido a la compactación que presentan, por lo que el impacto del proyecto no será significativo en este componente ambiental.

En el cadenamiento 55+950, el proyecto se dirige hacia el oeste pasando por la parte baja de la ladera norte de la barranca, donde los suelos presentan una degradación severa debido a la gran cantidad de basura y materiales de construcción (escombros) que han sido vertidos en esta zona, aunado a que en esta parte el proyecto pasa por la zona de captación de aguas negras (vaso regulador), por lo que el efecto ambiental del proyecto no será significativo dado el alto grado de deterioro existente, sino por lo contrario, con las medidas de mitigación y compensación que se proponen, el proyecto beneficiara la recuperación ambiental en esta parte de la barranca.



Figura V.13 Zona de cruce del proyecto por la Barranca Tacubaya. Se observa la fuerte antropización y degradación de la zona de la barranca; en particular el vaso regulador azolvado y la ladera cubierta por vegetación de eucalipto (vegetación secundaria inducida) (Fuente: Google earth, 2013).

A) **B)**



Foto V.6. A) y B) vistas donde se muestra la degradación por contaminación de la barranca Tacubaya por basura, agua negra y la presencia de malezas ruderales.

A) **B)**



Foto V.7. Vista donde se muestra la urbanización en la zona donde se desarrollara el proyecto en el polígono 6, A) Av. Santa Fe, y B) Av. Vasco de Quiroga; sitios donde el impacto sobre el suelo o la vegetación serán prácticamente nulos ya que han sido transformados por la estructura urbana (Fuente: Google Earth 2013).

De manera general se puede decir que los impactos serán pocos significativos en aquellas zonas donde el suelo tiene una degradación notable por la urbanización, como es el caso del tramo que corre desde el cadenamiento PK-0+623.28 hasta el km 27+849; en estos sitios incluso el suelo ya presenta una compactación muy severa por las actividades urbanas que se realizan sobre ellos; así como ocurre también del cadenamiento km 46+043 hasta la llegada del tren a Av. Observatorio, en el cadenamiento 57+740.69. Por el contrario, del km 27+849 hasta el 36+188.52, en el sitio donde se ubicará el portal del túnel, el impacto sobre el componente edáfico en esta zona será moderado ya que en algunas superficies de estos tramos, los suelos a pesar de contar con cierto grado de perturbación, son fértiles y de calidad media, por lo que es

recomendable llevar a cabo medidas con las que se logre preservar el recurso mediante la aplicación de programas de conservación y reaprovechamiento del suelo, en los que se planteen la técnicas adecuadas y efectivas para mitigar el impacto sobre el recurso.

Contaminación del suelo

Durante la etapa de desmonte, despalme y construcción se intensificara el uso de maquinaria pesada de obra, a la cual deberá dársele mantenimiento constante lo que generara residuos peligrosos, como: aceites gastados, estopas contaminadas con grasas, combustibles y otras sustancias peligrosas; así como el uso de combustible o cualquier sustancia química, representando un riesgo potencial de contaminación del suelo por derrames accidentales y por descuidos en el momento del abasto de combustible a la maquinaria y equipo de construcción, así como durante el transporte del combustible al sitio de trabajo. Si no se manejan adecuadamente los residuos peligrosos puede existir contaminación de suelos en los sitios del proyecto, de igual forma, eventualmente se puede ver afectado agua sub superficial por infiltración estos contaminantes. Este impacto puede presentarse en todas las etapas en donde se haga uso de maquinaria, por lo cual se recomienda que desde el inicio de la obra se tomen las medidas de prevención necesarias para evitarlo. Si bien algunos tramos de la zona donde se construirá el proyecto se encuentran ya degradados y en apariencia un impacto de este tipo no sería significativo, es importante señalar que no se debe menospreciar los sitios y debe evitarse a toda costa su afectación y contaminación por cualquier actividad de la obra, por lo que se deben contemplar medidas de prevención y mitigación que se dictan al respecto. Se debe tomar en cuenta que la mayor afectación por residuos contaminantes se daría al momento infiltrarse los contaminantes en el suelo hacia el manto freático, donde pudieran contaminar los acuíferos, independientemente de la degradación edáfica que actualmente presenten los suelos.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Hidrología	Escorrentías y recarga de acuíferos. Hidrología subterránea	• Azolve de los cauces de escurrimiento natural • Obstrucción de la superficie de infiltración	• Protección de escurrimientos • Construcción de obras de drenaje, desazolve y limpieza

Azolve de los cauces de escurrimiento natural

En el polígono 1 entre los cadenamientos 17+000 al 21+000 se encuentra un sistema de canales que anteriormente eran utilizados para el riego de las zonas agrícolas en época de estiaje y para el desalojo del agua de la planicie hacia canales o cauces mayores como el Río Lerma. Actualmente solo conservan el segundo uso, por lo que es importante

que estos permanezcan sin azolvarse, aplicando las medidas pertinentes, ya que la afectación se daría directamente al cuerpo de la vía férrea derivada de la saturación de agua en el subsuelo, lo que produciría inundaciones e inestabilidad del cuerpo de la vía, lo cual resulta importante en términos de estabilidad de la obra, tomando en cuenta que en esta zona se construirá sobre un viaducto.

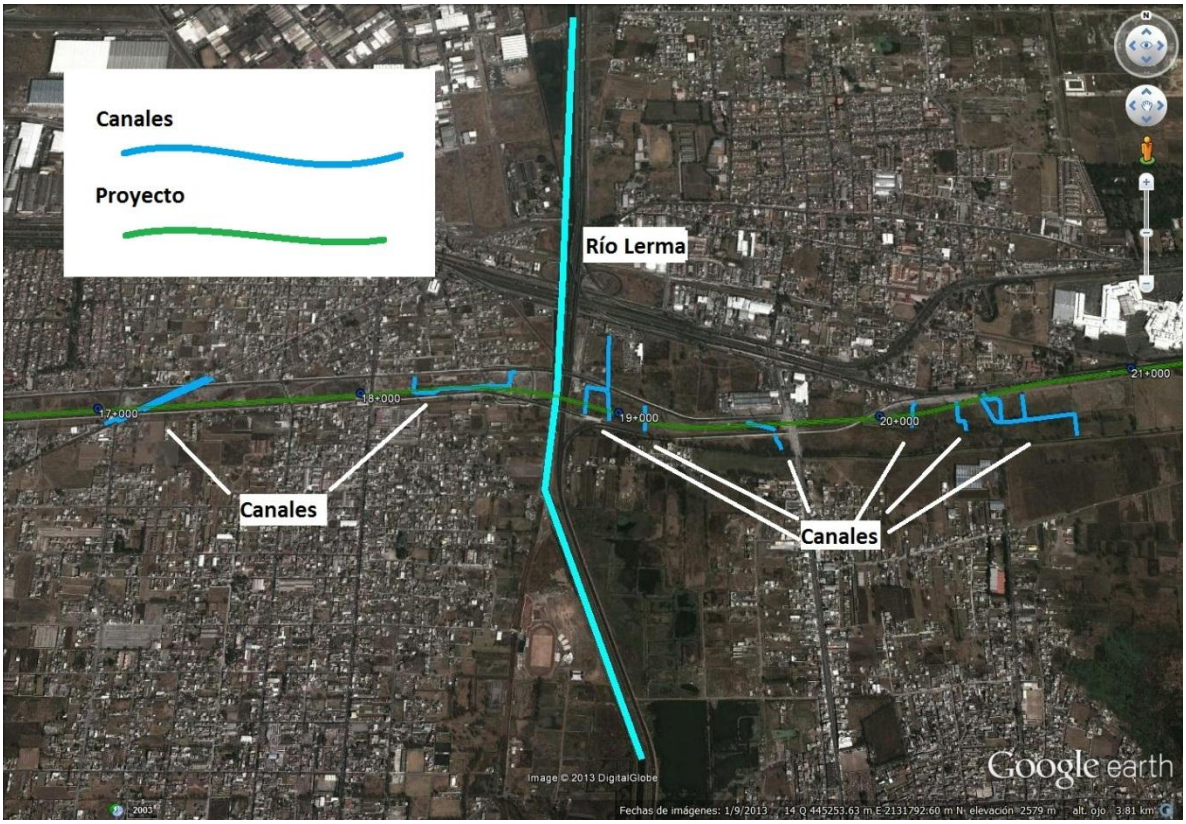


Figura V.14. Zona del proyecto en su cruce con canales (17+000 al 21+000) (Fuente: Google earth, 2013).

El material suelto generado por el desmonte, despalme y cortes en las zonas del relieve volcánico, en los polígono 2, 3 y 5, puede ser arrastrado fácilmente por las escorrentías que se forman con las lluvias para depositarse en las zonas bajas, donde se encuentran las carreteras existentes, pudiendo ocasionar accidentes. Por ello, para no generar riesgos se deben tomar medidas precautorias para evitar el acarreo de estos materiales y restos vegetales fuera del área de obra; mismos que deberá evitar que se acumulen y obstruyan cauces de la escorrentía natural, lo cual puede generar el cambio de rumbo o derivar en inundaciones, debido a que el agua no tendría zonas disponibles para infiltrarse al subsuelo o seguir su cauce o escurrimiento natural afectando áreas aledañas o directamente a la zona donde se construiría la obra. Este impacto puede y será prevenido, como se señala en las medidas del capítulo VI.

Con respecto a lo anterior, se estima que en el polígono 6 este impacto será más significativo ya que es donde se cruza la barranca Tacubaya, que de por sí está fuertemente contaminada por residuos, por lo que se debe tomar en cuenta que el impacto aquí cobraría relevancia sinérgica, ya que la presa generalmente recibe la descarga de aguas negras, sedimentos y basura que arroja la gente de las zonas aledañas, ocasionando su azolve y contaminación, a lo que se sumarían los aportes de tierra y material por la obra del ferrocarril, si no se toman las medidas de mitigación preventivas correspondientes.

Obstrucción de la superficie de infiltración

Para la instalación de la vía férrea en los tramos que van a nivel, de forma previa debe prepararse el terreno empezando por la nivelación y compactación del suelo para formar el terraplén. El principal impacto que se dará por estas acciones es la reducción de la superficie de infiltración original en el área que abarca la línea de ceros, por la construcción del cuerpo del terraplén. Esta pérdida inicia en el desmonte y se incrementa durante la nivelación y compactación del terreno. Una vez que se forme el cuerpo del terraplén, las instalaciones que requieran ser pavimentadas y techadas para la construcción de estaciones, talleres y cocheras, quedaran como una superficie impermeable; no obstante ello no implica que será eliminada la capacidad de infiltración de agua de lluvia del sitio ya que si bien, una parte del agua pluvial que caiga en estos sitios pavimentados se evaporará, como también ocurre en el terreno natural, mientras que el resto escurrirá y será canalizado por las obras de drenaje pluvial de estas plataformas para derivarse al drenaje o bien infiltrarse en los terrenos vecinos a la estructura, por lo que en sentido estricto, la reducción en la infiltración de agua será mínima por efectos de la obra, por lo que constituirá un impacto muy poco relevante.

Dentro de los polígonos del proyecto, si bien algunas zonas se encuentran ya degradadas, aun sirven como áreas de captación de agua promoviendo la infiltración del recurso al subsuelo. Una vez que se construya el proyecto, sobre todo en zonas de cocheras y talleres, se ocupara de forma permanente el área por la infraestructura férrea, con lo que se disminuirá la infiltración en el suelo inmediato bajo ellas. Este impacto será ligeramente mayor si se contrasta con las zonas de terreno natural que aún conservan vegetación, aunque será similar a lo existente en los sitios donde se encuentran suelos degradados por compactación. Para el caso del polígono 1, si bien es una zona con una baja calidad edáfica y ambiental algunas áreas donde se construirá la vía, cuenta aún con una cobertura vegetal de herbáceas y pastizales que facilitan la infiltración de agua hacia el subsuelo. En el caso de los polígonos 2, 3 y 5 (el polígono 4 no lo consideraremos en esta ocasión debido a que en este corre el túnel) el impacto será más significativo sobre todo en los tramos en que el proyecto corre a nivel sobre derecho de vía de las torres de CFE y en algunos relictos forestales del derecho de vía de la carretera actual; ya que estos se encuentran cubiertos por una amplia variedad de herbáceas, pastos e incluso zonas agrícolas que hacen que el suelo conserve y/o desarrolle características físicas como la

porosidad o la estructura, permitiendo que el agua se infiltre al subsuelo recargando el manto freático.

Para el caso del polígono 6 se considera que el impacto derivado del proyecto en este sentido será nulo en los cadenamientos del 46+043 al 57+757, ya que se trata de una zona que está totalmente pavimentada y cuenta con un sistema de drenaje pluvial que desaloja el agua hacia un sistema mayor donde se pierde el recurso al mezclarse con aguas negras. En la barranca Tacubaya se considera que el impacto a la infiltración será también nulo ya que el agua que aquí se capta llega a la parte baja de la barranca donde se mezcla con aguas negras y basura; sin embargo se deberán aplicar medidas para evitar que ocurra un impacto sinérgico y se siga degradando la zona, por lo que resulta importante mitigar el impacto por la obra.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Vegetación	Vegetación	Perdida de la cobertura vegetal (herbácea y arbustiva)	• Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre • Acciones de reforestación

Perdida de la cobertura vegetal (herbácea y arbustiva)

Además de la perdida de cobertura vegetal originada por el desmonte, también se genera un impacto ambiental al realizar el despalme, removiendo el estrato herbáceo junto con la capa superficial del suelo, debido al despalme y al movimiento de la maquinaria empleada en el desarrollo de las obras y actividades de construcción.

La eliminación de la cobertura vegetal genera un impacto adverso significativo porque propicia el deterioro del medio ambiente, y el impacto aun cuando este sea local, es importante, ya que la capacidad del ecosistema para restablecer la vegetación original puede darse a largo plazo, aún y cuando se logren las condiciones apropiadas para su desarrollo; sobre todo en lo referente a propiedades físicas y químicas del suelo. Esto debido a que durante el despalme además de afectar los extractos herbáceos y algunos arbustivos principalmente, se afecta también la composición del suelo a lo largo de toda la longitud del proyecto que lo requiera (particularmente tramos a nivel y zonas de emplazamiento de cocheras y talleres).

Como complemento a los elementos que serán afectados durante la actividad de desmonte antes presentada, se incluye la siguiente información referente a los individuos en el estrato herbáceo y algunos del arbustivo, que se estima será necesario afectar en esta etapa del proyecto:

- **Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino**

Dentro del Ecotono entre Abies y Bosque de Pino-Encino, se estima que será necesario afectar **174** individuos de 3 especies arbustivas. Se considero de este modo, debido al requerimiento de superficie para el movimiento de maquinaria empleada en el desarrollo de las obras y actividades.

Tabla V.23 Individuos arbustivos estimados por afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Ecotono de Abies y Bosque de Pino-Encino			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Número de individuos en 2.32 ha**
1	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	58
2	*Senecio barba-johannis*	-	87
3	*Senecio callosus*	-	29
		Total	**174**

- **Pastizal Inducido con Elementos Arbóreos**

En este tipo de vegetación se observa una dominancia del Zarzamorilla (*Ribes ciliatum*), seguido de la Zarzamora silvestre (*Rubus sp.*). Con la construcción del proyecto ferroviario se podrían afectar **142** individuos de estas 2 especies.

Tabla V.24 Individuos arbustivos estimados por afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Pastizal inducido con algunos elementos arbóreos			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Número de individuos en 10.91 ha**
1	*Rubus sp.*	Zarzamora silvestre	55
2	*Ribes ciliatum*	Zarzamorilla	87
		Total	**142**

- **Vegetación Secundaria de Abies**

En este tipo de vegetación se estima que será necesario afectar **269** individuos herbáceos y/o arbustivos de 7 especies diferentes. Se estima que se encuentran en las superficies que

serán ocupadas para el movimiento de maquinaria empleada en el desarrollo de las obras y actividades, así como en superficies a ocupar directamente por el proyecto.

Tabla V.25 Individuos arbustivos estimados por afectar en el Derecho de Vía del Proyecto ferroviario.

Vegetación Secundaria de Bosque de Abies			
	Nombre científico	**Nombre común**	**Número de individuos en 0.77 ha**
1	*Didymaea alsinoides*	Trébol de monte	67
2	*Eupatorium glabratum*	Chamizo blanco	29
3	*Fuchsia microphylla*	Chilco	29
4	*Ribes ciliatum*	-	29
5	*Salvia aeschenbornii*	Salvia	19
6	*Senecio barba-johannis*	-	67
7	*Senecio callosus*	-	29
		Total	**269**

Como resultado de los análisis realizados para los tramos, la distribución especifica de los diferentes usos de suelo y tipos de vegetación por cadenamiento en el trazo proyectado, se presenta en la siguiente tabla resumen.

Tabla V.26 Usos de Suelo y tipos de vegetación por cadenamiento del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México.

N°	Uso de Suelo y Vegetación	Longitud	Superficie (m^2)	Superficie (ha)	Cadenamiento	
					Inicio	Fin
1	Zona Urbana	28666.78	458668.27	45.87	-0+623.28	28+081.73
2	Vegetación Secundaria de Abies	480.26	7684.21	0.77	28+081.73	28+561.99
3	Zona Urbana	766.23	12197.86	1.22	28+561.99	29+328.22
4	Pastizal Inducido con algunos elementos arbóreos	6821.78	109148.48	10.91	29+328.22	36+150.00
5	Túnel	4595.78	73532.48	7.35	36+150.00	40+745.78
6	Zona Urbana	371.50	5944.00	0.59	40+745.78	41+117.28
7	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	157.63	2520.24	0.25	41+117.28	41+274.91
8	Zona Urbana	508.52	8134.05	0.81	41+274.91	41+783.43
9	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	198.38	3273.22	0.33	41+783.43	41+981.81
10	Zona Urbana	918.28	14590.53	1.46	41+981.81	42+900.09
11	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	125.25	2010.53	0.20	42+900.09	43+025.34
12	Zona Urbana	1307.39	20918.22	2.09	43+025.34	44+332.73
13	Ecotono entre Bosque de Abies y Bosque de Pino – Encino	962.42	15398.02	1.54	44+332.73	45+295.15
14	Zona Urbana	10106.25	161643.33	16.16	45+295.15	55+401.40
15	Barranca	404.41	6527.36	0.65	55+401.40	55+805.81
16	Zona Urbana	1951.30	188201.52	18.82	55+805.81	57+740.69
	Total	**58342.16**	**1090392.31**	**109.04**		

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO
ACTIVIDAD: INSTALACIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS

Las obras complementarias, en su mayoría de carácter temporal, que se requerirán para el desarrollo de esta infraestructura son: oficinas administrativas, almacenes, patios de maquinaria, e instalaciones para el resguardo de estructuras prefabricadas. Las oficinas administrativas, bodegas y sitios de almacenamiento serán ubicados en localidades urbanas cercanas a los distintos frentes de trabajo, con el fin de aprovechar los servicios que en estas se presentan. Su ubicación precisa dependern de los programas y procedimientos constructivos de la obra en forma más específica que señale la contratista a la que se le asigne la construcción del proyecto.
En términos de impactos ambientales, esta actividad podrá generar los que a continuación se presentan:

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Aire,Vegetación y suelo	Vegetación, suelo, manejo de residuos	• Disminución de la cubierta vegetal • Eliminación del suelo	• Selección de sitios perturbados • Desmantelamiento de obras provisionales • Reforestación del sitio

La construcción de la vía férrea requiere espacios para instalar temporalmente almacenes, patios de maquinaria, oficinas, comedores y en algunos casos, campamentos. Generalmente se rentan predios en poblaciones cercanas para estas instalaciones, haciendo uso de los servicios urbanos de los propios predios (luz, agua, instalaciones sanitarias, etc.).

Por cuestiones de costos y tiempos, las constructoras generalmente buscan sitios nivelados y libres de vegetación para ubicar sus instalaciones, en los que el desmonte y despalme prácticamente es innecesario. No obstante también suele ser necesario habilitar sitios en puntos estratégicos a lo largo del trazo, dentro del derecho de vía, o en predios aledaños que se rentan con estos fines, en los que pudiera ser necesario realizar el desmonte y despalme de estos terrenos. En caso de llevarse a cabo esto último para la presente obra, se apreciarán los mismos impactos que se han descrito anteriormente para el tendido ferroviario, pero éstos serán en menor proporción a lo ya descrito, en función de la superficie a ocupar.

A continuación se enlistan algunos de los impactos a generarse por la instalación de las obras provisionales y que fueron descritos con anterioridad:

- Contaminación atmosférica por gases y polvo

- Incremento en los niveles de ruido
- Erosión
- Perdida de la cubierta edáfica
- Perdida de la cobertura vegetal
- Efecto de borde
- Degradación del paisaje

ETAPA: PREPARACIÓN DEL SITIO
ACTIVIDAD: OBRAS INDUCIDAS

Dentro de estas, se incluyen las obras inducidas especiales, las que se refieren a las instalaciones de servicios públicos y privados, cuya naturaleza no permite la intromisión de mano de obra ajena a la empresa y/o Dependencia propietaria o administradora del servicio, para realizar modificaciones y reubicaciones; tal es el caso de líneas de Pemex, cableado de fibra óptica, drenaje municipal, etc. La realización de estas obras inducidas quedará a cargo de la dependencia a quien correspondan, no obstante se pedirá a estas dependencias la observancia de las medidas de mitigación y prevención que se presentan en este documento para reducir el impacto ambiental que pudiera derivarse de su ejecución.

A continuación se mencionan cuáles son las obras inducidas comunes que requerirá el proyecto de tren Toluca – Valle de México:

1. Conexión provisional de líneas y descargas de drenaje existentes al momento de realizar las excavaciones y obras en zonas urbanas, para mantener el servicio, así como su reinstalación definitiva.
2. Conexiones provisionales de líneas y tomas de agua potable existentes al momento de realizar las excavaciones y obras en zonas urbanas, para mantener el servicio, así como su reinstalación definitiva.
3. Demolición de construcciones alojadas a lo largo de la vialidad existente.
4. Adecuación de niveles en los registros de agua potable, registros de instalaciones de telefonía o fibra óptica subterráneas, brocales de pozos de vista de drenaje, etc.
5. Reubicación y libranza de torres eléctricas

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Tránsito vehicular y movilidad peatonal	• Desvío y obstrucción de flujos viales • Tránsitco vehicular	• Señalización informativa y preventiva • Planeación del transporte de infraestructura, insumos, maquinaria y equipo • Planeación para la reestructura vial

Desvío y obstrucción de flujo viales

Como resultado de la naturaleza de las obras que se desarrollaran se espera una modificación de los flujos viales por acciones de desvío, sin embargo la obstrucción de vialidades o el desvío de las mismas se harán de forma intermitente y en el menor tiempo posible, siempre previo aviso a las autoridades y usuarios de las mismas, y bajo la directriz de ofrecer alternativa de ruta a dichos flujos. Por tanto, este impacto se reflejara más en los polígonos 1 y 6 que son los que están inmersos en la zona urbana, además de ser un impacto negativo, será moderado en magnitud y extensión territorial muy puntual.

Tránsito vehicular

Las actividades de desvío y obstrucción de flujo viales por el desarrollo de la obra en zonas urbanas podría generar un incremento en el congestionamiento y problemas vehiculares que se sumara al existente, generando un impacto sinérgico cuyos efectos se manifestaran como descontento en la población aledaña a la obra y los usuarios de las vialidades por donde cruza. Este impacto se reflejara más en los polígonos 1 y 6 que son los que están inmersos en la zona urbana, además de ser un impacto negativo y temporal, será moderado en magnitud y extensión territorial muy puntual; para el que se realizaran las medidas de prevención y mitigación correspondientes que reduzcan sus efectos en magnitud y tiempo.

ETAPA:	**CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**CORTES Y TERRAPLENES**

Excavación y Nivelación: Actividad que consiste en la remoción o incorporación de material terrígeno a fin de llegar a la cota cero que marca el proyecto, como el punto desde el cual se construira la vía férrea.

Corte: Toda excavación realizada a cielo abierto en terreno natural, en ampliaciones y/o abatimineto de taludes, en rebajas de camas y/o coronas, en escalones, en cunetas, contracunetas, en despalmes, etc.

Terraplen: Los terraplenes son estructuras que se construyen con materiales producto de corte o procedentes de bancos específicos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Geomorfología	Unidades de paisaje	Modificación del relieve	Compensación a este impacto con la restauración de superficies afectadas

Modificación del relieve

En el polígono 1, que corre por la zona del valle lacustre (-0+623.28 al 27+849), no habrá un impacto significativo al relieve debido a que no se llevaran a cabo cortes que interrumpan o modifiquen la unidad de relieve; además se reducirán los impactos ya que el tren se construirá en viaductos dentro del derecho de vía las torres de la CFE y del derecho de vía de carreteras ya existentes, por lo que el relieve en algunas zonas ya ha sido modificado por estas obras de infraestructura previas.

Una vez que la construcción se adentre al relieve volcánico, en los polígonos 2 y 3, el tren se desplazara sobre terraplenes y viaductos, por lo que en algunas zonas será necesario realizar cortes para la nivelación del terreno. Estos serán de dimensiones variables alcanzando un máximo de 27 metros de altura, por lo que el impacto sobre el relieve no se puede mitigar, y será permanente e irreversible, incluso para que se recuperen factores como la vegetación o el suelo, bajo procesos naturales, tardaría varios cientos de años; sin embargo se puede llevar a cabo una restauración ecológica inducida de estas zonas afectadas por cortes para mitigar en la medida de lo posible el impacto negativo facilitar la integración al paisaje del ferrocarril.

En el polígono 5 (41+000 al 46+043) por donde cruza el proyecto no se contemplan impactos a la geomorfología, ya que en este tramo el proyecto ocupara el área del derecho de vía de las carreteras existentes como la autopista México Toluca; además de que se construirá sobre viaductos, lo que evitara la realización de cortes que afecten el relieve.

Respecto al polígono 6 (Cadenamiento 46+043 al 57+757), en la primera sección del polígono del inicio hasta el cadenamiento 55+265 se considera que la afectación a la geomorfología será nula ya que el proyecto corre en viaductos sobre un área totalmente urbana. Del kilómetro 55+265 al 56+530, la obra férrea se construirá sobre la Barranca Tacubaya, no se considera que la afectación vaya a ser significativa ya que el tren correrá sobre un viaducto que evitara los cortes; sin embargo considerando que estas zonas ya presentan un alto grado de contaminación y perturbación antrópica, más que un impacto adverso, la construcción podría traer beneficios al sistema ambiental de esta barranca si se toman medidas de rehabilitación y restauración de las laderas afectadas.

ETAPA:	**CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL**

El proceso comienza con la excavación de un tramo de aproximadamente 30 metros de longitud por el método tradicional. Una vez que se tenga el nivel deseado a partir del diseño de mecánica de suelos para asegurar la estabilidad estructural del túnel, se procede a la colocación de la máquina tuneladora, la cual se armó previamente en un área aledaña a la boca del túnel. Esta máquina, además de perforar el túnel permitirá ir armando el encamisado de concreto del mismo (ver imágenes de ejemplo en capítulo II), pues se utilizará tecnología avanzada para construir esta parte del proyecto y así obtener los mejores resultados en el menor tiempo, con minimización de los daños ambientales asociados. Al contar con la estructura final del túnel se puede proceder a colocar la infraestructura de los rieles para el tren y los conductos e instalación de ventilación, iluminación, mantenimiento y monitoreo.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Geomorfología	Unidades de paisaje	Modificación del relieve	• Estabilización de entrada y salida del túnel • Acciones de reforestación

En el polígono 4 el proyecto considera la construcción de un túnel de aproximadamente 5 km de longitud, cuyos portales se ubican en el kilómetro 36+188.52 y en el 40+784.20 sobre el relieve montañoso, lo cual reducirá considerablemente el impacto ocasionado por cortes de terreno ya que el túnel evitara tener que realizar grandes cortes en la montaña. Ello resulta importante en particular en esta zona donde la calidad del paisaje ecológico es alta pues aún hay una considerable superficie de vegetación natural en buen estado, por lo que la conservación de estos sitios es muy importante y ha sido una prioridad en este proyecto. No obstante, para la construcción de los túneles se requiere la excavación de material volcánico, para abrir los portales, por lo que se deberán realizar cortes de terreno dejando las laderas expuestas en ambos portales, lo que se estima que será un impacto poco significativo, ya que será puntual y controlado, procurando todas las medidas adecuadas para evitar caída de material o daños más allá de la superficie requerida para los portales. Por otro lado el material extraído por esta actividad traerá como resultado la generación de una gran cantidad de material de roca resultado de la excavación (residuos de manejo especial), por lo que, la disposición de estos residuos, deberá ser en bancos de tiro autorizados previamente, o utilizados, si cuentan con las características necesarias, para la conformación del terraplén en otros tramos. En caso de que sea necesario llevar los excedentes de material a bancos de tiro estos deberán ser definidos por la contratista, deberán estar ubicados estratégicamente y contar con la autorización expedida por la autoridad ambiental competente.

ETAPA:	**CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**ESTACIONES, TALLERES Y COCHERAS**

El proceso constructivo de las estaciones será manejado mediante la construcción tradicional de inmuebles típicos del ramo, considerados ya en el arreglo del eje de la vía para el adecuado traslado de los usuarios hacia los andenes de acceso al tren.

Para todas las estaciones la solución se propone elevada por lo que se tiene un confinamiento aéreo para tramos de llegada a estaciones. El principal componente del diseño es el tiempo necesario para llegar a la estación por parte del mayor número de usuarios posible. En este sentido, la construcción de estaciones por sí misma no conllevará impactos ambientales sobre el terreno natural. En cambio, los talleres y cocheras serán construidos a nivel, en los sitios que se ha señalado en el capítulo II de este documento, por lo que a continuación se describen los impactos ambientales previstos para ellos.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Vegetación	Hábitat y Ecosistema	Cambio de uso de suelo	Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre

Cambio de uso de suelo

El uso del suelo está determinado por las interacciones en espacio y tiempo de los factores biofísicos (limitantes) como los suelos, el clima, la topografía, etc., y los factores humanos como la población, tecnología, condiciones económicas, etc. Es de preverse que estos procesos socio-productivos conlleven un incremento en la presión hacia los recursos naturales en el mediano plazo, principalmente sobre el agua potable, las superficies para producción agropecuaria, las áreas de reservas territoriales para el crecimiento urbano y el incremento de enclaves turísticos orientados hacia un visitante con altos consumos de agua y energía.

Básicamente el uso de suelo que se tienen en los sitios donde se pretenden construir las obras asociadas como talleres y cocheras, es de uso agrícola, por lo que al construirse estas obras se perderá la vocación natural de estos sitos. A continuación se describen las obras asociadas.

Zona de Cocheras

En la actualidad este polígono o zona de cocheras se encuentra completamente antropizado, ya que es una zona dedicada 100% a la agricultura entre zonas urbanas, con prácticamente nula incidencia de flora o fauna silvestres, por lo que su nivel de conservación natural es prácticamente nulo debido a que no presenta cobertura vegetal silvestre, como se puede observar en la siguiente figura. Los impactos ambientales sobre esta zona estarán principalmente dados por la reducción de la superficie de infiltración de agua, la que, como se explicó anteriormente, será infiltrada en predios aledaños y conducida por drenajes pluviales

fuera del área de cocheras, por lo que en términos netos, la cantidad de agua de lluvia infiltrada será muy similar a la existente actualmente.

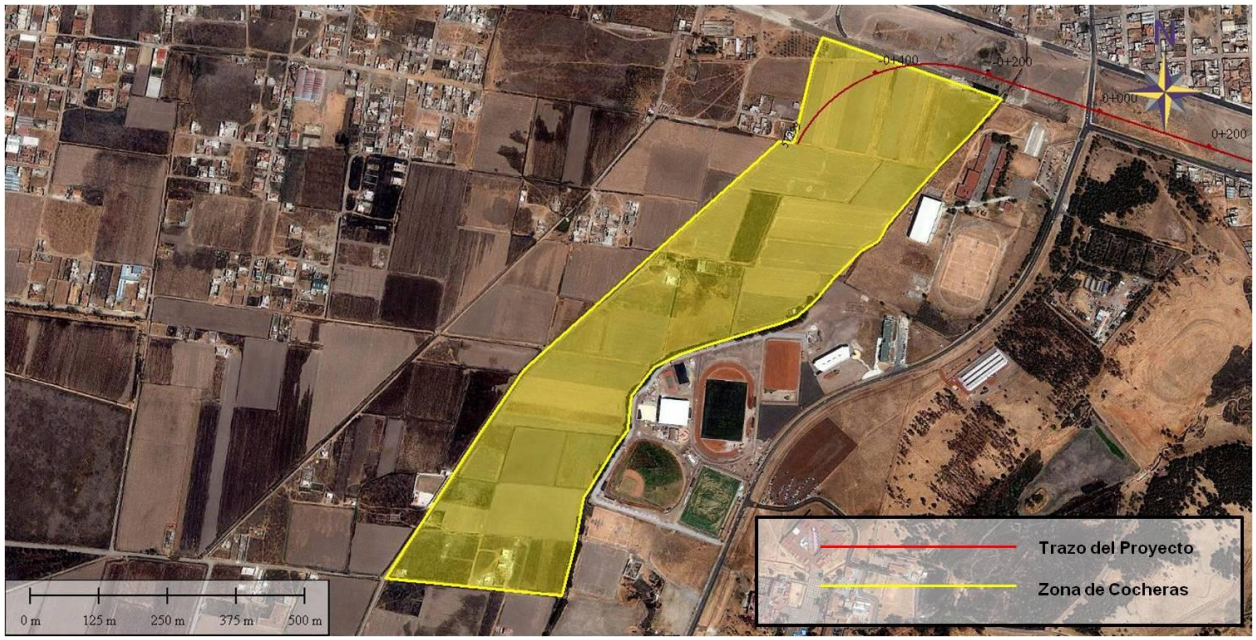


Figura V.15. Zona de Cocheras del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México

Zona de Talleres

Las zonas de talleres estarán ubicadas del cadenamiento 19+700 al 21+400 aproximadamente, entre las localidades San Pedro Tultepec y Las Quillas, pertenecientes a Lerma de Villada, Estado de México. La conversión de terrenos hacia usos agropecuarios es una de las causas más importantes de pérdida de cobertura vegetal en esta región, y como se puede observar en la Figura V.17, el lugar donde se construirán dichos talleres es una zona que antes era dedicada a la agricultura de temporal por lo que se encuentra antropizada; sin embargo, como se puede ver en la Figura están presentes algunos elementos arbóreos de Sauce (*Salix bonplandiana*) y se mantienen dominando los polígonos, individuos de especies ruderales.

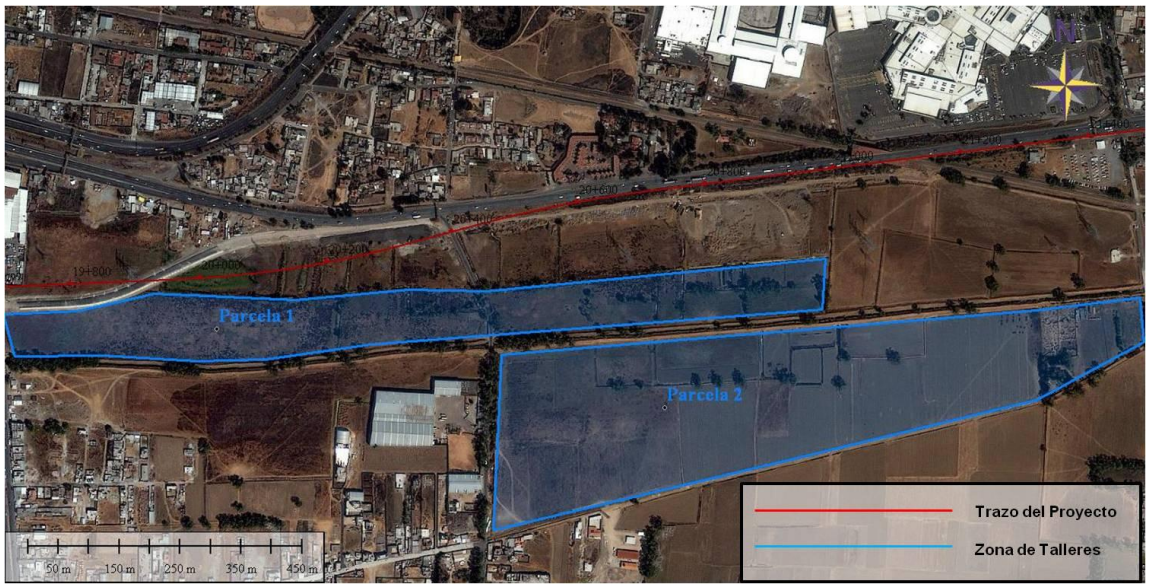


Figura V.16. Zona de Talleres del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México.

ETAPA:	**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**
ACTIVIDAD:	**OPERACIÓN**

La etapa de operación para el presente proyecto inicia sustancialmente cuando comienza a transitar el material rodante y por lo tanto la vía cumple con su función de transporte masivo de pasajeros entre las ciudades de Toluca y México. A continuación se señalan los impactos ambientales identificados para la operación del tren.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Fauna	Aves, mamíferos y reptiles	Mortandad de individuos por atropello	• Pasos de fauna • Instalación de disuadores

Mortandad de individuos por atropello

El atropellamiento de fauna por operación de una vía férrea es el impacto directo más fácil de reconocer en comparación con otros como fragmentación, deterioro del ecosistema y cambio en los patrones de movimientos y comportamiento de la fauna; en especial porque

constantemente se observan los cuerpos de animales muertos sobre las vías y en su derecho de vía siendo que en el mayor de los casos los animales quedan en un estado que dificulta su identificación (Arroyave et al. 2006).

Los estudios sobre mortalidad de vertebrados producida por las infraestructuras lineales se remiten casi exclusivamente, al caso de carreteras y autopistas (Corbet, 1989; Setra 1990; Bennet, 1991; López, 1993; Quadra, 1997) y a las líneas de transporte de energía eléctrica (Scott et al, 1972; Heijnis, 1980; Olendorff et al, 1981; Ferrer et al 1984; McNeill et al 1985; Negro, 1987; Alonso et al, 1994), siendo poca la información referente a la mortalidad que producen las líneas de ferrocarril en los vertebrados terrestres, siendo que con el incremento en el número y velocidad de los trenes, este es un efecto creciente a nivel mundial. Tal es el caso de España, en donde existen datos sobre atropello de diversas especies de aves, mamíferos y reptiles en distintos puntos de líneas de ferrocarril españolas (Peña y Llama, 1997); así como en Canadá, donde se tiene el reporte de consecutivos atropellos de osos, principalmente grizzli, sobre las vías de ferrocarril, pues andan en pos de los granos y bayas que pierden los contenedores y caen sobre las vías.

Por lo anterior, durante la operación es se espera que un importante impacto resulte en el atropello de animales de diferentes taxa que intenten cruzar la vía férrea; pequeños mamíferos y algunos reptiles (principalmente serpientes), además de incluir que existe una baja probabilidad de colisión de mamíferos voladores y aves con los trenes en movimiento. Es importante comentar que el atropello de fauna silvestre durante la operación de este ferrocarril será más probable en aquellos polígonos donde se proyecta la vía férrea a nivel (P2, P3, P4 y una pequeña porción del P1) y en los que se cruzan zonas con vegetación natural, reduciéndose los atropellos de fauna silvestre esperados en zonas perturbadas. Por lo anterior, son estos sitios en donde se deben centrar las estrategias de protección o medidas de mitigación correspondientes a disminuir el riesgo de atropello.

En el caso del polígono 6, no se identificaron especies de fauna silvestre que puedan resultar afectadas durante la construcción y operación del proyecto dado su elevado nivel de urbanización. No obstante hay que mencionar que existe una baja probabilidad de colisión con aquellas aves (oportunistas) que perchen en el cableado o bardas perimetrales (malla) que delimiten la vía y crucen por enfrente del tren al paso de éste. A continuación se presentan las especies de fauna silvestre que se estima tienen una mayor susceptibilidad de mortandad por la operación del proyecto, y hacia cuya protección se han enfocado las medidas de mitigación propuestas para el efecto.

Tabla V.27. Valoración de las especies susceptibles a mortandad para los diferentes polígonos

Especies relevantes	P1		P2		P3		P4		P5		P6	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Hyla plicata												
Pseudoeurycea leprosa												
Sceloporus aeneus												
Sceloporus grammicus												
Sceloporus mucronatus												
Sceloporus torquatus												
Eumeces copei												
Storeria storerioides												
Didelphis virginiana												
Dasypus novemcinctus												
Sylvilagus floridanus												
Sciurus aureogaster												
Spermophilus variegatus												
Peromyscus maniculatus												
Rattus rattus												
Cratogeomys merriami												
Bassariscus astutus												

B. IMPACTOS ADVERSOS GENERALES (QUE PODRÍAN OCURRIR EN TODA LA OBRA)

ETAPA:	**PRELIMINARES**
ACTIVIDAD:	**LIBERACIÓN DEL DERECHO DE VÍA**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Tenencia de la tierra	Cambio de uso de suelo	Pago justo de la tierra

Cambio de uso de suelo

Se debe dar cumplimiento con lo estipulado en el artículo 120 y 121 del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en donde se establece que deberá ser entregado un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) para solicitar el cambio de uso de suelo de terreno forestal por excepción a otro tipo de uso cuando se trate de superficies de vegetación forestal. En este sentido podemos señalar que la promovente se encuentra elaborando los estudios correspondientes y realizando las acciones de liberación de derecho de vía para integrar los ETJ y presentarlos ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos de la SEMARNAT para su autorización, y así cumplir con las disposiciones de Ley.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TODAS LAS ACTIVIDADES**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Servicios públicos	Aumento en la demanda de servicios urbanos	• Contratación de servicios locales y regionales • Implementación de acciones de reciclaje y reutilización de materiales • Talleres y Reglamento de buenas prácticas ambientales

En este impacto se engloban las tres etapas del proyecto ya que todas ellas involucran una demanda de servicios urbanos relacionados con el recurso hídrico, eléctrico y de recolección de residuos.

Recurso hídrico

Relacionado con las actividades de preparación del sitio al usarse para el riego y evitar la dispersión de partículas, en la etapa de construcción se usara para la preparación de los materiales (p. ej. concreto); este recurso además será necesario para el aseo de los trabajadores y la limpieza de equipo y maquinaria, tanto en la etapa de preparación del sitio como de construcción. Finalmente, en la parte de la operación y el mantenimiento será necesario para el funcionamiento del proyecto (estaciones, talleres, cocheras, etc.) que puede asimilarse al uso que se tiene en instalaciones de usos habitación e industrial, como instalaciones sanitarias, zonas de lavado, entre otras. El uso de este recurso deberá contar con la autorización correspondiente.

Recurso eléctrico

Necesario para el funcionamiento del equipo y para el alumbrado durante la preparación del sitio y construcción. La demanda de recurso será mayor en la etapa de operación, por lo que el proyecto tiene contemplada esta necesidad y se realizarán las negociaciones correspondientes con la CFE para su suministro ya que el sistema férreo será propulsado por energía eléctrica, como se comentó en el capítulo II de este estudio.

Residuos

La generación de residuos ocurrirá en todas las etapas del proyecto a lo largo de los seis polígonos por los que cruza, pero se incrementa durante las actividades de abandono del sitio, ya que se generan la mayor cantidad de desperdicio de materiales no utilizados o retirados del sitio, así como aquellos derivados del término de uso de las instalaciones provisionales; mismas que deberán ser retiradas en su totalidad. A estos residuos de obra se suman los residuos sólidos de tipo doméstico que generan los trabajadores en sus actividades de alimentación, los que fácilmente serán mitigados como se indica en el capítulo correspondiente.

Abastecimiento de servicios y disposición de residuos

La obra demandara el abastecimiento de servicios urbanos y sitios para disposición de residuos, que de no estar planeados y previamente autorizados, considerando además fuentes alternas para su abasto, pueden generar un desequilibrio dentro de las zonas urbanas en el SAR, principalmente en las pequeñas poblaciones aledañas que también demandan gran cantidad de estos servicios y que por su consolidación urbana, están cubiertos al momento.

No obstante, por las medidas que se tomaran, mismas que serán desarrolladas en el siguiente capítulo, las actuales técnicas de construcción sobre todos las de prefabricación, podemos señalar que el desarrollo tecnológico de los equipos permite reducir el consumo eléctrico por diversos medios, además de que al ser prefabricados los elementos, estos serán fabricados en plantas específicamente instaladas para tal fin, por lo que se estima que de darse este impacto

por demanda de servicios, será bajo y en situaciones muy puntuales. Asimismo, resultará importante asegurar que exista suficiencia en los servicios de recolección de residuos a fin de no generar un impacto social con ello.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Riesgo y seguridad	Riesgo a la integridad personal y de los bienes de las inmediaciones	• Señalización informativa y preventiva • Plan de contingencias

Este impacto está presente en todas las etapas del proyecto, sobretodo en la etapa de construcción, ya que usualmente en las obras de infraestructura, es en esta etapa donde se presenta el mayor número de accidentes, y mínimo en la etapa de operación, siempre y cuando en los puntos críticos, el ferrocarril se encuentre confinado para protección de la población local.

Riesgo a la integridad personal y de los bienes de las inmediaciones

En la mayoría de las obras civiles existe la exposición a riesgos hacia el personal y bienes que se encuentren en las inmediaciones ya que puede presentarse una situación de riesgo ante la falla de cálculos estructurales o error en los datos técnicos para el montaje de estructuras de gran dimensión y volumen (ballenas/pilas etc.), como ha sucedido en diversas ocasiones en otros proyectos y de los cual existen antecedentes y que han afectado a las personas y sus bienes en las áreas circundantes de los proyectos; situación que ha sido contemplada dentro de este proyecto, tratando en su mayoría de evitar todo tipo de riesgo o inseguridad, ya que también existen antecedentes de obras que han salido con saldos blancos en su realización.

Estos impactos de ser posible se reducirán al máximo con la adecuada planeación y desarrollo de un proyecto ejecutivo con altos niveles de seguridad, por lo que se considera que su afectación aunque es negativa y temporal por estar en función de la duración de la obra, será muy poco factible que ocurra.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TODAS LAS ACTIVIDADES**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Suelo	Calidad del suelo	• Generación de residuos sólido no peligrosos • Generación de residuos peligrosos • Generación de residuos y aguas sanitarias	• Programa integral de residuos • Instalación de servicios sanitarios adecuados

Generación de residuos sólidos no peligrosos (domésticos y de construcción)

En todas las etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento), la presencia del personal que se encuentra en todos los frentes de obra genera desperdicios propios de su ingesta de alimentos, bebidas, entre otros, la cual, de ser dispuesta inadecuadamente, provoca la proliferación de fauna nociva, olores desagradables, y posibles focos de infección; generándose un impacto visual negativo y de sanidad.

Por otra parte, se generan residuos de construcción no peligrosos (residuos de manejo especial) derivados de las instalaciones provisionales, restos de pavimento, concreto, residuos de varilla, tubo, material pétreo, cartón, alambre, madera, entre otros. De dejarse este tipo de residuos sobre el derecho de vía o áreas aledañas al sitio del proyecto provocan un impacto visual negativo, además de que si no se manejan adecuadamente pueden dispersarse y alterar de manera directa y durante su degradación las características del suelo, además de constituir fuentes de contaminantes y sitios donde las personas continuarán arrojando desperdicios, generando un importante impacto acumulativo en el tiempo de no realizarse las medidas adecuadas de manejo de residuos.

Generación de Residuos Peligrosos y manejo de combustibles para recarga de equipos y maquinaria

Durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, el mantenimiento de maquinaria y equipo genera materiales peligrosos, como: aceites gastados, estopas contaminadas con grasas, combustibles y otras sustancias peligrosas. Si no se manejan

adecuadamente los residuos peligrosos puede existir contaminación de suelos en los sitios del proyecto, de igual forma se pueden ver afectados los cuerpos de agua.

Por otra parte, el uso de combustible o cualquier sustancia química, representa un riesgo potencial de contaminación del suelo por derrames accidentales y por descuidos en el momento del abasto de combustible a la maquinaria y equipo de construcción, así como el transporte del combustible al sitio de trabajo. El manejo de estas sustancias deberá realizarse con base en buenas prácticas ambientales, como se presenta en las medidas de mitigación que se plantean al respecto.

Adicionalmente, durante la construcción, operación y mantenimiento se realizarán obras de señalización, incluyendo además la construcción de elementos de concreto que servirán de cimentación a dichos letreros; acciones que no generan impactos de relevancia sobre el ambiente pues ocurren en espacios muy pequeños, sin embargo el manejo de cualquier sustancia siempre estará controlado, particularmente al riesgo de que ocurran derrames de solventes y pinturas por mal manejo o disposición.

Generación de residuos y aguas sanitarias

En todas las etapas del proyecto (preparación, construcción, operación y mantenimiento), es necesario contar con servicios sanitarios para el personal que se encuentra en todos los frentes de trabajo, ya que de no ser así, es posible que se lleven a cabo prácticas al aire libre, poco higiénicas con la subsecuente contaminación de suelo, afectaciones a la calidad del sitio e incursión de trabajadores fuera del frente de obra y hacia terrenos aledaños; además de ser foco de propagación de infecciones gastrointestinales entre los propios trabajadores y con la población aledaña.

Por otra parte, en caso de ser necesaria la instalación de sitios de campamento o comedores en los frentes de obra, se generaran aguas grises y aceites por el lavado de utensilios para la generación y consumo de alimentos que deberán tener el adecuado tratamiento. Asimismo el lavado de ollas de concreto, de maquinaria y equipo deberá realizarse en sitios adecuados y tomando en consideración las medidas correspondientes para que no generen un impacto significativo en el ambiente.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TODAS LAS ACTIVIDADES**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Social	Salud	• Riesgo a la salud de los trabajadores	• Control de servicios para el personal

Riesgos a la salud

En las principales obras civiles existen exposiciones de riesgo hacia el personal, como lo son los de carácter químico, físico, biológico y social, además de factores comunes, como el calor, trastornos musculoesqueléticos o la fatiga[2], estas exposiciones estarán en función a la tarea que realice cada trabajador.

Los riesgos químicos suelen presentarse en forma de humos, vapores o gases, por lo que son transmitidos por el aire, como la inhalación de adhesivos, alquitrán; polvos como el cemento y cal.

Los riesgos físicos son los más constantes y los de mayor cantidad dentro del proyecto, presentándose el ruido principalmente del uso de maquinaria, las vibraciones, las radiaciones, la presión barométrica y los trastornos muscoloesqueléticos, además del riesgo que representa para los trabajadores el realizar su labor a la intemperie sin protección contra el clima.

Dentro de los riesgos biológicos, estos se presentan por exposición a microorganismos infecciosos, a sustancias toxicas de origen biológico o por ataques de animales (serpientes principalmente), siendo el principal riesgo el de contraer enfermedades contagiosas debido a la gran cantidad de trabajadores en los frentes, como gripe, infecciones gastrointestinales, hepatitis ó tuberculosis, entre otras.

Las obras de este tipo suelen detonar el surgimiento de puestos del comercio informal de alimentos en todos los frentes de obra y las proximidades de instalaciones. Estos expendios carecen de infraestructura adecuada, formas de manejo de residuos y agua corriente, con lo que resulta fácil la contaminación de alimentos y la acumulación de desperdicios de los que nadie se hace responsable.

La falta de higiene en los alimentos y el entorno laboral puede ocasionar enfermedades entre el personal, que puede ser fuertemente contagiosas, particularmente enfermedades virales y

[2] Solís Carcaño, 2006. Riesgos en la salud de los trabajadores de la construcción, Ingeniería Revista Académica, mayo-agosto, vol. 10, número 002, Universidad Nacional Autónoma de Yucatán, Mérida, México, pp.67-74.

bacterianas (como rotavirus y hepatitis, entre otras), además de las características enfermedades gastrointestinales. Su propagación fuera de la obra y hacia las zonas urbanas inmediatas puede implicar un importante impacto en la salud del personal y a las poblaciones cercanas, por lo que este resulta un impacto social muy importante de prever para el caso de esta obra.

C. IMPACTOS BENÉFICOS

ETAPA:	**TODAS LAS ETAPAS**
ACTIVIDAD:	**PROCESO CONSTRUCTIVO**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Mercado económico	• Generación de fuentes de empleo • Derrama económica	Prioridad al mercado local

El impacto que incidencia en el mercado económico tiene que ver con la generación de empleos por la absorción de fuerza de trabajo o PEA, ingresos para la población y derrama económica dada por el pago de productos, servicios e insumos necesarios para la realización del proyecto, su puesta en marcha y prestación del servicio. Por tanto, el impacto se considera benéfico, mayormente durante la preparación del sitio y construcción, por la gran cantidad de personal e insumos necesarios siendo de carácter temporal; pero permanente en la etapa operativa. No obstante, la generación de empleo y necesidad de insumos disminuyen en la operación. Además el beneficio se presenta en los seis sitios (polígonos) por donde cruzará el proyecto, pero dependerá en la medida que los pobladores sepan aprovechar las ventajas que proporcionara el servicios y de la oferta que al respecto hagan las contratistas encargadas de la construcción de este proyecto.

Generación de fuentes de trabajo

La mano de obra de la región se verá beneficiada por la demanda de personal que se requiere para realizar las diversas actividades; tanto la calificada como la no calificada. La generación de empleo, durante las etapas de construcción y mantenimiento será temporal y en la operación permanente. Así mismo, los empleos generados absorberán mano de obra no

solo como obreros en los niveles más bajos según la división del trabajo, sino también se requerirá de empleados con cierta especialización, que de acuerdo al análisis socioeconómico existe una disponibilidad de personal técnico que cuenta con las habilidades necesarias deducido por la disponibilidad de planteles educativos en los municipios y delegaciones involucradas en el SAR.

El impacto benéfico será significativo al cubrir parte de la actual escasez de empleos en la región. Por tanto, se beneficiará con este proyecto la mano de obra que actualmente carece de empleo y percepciones económicas, dando beneficio a las familias de la localidad. El impacto se considera alto ya que su efecto espacial alcanzara niveles regionales con lo que la economía se incrementara, por la derrama económica por el pago de salarios, insumos y servicios.

Derrama económica

Durante todas las diversas etapas la economía se verá beneficiada debido a que generará una demanda económica importante a nivel local y regional con un carácter temporal en sus dos primeras etapas y permanentes en la etapa de operación. El material y los servicios que se requiera en las diversas actividades serán absorbidos por el mercado local y regional, generando sinergia positiva entre diversos proveedores, por lo que la economía será favorecida al generarse una derrama económica a nivel regional.

Así mismo, la derrama económica se verá favorecida por los salarios pagados a los trabajadores, ya que estos, en su mayoría gastaran su salario en bienes y servicios locales; así mismo, la derrama económica estará en función del aumento de las relaciones laborales y comerciales entre ambas zonas metropolitanas que conectara el proyecto, por tanto, este impacto puede verse como sinérgico y acumulativo, benéfico y permanente en un alto grado.

ETAPA:	**OPERACIÓN**
ACTIVIDAD:	**PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Servicios de movilidad	Acceso a equipamientos y servicios	Costo accesible y diferenciado

La incidencia en el acceso a equipamientos y servicios será una vez puesto en marcha el servicio de transporte de personas, el cual se considerada benéfico por facilitar la movilidad para un eficiente acceso a equipamiento y servicio y ante las limitantes que representa la ausencia de alternativas de movilidad actuales en el área. El beneficio se presentará a lo largo de todo el proyecto.

Este impacto será benéfico por el costo accesible que tendrá, similar al costo de transporte público actual, con la ventaja de proporcionar mayor comodidad y reducir los tiempos de traslado entre las ciudades de Toluca y México; y todos los puntos que interconecta a través de sus estaciones. Así mismo, el servicio se proporcionara con tarifas diferenciadas según la distancia que se recorra, pero accesible a los usuarios. Adicionalmente, su carácter de accesibilidad, no solo se refiere al acceso al servicio mismo, sino a la interconexión que proporcionara en su ruta, al conectar áreas donde el equipamiento y servicios de educación, salud, recreación, deporte, entretenimiento y cultura son escasos o deficientes con áreas donde la oferta de estos equipamientos y servicios son abundantes y de mayor calidad y cantidad.

La duración de este impacto benéfico tiene el carácter de permanente, ya que el acceso y la movilidad se proporcionaran durante la vida útil del proyecto, y con tendencia a incrementar la infraestructura. Se consideran de magnitud y extensión muy alta ya que el beneficio puede abastecer el resto de la región. Además de tener un carácter alto de sinergismo y acumulativo al complementarse el servicios con los ya existentes.

ETAPA:	**OPERACIÓN**
ACTIVIDAD:	**PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Beneficio social	Incremento de la calidad de vida	No se prevé medida

La Incidencia en la calidad de vida de la población se considera un impacto benéfico, positivo y permanente en todo el proyecto. El incremento en la calidad de vida se observa en los cambios de las condiciones y estilo de vida que puedan ocurrir en los habitantes al momento de verse beneficiados por el proyecto, en primer lugar y en las dos primeras etapas, por la generación de actividades productivas, la derrama económica, los empleos e ingresos y en su parte operativa por el servicio eficiente de acceso y movilidad a los centros productivos, comerciales, equipamientos y servicios, y su complemento a la infraestructura existente.

Cabe señalar que los impactos negativos en la calidad de vida durante la preparación y construcción del proyecto serán menores, temporales y puntuales y los benéficos en estas dos etapas en general serán mayores, también temporales y puntuales; sin embargo, en la etapa operativa los beneficios alcanzarán niveles permanentes y regionales, con magnitud y extensión altos y sinérgicos.

Por tanto, el impacto en la calidad de vida por la materialización del proyecto puede considerarse benéfico y positivo al tener un valor alto en magnitud, extensión, duración, además de impactos sinérgicos y acumulativos de carácter positivo al complementar la calidad de vida existente y generar otros beneficios adicionales.

ETAPA:	**OPERACIÓN**
ACTIVIDAD:	**PRESTACIÓN DEL SERVICIO**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Beneficio social	Conciencia ambiental	Educación ecológica

Conciencia ambiental

Para cubrir este rubro se sugiere que el trayecto de los usuarios por estas instalaciones sea enriquecido tras fomentar la educación ambiental y resaltar el valor natural que tienen las Áreas Naturales Protegidas por las que atraviesa el tren. Dichas áreas son: Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (La Marquesa), Parque Estatal Otomí – Mexica y el Parque Estatal Santuario del agua y forestal subcuenca tributaria río San Lorenzo.

A continuación se proponen varias estrategias para fomentar la educación ambiental dentro de las instalaciones del tren.

- **Colocación de monitores de televisión**

  La instalación de monitores televisivos dentro de los vagones o en las estaciones del tren, similares a los que actualmente se portan en los metrobuses de la ciudad de México, proyectarían documentales a cerca de las especies de flora y fauna presentes en la Sierra de las Cruces y en el Parque nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla (PNIMHC), además también, en estos documentales se resaltaría la belleza paisajística y la diversidad de ecosistemas presentes en estas zonas y así dar a conocer los numerosos e importantes servicios ambientales que nos proporcionan.

Para que la teoría del video se traduzca en una experiencia real, estos videos podrán transmitirse antes de llegar a las áreas naturales para que al momento de cruzar por ellas, los usuarios tengan el conocimiento de lo que observan lo cual inculcaría de manera más fácil sobre los usuarios, el compromiso a conservar el medio ambiente y sus condiciones naturales.



Figura V.17. Ejemplo de la instalación de medios de video en el transporte público para fomentar la conciencia ambiental

- **Uso de imágenes para promover la conciencia ambiental**

Dentro de las instalaciones del tren, se propone colocar imágenes, carteles, fotos, etc., con un alto atractivo visual, que trasmitan mensajes claros y concisos sobre la importancia y necesidad de cuidar el medio ambiente así como los recursos naturales.

Dentro de las ANP por las que cruzara el tren hay una gran variedad de especies tanto de flora y fauna que se reportan como endémicas y bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT, 2010, y de las cuales sería importante resaltar lo relevante de su conservación, en el caso de las plantas se puede mencionar a *Cupressus lusitanica* y a *Saghittaria macrophylla,* las cuales se encuentran bajo la categoría de protección especial y amenazada respectivamente, esta última además es endémica.

Con la ayuda de estos medios visuales se podrá incidir en la formación de una conciencia medioambiental en la comunidad, que se traduzca en la conservación de su entorno natural.



Figura V.18. Ejemplo de la exposición fotográfica en el túnel de la ciencia, metro la Raza, para fomentar el cuidado del medio ambiente y el uso cultural que tienen los recursos naturales.

Estas estrategias servirían para realzar el valor científico, educativo, histórico y de recreo que poseen estas ANP´s.

V.3 IMPACTOS ACUMULATIVOS Y RESIDUALES

V.3.1 IMPACTOS ACUMULATIVOS

En apartados anteriores se presentaron y describieron los principales impactos ambientales que serán derivados de esta obra. No obstante, algunos impactos pueden ocasionar efectos sobre el ambiente que resultan de la **sinergia**[3] entre varias actividades, dando como resultado un impacto mayor que la conjunción de los impactos individuales que produciría cada actividad. En este sentido, se resalta que los efectos sobre la vegetación conllevarán además, efectos sobre la fauna y el suelo. Sobre la fauna por destrucción o modificación de su hábitat (aunque cabe señalar que en este proyecto será mínimo). Asimismo, al eliminar la vegetación el suelo será expuesto y favorecerá su erosión. Este impacto se prevé puede ser importante dada la susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica.

El impacto sinérgico de mayor importancia que puede ocurrir por la construcción del proyecto sería la afectación hacia la fauna, seguido de la eliminación de la vegetación.

[3] Sinergia: Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.

De ahí la importancia de cumplir con las medidas de mitigación propuestas en este estudio y de vigilar estrictamente la realización de las obras (tarea que deberá desempeñar la empresa encargada de la supervisión ambiental de esta obra).

El impacto sinérgico resultará de las actividades de desmonte y despalme de la franja dentro del área de ceros del proyecto donde se alojará la vía férrea, así como la presencia de trabajadores, maquinaria y equipos. Esto conformará una importante barrera física, visual y auditiva para el desplazamiento de los organismos, particularmente reptiles y mamíferos. Esta reducción en el espacio de movilización para los organismos podría repercutir en mayores presiones para el establecimiento de territorios, búsqueda de alimento, efectos sobre las poblaciones de presas que posteriormente se reflejarán como efectos en las poblaciones de depredadores; efectos que al largo plazo y de forma permanente seguirán presentándose una vez que la vía férrea esté construida y en operación, hasta que se alcance un nuevo equilibrio en la distribución de los organismos con respecto a la construcción.

Se restablecerá parte de la vegetación de forma natural y/o con acciones encaminadas a la reforestación, la fauna regresará a las inmediaciones de la vía férrea ya que podrá utilizar esta vegetación, sobre todo para pequeños mamíferos y algunos reptiles, no obstante serán conducidos hacia las obras de drenaje que fungirán como paso para uno u otro lado de la vía.

Otro impacto dentro de este grupo, puede resultar de la acumulación de residuos del desmonte en los frentes de obra ya que ello puede tener un efecto negativo para la vegetación aledaña. No obstante, la aplicación de las medidas de mitigación propuestas eliminará el riesgo de este impacto.

Además de los anteriores impactos sinérgicos, existen otros impactos, los **acumulativos**[4], en los que el efecto sobre el componente ambiental se incrementa en el tiempo, aún después de que la actividad generadora haya terminado. El surgimiento de expendios de alimentos y servicios para los trabajadores en los frentes de obra, si no son controlados por la contratista, con el tiempo, pueden incrementar su densidad hasta convertirse en núcleos de población. Motivo de ello, existirán importantes restricciones para la contratista, estrecha vigilancia de la supervisión ambiental y un reglamento de comportamiento de trabajadores de observancia obligatoria.

La mayoría de los impactos anteriormente descritos, son prevenibles o mitigables e incluso compensables de alguna manera. No obstante, hay efectos que a pesar de la mitigación, permanecerán en el sitio, o en su caso se sumaran a los que antes del proyecto ya existen en la región; a estos impactos se les denomina impactos residuales e impactos acumulativos.

En la siguiente tabla se presentan solo los impactos acumulativos que se consideraron para el proyecto. (Para mayor detalle ver anexo V.2)

[4] Efecto acumulativo: Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incremente con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.

Tabla V.28.Impactos acumulativos que se presentaran con la construcción de la vía férrea.

MATRIZ DE EVALUACION DE IMPACTOS ACUMULATIVOS CONSIDERANDO EL VALOR PROMEDIO DEL ÍNDICE DE IMPACTO AMBIENTAL POR LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO SOBRE CADA FACTOR AMBIENTAL

	Factor	Cuestionamientos para Evaluar el Efecto Acumulativo; considerando los ecosistemas presentes, los recursos naturales a nivel regional y las interacciones entre sus componentes	Actividad del proyecto	Impacto primario	Intensidad promedio del impacto ya con la mitigación que contempla el proyecto					Impacto secundario o terciario	Referente al efecto acumulativo, repercusiones en el SAR e interacciones entre componentes ambientales	Explicación de la Medida Estratégica de Mitigación por aplicar, la que evitará que se dé este impacto acumulativo (en su caso)
					MUY BAJO	BAJO	MEDIO	ALTO	MUY ALTO			
1	Aire	¿Las emisiones, polvo, el ruido y las vibraciones, que se producirán generarán un efecto acumulativo en la situación de la calidad ambiental del aire del área del proyecto y su entorno? ¿tendra consecuencias en la calidad del aire en el SAR o afectará los servicios ambientales que brinda el factor aire?	Desmonte/despalme y terracerías; incluye operación	Incremento en concentración de polvo, ruido y vibraciones en aire	0	1	0	0	0	muy ligera reducción fotosintética de hojas y ligeras molestias a fauna y población	no habra impacto acumulativo con la calidad del aire existente y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre el aire y los demás componentes ambientales, se espera el regreso a condiciones originales del aire en el corto plazo	Control de emisiones de contaminantes y porlvos. Control en los niveles de ruido y horarios de trabajo: Los efectos de las emsiones y ruidos se dispersarán en el ambiente, sin capacidad de modificarlo de forma significativa ni alarmante
2	Suelo	¿La actividad implica sellado y compactación del suelo del terreno ? ¿tendra consecuencias en la aereación, biota o descomposición de la materia orgánica en el suelo dentro del SAR o afectará los servicios ambientales que brinda el suelo?	Desmonte/despalme y construcción de terracerías; incluye todo el derecho de vía	Pérdida de aireación y porosidad del suelo, pérdida de estructura del suelo en la superficie de terreno del derecho de vía donde se realizará la ampliación de la carretera	1	0	0	0	0	por su intensidad, el sellado y compactación del suelo será muy poco probable que derive en impacto secundario sobre biota edáfica y su efecto sería exclusivamente puntual	no habra impacto acumulativo con el sellado y compactación, poca variación sobre condiciones originales de compactación local y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre las propiedades del suelo y los demás componentes ambientales	A fin de evitar el incremento de los procesos erosivos y que en lo futuro pueda afectar áreas circundantes al proyecto, es necesario que el desmonte considere solamente el derecho de vía así como las áreas requeridas para la construcción de campamentos, almacenes, oficinas y patios de maniobra, bancos de material o cualquier superficie que este considerada, autorizada y que sea necesario desmontar. Por tal motivo se deberá evitar desmontar superficies fuera de las mínimas necesarias para albergar estas instalaciones e infraestructura.
3	Suelo	¿La actividad implica perdida de horizonte orgánico con riesgo a iniciar procesos de erosión hídrica? ¿tendra consecuencias en los procesos de erosión del suelo en el SAR o afectará los servicios ambientales que brinda el suelo en el sistema?	Despalme	Pérdida del horizonte orgánico del suelo y vegetación herbácea superficial	1	0	0	0	0	por su intensidad, será muy poco probable que derive en impacto secundario en propiedades fisicoquímicas del suelo y pérdida de estructura. Su efecto sería exclusivamente puntual	no habra impacto acumulativo en el tiempo, poca variación sobre condiciones originales de erosión local y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre las propiedades del suelo, agua, vegetación y fauna	Se deberá de programar el despalme de la obra en época de estiaje para evitar la erosión hídrica sobre los suelos por la falta de una cubierta vegetal que lo retenga y estabilice. En caso de que ocurran precipitaciones tempranas mientras se realiza el despalme, se recomienda desviar el flujo de las escorrentías hacia cauces o superficies de captación.
4	Geoformas	¿La actividad implica perdida o modificación de las geoformas y su susceptibilidad al intemperismo, adicional a la existente en la localidad ? ¿tendra consecuencias en la composicion geomorfologica y unidades geomorfologicas del SAR ?	Cortes y rellenos para lograr la rasante de la obra	Exposición del material del corte y taludes a los factores erosivos como agua y viento. Cambio en la conformación natural del relieve, derrumbes y modificación de unidades morfopedológicas.	1	0	0	0	0	por la topografía de la zona, será muy poco probable que derive en impacto secundario por aumento del intamperismo por exposición del material. La modificación geomorfica es exclusivamente puntual	no habra impacto acumulativo en el tiempo, poca variación sobre condiciones originales de intemperismo de geoformas y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre las geoformas, suelo, agua, vegetación y fauna	En las zonas de corte de talud es importante que la contratista encargada de realizar las obras, elabore diversos estudios geotécnicos y mecánicos para identificar zonas de riesgo tanto por factores naturales como por modificación antrópica, con el fin de implementar medidas adecuadas y obras de mitigación para inestabilidad de taludes durante la construcción. Como medida propuesta para evitar la inestabilidad en los taludes de corte se recomienda hacer la evaluación adecuada del ángulo de inclinación, de acuerdo con las caracteristicas naturales del terreno.
5	Agua	¿La impermeabilización del terreno por la carpeta de la carretera conllevara a derivar la infiltración hacia terrenos aledaños, producirá un efecto neto de disminución de la recarga acuífera en la zona? ¿tendra consecuencias en la recarga del agua en el SAR o afectará los servicios ambientales que brinda el agua subterránea?	Construcción de terracerías y pavimentos; incluye pavimentación de carretera	Impermeabilización por pavimentación de la superficie de terreno en la franja donde se alojara la carretera, no obstante el agua escurre por la carpeta y se infiltra en los terrenos inmediatos del DV	1	0	0	0	0	por su intensidad, será muy poco probable que derive en impacto secundario en efectos sobre plantas o animales, y su efecto sea exclusivamente puntual	no habra impacto acumulativo con los recursos hídricos existentes, poca variación sobre condiciones originales del recurso hídrico y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre el agua y los demás componentes ambientales	Se contruiran obras de dronaje menor y mayor en cantidad y capacidad suficiente de acuerdo a los escurrimientos naturales que existen en la trayectoria del proyecto y adicionalmente a las necesidades que surjan durante la obra.
6	Flora	¿Los efectos ambientales que producirá la obra planteada generará presión adicional en términos de un incremento en la pérdida de cobertura vegetal existentes en la zona? ¿tendra consecuencias en los procesos de deforestación en el SAR o afectará los servicios ambientales que brinda la cobertura vegetal en el sistema?	Desmonte	Pérdida de cobertura vegetal (arbórea, arbustiva y herbácea)	1	0	0	0	0	por su intensidad y tipo de obra, será muy poco probable que derive en impacto secundario sobre la fauna o suelo. Su efecto sera exclusivamente puntual, sobre la vegetación ruderal y animales a lo largo del camino	no habra impacto acumulativo en el tiempo, poca variación sobre condiciones originales de cobertura vegetal local y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre la cobertura vegetal, agua y la fauna	Se contempla un programa de acciones de rescate de flora silvestre y de germoplasma, asi como tambien acciones de restauración y reforestación de las ponas afectadas.
7	Flora	¿La obra ocasionará cambios en la composición de especies o estructura de la comunidad vegetal? ¿existe riesgo de efecto acumulativo por propagación de especies exóticas oportunistas o plagas?	Desmonte/operación	Pérdida de estructura y/o composición florística original de la comunidad vegetal	1	0	0	0	0	será muy poco probable que derive en impacto secundario sobre la estructura y composición de las comunidades vegetales. Su efecto sera exclusivamente puntual sobre vegetación dentro del DV, sin promoción de especies exóticas	no habra impacto acumulativo en el tiempo, poca variación sobre las condiciones originales de la comunidad vegetal y no habra un efecto en el SAR, ni se promovera la incidencia de especies exóticas	Se contempla un programa de acciones de rescate de flora silvestre y de germoplasma, asi como tambien acciones de restauración y reforestación de las ponas afectadas.
8	Fauna	¿La obra proyectada producirá un efecto de obstrucción al desplazamiento de fauna que se acumule con el tiempo? ¿tendra consecuencias acumulativas en el deterioro de comunidades animales en el SAR o afectará los servicios ambientales que brindan en el sistema?	Desmonte/despalme y terracerías; pero principalmente durante la operación	Efecto barrera, interrupción de corredores biológicos y efecto de borde	1	0	0	0	0	por el ancho de corona y tipo de obra, será muy poco probable que derive en impactos secundarios relacionados con el desplazamiento de fauna. Su efecto sera exclusivamente puntual, sobre animales de bajo desplazamiento a lo largo del camino existente	no habra impacto acumulativo en el tiempo, ni se alterarán las condiciones originales de desplazamiento de fauna silvestre y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre la vegetación, habitat y la fauna	Se contempla un programa de Acciones de Rescate y Reubicación de Fuana Silvestre y acciones de restauración del habitat
9	Fauna	¿La obra proyectada producirá un incremento acumulado en el tiempo en la mortandad de animales ? ¿tendra consecuencias acumulativas en las poblaciones de diferentes especies animales en el SAR?	Desmonte/despalme y terracerías; pero principalmente durante la operación	Incremento en el atropello de organismos silvestres y en caza furtiva, contaminación auditiva	1	0	0	0	0	por el ancho de corona y tipo de obra, será muy poco probable que derive en impactos secundarios relacionados con mayor atropello de fauna. Su efecto sera exclusivamente eventual, sobre animales de bajo desplazamiento a lo largo del camino existente	no habra impacto acumulativo en el tiempo, ni se alterarán las condiciones originales de atropello de fauna silvestre y no habra un efecto en el SAR, ni alterará las interacciones entre la vegetación, habitat y la fauna	Para minimizar los impactos potenciales a la fauna derivados por la construcción y operación de una carretera (atropellos, aislamiento de poblaciones, interrupción de corredores, efecto barrera, etc.), es necesario, la construcción de alcantarillas y/o obras que permitan el libre cruce de fauna hacia los habitat que fragmente o divida la carretera, es decir, que la fauna cruce por debajo de la carretera sin riesgo de atropello y pueda acceder a los recursos (alimento, refugio, pareja) que se encuentren de uno o de otro lado de la autopista.
10	Afectación de patrones conductuales	¿El proyecto modificará los patrones conductuales de las poblaciones aledañas de forma creciente? ¿El proyecto tendrá consecuencias sociales acumulativas a nivel del SAR?	Operación	Cambios en patrones de desplazamiento, mayor presencia de personas ajenas a la zona	1	0	0	0	0	por el ancho de corona y tipo de obra, será muy poco probable que ocurran impactos sociales secundarios derivados de cambios en los patrones conductuales de la población. Su efecto sera puntual sobre los predios cercanos al camino	no habra impacto acumulativo en el tiempo, ni se alterarán los patrones conductuales sociales originales en la zona, ni habra un efecto en el SAR. No habra cambios en los patrones de la población aledaña afectada	Aviso previo y oportuno del cierre de caminos existentes y de la realización de actividades de obra. Incorporación de pasos y requerimientos al proyecto
IMPACTOS ACUMULATIVOS TOTALES CLASIFICADOS POR INTENSIDAD DEL IMPACTO					9	1	0	0	0			

Como el proyecto se desarrollar en un 80% sobre zona urbana los impactos mas fuertes ya se dieron hace tiempo, cómo se puede observar en la tabla se generaran 10 impactos primarios los cuales son de intensidad muy baja, relacionados con el incremento en las concentraciones de polvo y ruido, perdida de la superficie de infiltración, generación de aguas residuales y disminución de la recarga acuífera de la zona, cambio en la conformación natural del relieve, pérdida de la cobertura vegetal, cambios en la estructura de la comunidad vegetal, pérdida de la calidad paisajística, efecto barrera, atropello de fauna silvestre en las etapas de preparación del sitio y construcción.

Por la intensidad de estos impactos es muy poco probable que se deriven impactos secundarios, ya que el impacto será puntual dándose en el derecho de vía específicamente, por consiguiente no habrá un efecto en el SAR ni alterará las interacciones entre los componente ambientales.

V.3.2 IMPACTOS RESIDUALES

Para el análisis de los impactos residuales se tomo en cuenta, el momento actual de la zona sin Proyecto alguno, el momento futuro pero sin medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación y finalmente el momento futuro con el proyecto en operación y con la implementación y aplicación de medidas. Aunado al modelo matricial antes mencionado se realizó un índice promedio de impacto residual con mitigación obteniendo el porcentaje de reducción del impacto después de dicha mitigación (Tabla V.29).

Tabla V.29 Identificación de impactos residuales esperados por la construcción de la vía férrea.

EVALUACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL			INDICE PROMEDIO DE IMPACTO SIN MITIGACION	INDICE PROMEDIO DE IMPACTO CON MITIGACION (INDICE DE IMPACTO RESIDUAL)	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO RESIDUAL	% DE REDUCCIÓN DEL IMPACTO DESPUES DE LA MITIGACIÓN
MEDIO ABIOTICO	AIRE	Incremento en los niveles de gases y particulas suspendidas contaminantes	-0.278	-0.188	Muy Bajo	32.5%
	RUIDO	Incremento en los niveles de ruido	-0.240	-0.169	Muy Bajo	29.4%
	SUELO	perdida del recurso edafico	-0.094	-0.094	Muy Bajo	0.0%
		Pérdida de superficie de infiltración y erosión	-0.110	-0.062	Muy Bajo	43.9%
		contaminación del suelo	-0.059	-0.029	Muy Bajo	50.4%
	GEOLOGIA - GEOMORFOLOGÍA	Modificación del relieve por cortes de terreno.	-0.054	-0.034	Muy Bajo	37.4%
	HIDROLOGÍA	Afectación de escurrimientos naturales y pérdida de superficie de infiltración	-0.079	-0.031	Muy Bajo	60.2%
MEDIO BIOTICO	VEGETACION	Pérdida de la cobertura vegetal	-0.081	-0.063	Muy Bajo	22.4%
		Incremento en el efecto de borde	-0.074	-0.053	Muy Bajo	28.2%
		Cambios en la estrucutra y composición florísitca	-0.074	-0.053	Muy Bajo	28.2%
		cambios en la dinámica poblacional	-0.082	-0.058	Muy Bajo	30.0%
	FAUNA	Pérdida o transformación del hábitat	-0.196	-0.145	Muy Bajo	25.9%
		efecto barrera	-0.217	-0.155	Muy Bajo	28.8%
		Interrumpción de corredores bilógicos	-0.219	-0.155	Muy Bajo	29.3%
		Efecto de borde	-0.218	-0.160	Muy Bajo	26.6%
		Atropello de fauna silvestre	-0.276	-0.201	Muy Bajo	27.1%
		Contaminación auditiva	-0.305	-0.213	Muy Bajo	30.2%
		Caza y tráfico de especies	-0.076	-0.063	Muy Bajo	17.5%

Como se puede apreciar en la tabla anterior los impactos residuales tienen una intensidad de muy baja, con un porcentaje promedio de reducción de impactos después de la mitigación del 30.4%, siendo la afectación de escurrimientos naturales el que presenta una mayor mitigación con un 60.2%.

Los impactos a los componentes ambientales provocados por la implementación del proyecto en la evaluación matricial se reflejan directamente en los indicadores ambientales como: el suelo por la modificación de sus propiedades fisicoquímicas, la vegetación y la fauna por el incremento de la fragmentación e incremento en la pérdida del hábitat, así como el incremento del efecto barrera e incremento del atropello de fauna silvestre.

A continuación en la tabla V.30, se presentan solo los impactos acumulativos y los impactos residuales que se consideraron para el proyecto.

Tabla V.30. Descripción de los impactos acumulativos y residuales del proyecto

Tipo de Impacto	Descripción del Impacto	Implicaciones
Acumulativos	Pérdida del recurso edáfico	La pérdida del suelo, conlleva a una afectación significativa acumulativa y residual, debido a adiciona a los efectos que traen consigo la implementación de vías de comunicación en esta zona, además de que no se podrá recuperar todo el material que se extraiga en la zona del proyecto, sin embargo la aplicación del Programa de conservación y restauración de suelo como medida compensatoria, reducirá la significancia del impacto, dado que el suelo rescatado podrá reutilizarse en las superficies a reforestar y sobre los taludes en el derecho de vía.

Tipo de Impacto	Descripción del Impacto	Implicaciones
	Sistema vial y de transporte (etapa de operación)	Este impacto es de carácter benéfico, por sumarse a las demás vías de comunicación existentes en el SAR, coadyuvando en el desarrollo económico, así como turístico de la región.
Residuales	Incremento en la pérdida o transformación del hábitat	Se dará principalmente en el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla en la etapa de preparación del sitio por el desmonte de la superficie del proyecto y continuará en las etapas subsecuentes de este, se considera un impacto residual ya que a pesar de que se prevén medidas de compensación basadas en acciones de restauración y reforestación de diversas superficies, la remoción de vegetación a pesar de ser secundaria y estar representada en su mayoría por arbustos estos son utilizados por individuos faunísticos para su desarrollo (alimentación, reproducción, anidación, entre otros). No obstante de que se apliquen acciones de reforestación de la zona, el crecimiento de los árboles nuevos llevará al menos 2 a 3 años para que conformen una estructura de tamaños similar al hábitat afectado, por lo que se considera que será residual, en tanto no se recupere dicha estructura y composición en la comunidad vegetal.

	Pérdida de la cubierta forestal	Este impacto también es considerado de tipo residual, dado que se contempla remover una extensión de 15.45 ha de superficie forestal por el desmonte que será realizado a lo largo del derecho de vía. Asimismo se acumulará con los impactos de este tipo por la misma actividad en la región, por lo cual cada vez la superficie forestal se reduce. Sin embargo podrán llevarse a cabo acciones de reforestación con la finalidad de compensar la afectación al componente ambiental "Flora" por acción de este impacto.
	Modificación de las cualidades del paisaje	La modificación de las cualidades y características del paisaje natural, se consideró un impacto residual al presentarse en todas las etapas del proyecto por diversas actividades y por permanecer permanentemente en la zona, no obstante se consideran diversas acciones que podrán atenuar las afectaciones a mediano plazo y también dependerá de asegurar la conservación de zonas aledañas al proyecto.

Finalmente en el Capítulo VI, se describen diversas medidas de mitigación que podrán recuperar ciertas afectaciones causadas por el proyecto, sin embargo esto dependerá en mayor grado del tiempo y forma de la aplicación de las medidas de control, prevención, mitigación y/o compensación propuestas para este proyecto.

CAPÍTULO VI

ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

FUNDAMENTO JURÍDICO 3

VI.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 4

PREPARACIÓN DEL SITIO 6
DESMONTE 6
DESPALME 35
INSTALACIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS 51
OBRAS INDUCIDAS 53
CONSTRUCCIÓN 57
CORTES Y TERRAPLENES 57
CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL 58
TALLERES Y COCHERAS 60
OPERACIÓN 60

VI.1.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS ADVERSOS GENERALES (MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA FÉRREA) 65

PRELIMINARES 65
LIBERACIÓN DEL DERECHO DE VÍA 65
PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN 66

VI.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES 79

VI.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO 86

VI.3.1 INSTRUMENTOS PARA EL SEGUIMIENTO Y MONITOREO 87

VI.3.2 DESARROLLO DE INDICADORES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO AMBIENTAL 91

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VI ***"Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional"*** La Fracción IV del Artículo 13 del REIA, establece que la MIA-R debe contener las medidas preventivas y de mitigación de los impactos ambientales identificados para el proyecto, en este sentido, se propondrán la medidas correspondientes y ambientalmente viables de llevarse a cabo, para prevenir, controlar, minimizar, restaurar y/o compensar el nivel de impacto ambiental que se pudiera ocasionar por el desarrollo del proyecto.

De acuerdo al Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, en su CAPÍTULO I, ARTÍCULO 3, Fracción XIII y XIV se consideran las siguientes definiciones:

> **XIII. Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el PROMOVENTE para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente
>
> **XIV. 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.

Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales

Las medidas que son agrupadas dentro de la palabra "Mitigación" buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Sin embargo, estas medidas pueden ser de los siguientes tipos:

1) **De Prevención**.- aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
2) **De Mitigación**.- aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.

3) **De Restauración**.- acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

4) **De Compensación**.- acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias. Las medidas de compensación serán aquellas que cuando no existen alternativas para su prevención o mitigación deberá aplicar una compensación por daños ambientales.

VI.1 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

En los siguientes incisos se presentan una serie de medidas que deberán tomarse en consideración para mitigar los impactos de la construcción del proyecto. Para facilitar el seguimiento de dichas medidas con respecto a los impactos descritos en el capítulo anterior, se conservan los subtítulos de cada impacto identificado, denotándose la mitigación con títulos azul.

En el sistema ambiental se reconoce la interacción entre los diferentes componentes ambientales. La construcción del proyecto inevitablemente tendrá algunos impactos ambientales directos, así como algunos impactos acumulativos y sinérgicos, los cuales fueron descritos anteriormente (capítulo V). Es por ello, que con el fin de disminuir el efecto ambiental adverso de la obra, se han definido medidas de mitigación, prevención y/o compensación que se proponen para un componente ambiental en específico, con lo que se busca beneficiar directa o indirectamente al resto de los componentes del sistema.

A continuación, se describen las principales acciones y/o programas a ejecutar como parte de las medidas de prevención, mitigación, compensación y/o restauración (Tabla VI.1).

Tabla VI.1 Principales acciones y/o programas como medidas de mitigación por componente ambiental

	Factor	Componente	Acciones
1	ATMÓSFERA	Visibilidad (Partículas suspendidas) Nivel de Ruido	Programa de mantenimiento periódico para vehículos, en cumplimiento a las NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-080-SEMARNAT-1994 Control de emisiones de contaminantes y polvo Control en los niveles de ruido Uso de tapiales
2	SUELO	Calidad del suelo Horizontes edáficos	Manejo de residuos de desmonte Acciones de conservación y restauración de suelo
3	GEOMORFOLOGÍA	Unidades geomorfológicas	Estabilización de taludes de corte Integración paisajística del proyecto
4	HIDROLOGÍA	Escorrentías	Protección de escurrimientos Desazolve y construcción de obras de drenaje
5	VEGETACIÓN	Cobertura vegetal Habitat y ecosistema	Acciones de rescate y reubicación de flora Acciones de restauración Supervisión ambiental
6	FAUNA	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre Restauración del hábitat de las especies Capacitación del personal Construcción de Pasos de fauna silvestre Disuadores sónicos para aves
7	SOCIEOCONÓMICO	Desarrollo económico Desarrollo social	Señalización preventiva e informativa Planeación del transporte de infraestructura, insumos, maquinaria y equipo Planeación para la reestructura vial Buenas prácticas ambientales

V.1.1 DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS DE LOS IMPACTOS ESPECÍFICOS O SIGNIFICATIVOS QUE OCASIONARÁ EL PROYECTO

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**
ACTIVIDAD:	**DESMONTE**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Aire	Visibilidad	Incremento en los niveles de gases y partículas suspendidas	Control de emisiones de contaminantes y polvo

Control de emisiones de contaminantes y polvo

La liberación de polvos es inevitable durante las obras de desmonte y particularmente en el despalme, además de que esta se incrementa en la temporada de estiaje. Las medidas que aquí se plantean aplicaran en los 6 polígonos que conforman el proyecto, si bien la mayor afectación, en apariencia se daría en las zonas urbanas, como molestias hacia los vecinos, polígonos 1 y 6, hay que tomar en cuenta que en el resto de los polígonos se puede afectar también a los trabajadores. Asimismo, en la parte del tren que corre sobre el derecho de vía de la autopista México-Toluca se podrían ocasionar accidentes automovilísticos o entorpecer la circulación por polvo, por lo que resulta importante su mitigación.

Para mitigar la volatilización de polvos hacia la atmosfera se recomienda realizar el despalme con el suelo lo suficientemente húmedo para evitar la liberación de estos polvos. Para ello, si la obra se realiza en temporada de estiaje y el suelo está seco, previo al despalme se deberá aplicar un riego o aspersión con agua tratada para cubrir y humedecer toda la superficie a despalmar. Se deberá vigilar y mantener dicho riego cada vez que el material se seque. Para evitar el desperdicio de agua, el riego deberá realizarse con agua tratada procedente de alguna de las plantas de tratamiento en las delegaciones o municipios cercanos. La empresa responsable deberá contar con una constancia expedida por la autoridad competente de que demuestre que el agua utilizada ha sido adecuadamente tratada para el uso propuesto, pues se debe evitar ocasionar problemas de contaminación o dispersión de enfermedades, por el uso de agua que no sea adecuadamente tratada. Para minimizar el desperdicio del agua, es importante mencionar que no es necesario esparcir el agua en toda el área correspondiente al derecho de vía, ya que el desmonte y despalme total solo se realizara en los tramos en que la obra vaya a nivel del terreno y en las zonas donde se coloquen los

pilotes para soportar el viaducto, así como en las áreas de las obras complementarias como son en el emplazamiento de estaciones, talleres y cocheras, así que el riego podrá limitarse a estas zonas, teniendo un especial cuidado cuando las obras se realicen cerca de las zonas urbanas, donde el polvo puede afectar a un mayor porcentaje de la población. Esta medida es aplicable también en todas las actividades que tengan que ver con la circulación de vehículos por superficies que carezcan de carpeta asfáltica y en zonas que tengan que ver con la remoción de suelo; con el fin de disminuir el impacto visual, incrementar la seguridad y prevenir accidentes, estas acciones se deberán realizar a lo largo de todo proyecto férreo pero principalmente en las zonas urbanas de los polígonos 1 y 6 ya que en estas zonas no solo se afectara al personal de la obra sino también a los habitantes de las zonas aledañas. En caso necesario, si la generación de polvos es muy alta, se deberán utilizar tapiales a lo largo de toda la obra para aislar las zonas urbanas con mayor densidad de población y disminuir las afectaciones por el polvo, impacto visual, ruido e incrementar la seguridad y prevenir accidentes.

Como medida adicional que se debe llevar a cabo durante el transporte de materiales será cubrir completamente la caja de los camiones de carga de material con mantas o lonas para evitar que se derramen o caigan los materiales; particularmente importante en los que circulen sobre vialidades pavimentadas ya que los polvos en la carpeta pueden ocasionar accidentes.

Otra medida de prevención que deberá llevarse a cabo es garantizar el cumplimiento de lo que marca la NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.

Asimismo la contratista deberá acatar la norma NOM-045-SEMARNAT-2006 la cual indica los límites máximos permisibles referentes a la opacidad del humo emitido por vehículos que usan como combustible el diésel.

Los vehículos deberán contar con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. Para evitar problemas de contaminación, la constructora no podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, por lo que deberá buscar un taller adecuadamente establecido lo más cercano posible, o llevar a cabo las reparaciones en los sitios asignados para ello dentro de la obra, en donde también se deberá contar con un firme de concreto, una zona de disposición de tambos de aceite y otra para llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Se recomienda llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.





Figura VI.1. Medidas a tomar para el control de emisión de polvos (a) y emisión de gases contaminantes

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Aire	Nivel de ruido	• Incremento en los niveles de ruido	• Control en los niveles de ruido • Uso de tapiales

Control en los niveles de ruido

Las fuentes emisoras de ruido están asociadas a dos orígenes principales:

1) La propia actividad de la maquinaria de ejecución e instalaciones y,
2) El aporte o retirada de material.

Durante la construcción del proyecto, principalmente en las actividades de desmonte y despalme, y en todos los polígonos que forman el proyecto, la empresa que realiza las actividades deberá proveer a su personal de equipos de protección contra ruidos y polvo; además, en frentes de obra cercanos a zonas habitacionales, se deberán observar los límites máximos permisibles en materia de ruido señalados por la legislación federal y estatal correspondientes.

Es importante que los vehículos empleados en cada una de las actividades que conforman el presente Proyecto, cumplan lo estipulado en la NOM-080-SEMARNAT-1994, que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores. Así mismo, es importante que los trabajadores usen tapones auditivos, con la finalidad de evitar algún problema de salud.

Es importante mencionar que la vegetación será una barrera importante para lograr disipar el ruido generado por los motores de los vehículos y maquinaria, inclusive podría amortiguarlo, disminuyendo considerablemente el ruido, causando menos impacto en la población aledaña; claramente esta disipación de ruido por la vegetación no sería relevante en las zonas urbanas por la falta de la misma, pero así mismo tampoco sería intenso el uso de motosierras ruidosas para desmontar en la zona urbana. En caso necesario, si la generación de ruido es alta, se deberán utilizar tapiales durante toda la obra para aislar el ruido de las zonas urbanas con mayor densidad de población y disminuir las afectaciones por ruido e incrementar la seguridad, además de prevenir accidentes. Los horarios de las obras generadoras de ruidos en zonas urbanas deberán respetar los horarios de descanso de la población vecina, según se establece en la NOM antes señalada.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Suelo	Calidad del suelo	• Erosión • Generación de residuos del desmonte/despalme	• Manejo de residuos de desmonte *(Implementación del Programa de Restauración)*

Tanto el desmonte como el despalme generan una gran cantidad de material vegetal residual conformado por raíces, troncos, ramas y follaje de las plantas removidas; se estima de acuerdo a los recorridos en campo, que en la zona urbana del polígono 1 el mayor porcentaje del material producto del desmonte estará conformado por herbáceas y en menor medida arbóreo. En los polígonos 2, 3 ,4 y 5 si bien algunas zonas regionalmente se consideran como forestales, hay que recordar que el proyecto se desplazara por zonas del derecho de vía de las torres de CFE y la autopista México Toluca, por lo que son superficies que presentan degradación antrópica y cuya vegetación arbórea ha sido eliminada como parte de las actividades de mantenimiento de DV; sin embargo en algunas secciones de los tramos antes señalados aún se encuentran elementos arbóreos aislados que deberán desmontarse. Todo este material vegetal deberá disponerse adecuadamente, y no podrá ser dejado en los sitios de maniobra o regado dentro del derecho de vía. Para el caso del polígono 6, prácticamente no se llevara a cabo desmonte de residuos vegetales por lo que no se aplicara esta medida.

El material residual vegetal pequeño (ramas finas, follaje) deberá ser troceado y picado, este material triturado podrá ser incorporado al material del despalme para su uso posterior en la restauración de sitios afectados, mejorando las propiedades y contenido nutrimental del suelo despalmado.

Una opción que podrá considerarse en caso de que no sea necesaria la incorporación de los residuos vegetales al suelo despalmado, será esparcir el material triturado en una capa

fina sobre los terrenos con vegetación natural aledaños para su eventual descomposición por procesos naturales, reincorporando así los nutrientes que estos residuos implican al flujo de materia y energía de estos ecosistemas.





Foto VI.2. Ejemplo del troceo y retiro de residuos de desmonte del sitio

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Vegetación	Cobertura vegetal	• Perdida de la cobertura vegetal (arbórea)	• Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre (*Programa de rescate y reubicación de flora y programa de restauración*) • Acciones de reforestación (*Programa de Restauración Ecológica de aplicación en la Barranca de Tacubaya y en el PNIMHC*) • Supervisión ambiental
	Hábitat y Ecosistema	• Efecto de borde • Cambios en la dinámica vegetal • Cambio de uso de suelo	

Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre

Los trabajos de rescate y reubicación de flora silvestre se enfocaran en los polígonos del 2 al 5 y en las zonas donde se construirán las cocheras y los talleres, dado que en estos sitios se pueden encontrar especies con algún estatus de protección, con base a la NOM-059-SEMARNAT-2010, o especies que cumplan con una función ecológica especifica en los ecosistemas involucrados y que sean susceptibles a ser rescatadas. Por lo anterior resulta importante aplicar estas medidas antes del inicio de cualquier obra relacionada al

proyecto ferroviario, para recuperar en la manera de lo posible, los individuos de las especies presentes.

Se deberá considerar el rescate y trasplante de individuos de especies vegetales (arbustos y árboles) de relevancia presentes dentro del Derecho de Vía del proyecto ferroviario, poniendo especial atención en el polígono 5, específicamente en el tramo entre el Km 45+564 y el Km 45+660; áreas que serán ocupadas por pilas y, en donde se rescatarán y trasplantarán los individuos de vegetación nativa, susceptibles de ser rescatados en función de su tamaño y de la probabilidad de sobrevivencia al trasplante, además de tomar en consideración su estado fitosanitario. En este tramo de aproximados 100 m se han identificado 27 árboles de *Pinus halepensis* formando parte de la ornamentación de la autopista México-Toluca que deberán ser demontados para la construcción del viaducto del proyecto. Esta especie es introducida y exótica a México, por lo que en términos de mejorar la condición del ecosistema, se propone la sustitución de estos árboles, por plántulas lo más grandes posible de especies propias de la vegetación circundante, a fin de dar continuidad a la comunidad vegetal natural. En la siguiente figura se ilustra el tramo del viaducto ferroviario, aledaño a la actual autopista, al que se hace referencia, con lo que se ratifica que el impacto no será significativo en términos de los servicios ambientales de estos árboles, en términos de toda la comunidad vegetal arbórea que rodea la zona.



Figura VI.1. Parte del trazo del proyecto ferroviario que va del Km 45+564 al Km 45+660

Para realizar las ***Acciones de rescate y reubicación de especies vegetales*** se deberá cumplir con lo siguiente:

1. Características y ubicación actual de las especies sujetas de rescate

El objetivo de estas acciones es rescatar en primer lugar aquellas especies que se encuentran dentro de alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 que pudieran ser afectadas directamente por el desarrollo de las obras y actividades del proyecto. En segundo lugar se rescatarán aquellas especies que son características de los tipos de vegetación nativos, y que son elementos conspicuos en la composición florística de las comunidades vegetales presentes, además de cumplir una función ecológica importante para el ecosistema en general; estas últimas estarán sujetas de ser rescatadas y trasplantadas con base en su estado fitosanitario.

En general se deben considerar los individuos de estrato arbóreo y arbustivo que se prevé que serán afectados por las obras de construcción del proyecto ferroviario, considerando como primicia el estado fitosanitario de los mismos antes de realizar cualquier tipo de rescate o trasplante, ya que de lo contrario, lejos de implementar una medida de mitigación que ayude a la conservación del ecosistema, se estaría introduciendo un vector de posible infestación en el mismo.

Básicamente en el área estudiada, donde se construirá el ferrocarril se identificaron 2 especies susceptibles a ser resacadas (Tabla VI.2); mismas que se encuentran bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla VI.2. Especies susceptibles a ser rescatadas.

Familia	Nombre Científico	Categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010
Alismataceae	*Sagittaria macrophylla*	Amenazada/Endémica
Cupressaceae	*Cupressus lusitanica*	Protección Especial/No Endémica

La importancia de cada una de estas especies queda en evidencia en las fichas técnicas de cada una de ellas que a continuación se presentan:

Ficha Técnica de *Sagittaria macrophylla*

Nombre científico: *Sagittaria macrophylla*

Nombre común: Flecha de agua

Familia: *Alismataceae*

Estatus: Amenazada/Endémica



Descripción: Son plantas herbáceas, perennes por la formación de rizomas, estolones y tubérculos. En cada estación de crecimiento, los rizomas producen una roseta de hojas de la cual pueden emerger nuevos estolones como proyecciones alargadas con nodos e internodos que permiten la expansión vegetativa. Estos estolones poseen una yema apical, que según las condiciones climáticas permitirá la formación de una nueva planta o de un tubérculo. Los tubérculos de estas especies y de otras que crecen en ambientes templados permanecen durante la época invernal como estructuras latentes.

Usos: Los tubérculos formados en el invierno por algunas especies del género Sagittaria, así como las hojas, son comestibles y tienen importancia económica en algunas regiones.

Distribución: Se distribuye en el centro de la República Mexicana, en la cuenca del río Lerma y valle de México, por lo que se considera endémica de esta región y del país. Se distribuye en el rango altitudinal de 2,100 a 2,700 msnm, se limita a cinco estados de la República Mexicana: Jalisco, Michoacán, Hidalgo, Estado de México y el Distrito Federal.

Hábitat: Crece típicamente en una gran diversidad de hábitats acuáticos y palustres, predominan en pantanos o ciénegas de agua dulce y de poca corriente.

Otra de las especies que será susceptible a ser rescatada en caso de encontrarse al momento de realizar el desmonte/despalme, es el Ciprés mexicano (*Cupressus lusitánica)* que está bajo el estatus de Protección Especial/No Endémica, por lo que se considera de importancia ecológica. Como se ha mencionado, esta especie no se encontró durante la inspección de la zona del trazo, sin embargo se hace referencia para tener en cuenta ya que se reporta para la región y resulta de gran importancia su rescate en caso de ser encontrada en algún punto al momento de realizar las obras.

Ficha Técnica de la especie *Cupressus lusitanica*

Nombre científico: *Cupressus lusitanica*

Nombre común: Ciprés lusitánico, Ciprés mexicano

Familia: *Cupressaceae*

Estatus: Protección Especial/No Endémica



Descripción: Árbol que puede alcanzar hasta 40 m de altura y más de 100 cm de diámetro normal. El fuste tiende a ser recto, con 80% de madera aprovechable, ligeramente acanalado en la base y con fuerte dominancia apical. Es monoico. Hojas: perennifolio. Flores: la floración se presenta de septiembre a octubre, aunque es una especie de floración temprana, 2 a 5 años, solamente los árboles de 10 a 12 años producen semillas de buena calidad. Frutos: Los conos se encuentran maduros de octubre a enero; la producción de conos es anual, la mejor edad para su reproducción inicia entre los 15 y 20 años. Se encuentra generalmente a 2,500 msnm, en suelos profundos con textura de arcillosa a limosa y bien drenados, se desarrolla en laderas, barrancas, o cimas rocosas principalmente.

Restauración y Protección: En algunos lugares se utiliza en programas de reforestación.

Distribución: Se le encuentra principalmente en la Sierra Volcánica Transversal. Los estados donde se distribuye son Chihuahua, Durango, Sinaloa, Nayarit, Aguascalientes, Jalisco, Michoacán, Guerrero, México, Querétaro, Distrito Federal, Oaxaca, Puebla, Veracruz e Hidalgo.

Hábitat: Bosque de coníferas, bosque de Quercus, bosque mesófilo de montaña.

Evidentemente, es la deforestación y el avance de la frontera agrícola las actividades más preponderantes en el declive de las poblaciones de especies vegetales naturales, lo que ha causado la pérdida progresiva del bosque de oyamel en la región. Esta especie (Abies religiosa) será rescatada cuando el tamaño y las condiciones permitan un trasplante exitoso, ya que se considera de importancia ecológica.

2. Metodologías y técnicas empleadas para el rescate de especies de flora

Con base en los resultados de los estudios de campo realizados y en virtud de que la zona en su mayoría se encuentra en alto grado de perturbación antrópica, se estima muy baja la probabilidad de encontrar especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010; sin embargo a fin de utilizarla en las acciones de reforestación, será conveniente rescatar las especies nativas susceptibles de aprovechamiento, por lo que a continuación se hacen recomendaciones generales para el rescate de flora silvestre:

a. Realizar recorridos de prospección a lo largo de los sitios de afectación directa y georeferenciar los sitios donde se encuentran los individuos de las especies sujetas a rescatar; estos será para los individuos que tengan menos de 2.5 metros, los individuos que superen esta talla, se repondrán con individuos de la misma especie adquiridos en viveros locales, para lo que se recomienda una proporción 1 a 5 (esto es por cada uno a afectar, se repondrán 5).

b. Para los que sean susceptibles a rescatar (árboles y arbustos) completos, en primer lugar se realizará el reconocimiento y selección de sitios en las áreas libres dentro del DV del tendido eléctrico de CFE y el proyecto ferroviario, de manera tal que no interfieran en la operación del tren y en la operación de las torres eléctricas de CFE. Esta área deberá contar con letreros informativos y de protección.

c. Colecta e identificación de muestras. Se realizarán recorridos previos en campo para obtener algunas muestras de las especies susceptibles de rescate, con el fin de identificar aspectos estructurales que permitan su rápida identificación en campo.

d. Marcaje de individuos por especie para su reconocimiento y extracción antes de iniciar las obras y actividades.

e. Para especies que tengan que ser extraídas y trasplantadas, se debe considerar primeramente el estado fitosanitario de la misma, para individuos de gran tamaño se debe tomar en cuenta la poda previa para aminorar su tamaño, el estrés hídrico y facilitar su traslado.

f. La identificación consiste en registrar cada ejemplar a extraer con la siguiente información:

- Especie
- Código de registro individual
- Ubicación georeferenciada en coordenadas UTM
- Estado sanitario
- Altura y diámetro
- Condiciones topográficas
- Fecha de extracción

g. A cada ejemplar identificado se le instalará un arete de plástico que contendrá una clave de identificación para acceso a la información antes mencionada en una base de datos para su seguimiento.

h. Extracción (remoción) y traslado de los organismos seleccionados a los sitios previamente localizados. Este trabajo se realizará empleando herramientas tales como chuzos, palas y tijeras de podar, así como el equipo que se requiera para extraer y movilizar cuidadosamente los individuos. Se procederá a picar con mucho cuidado la zona inmediata a la base del ejemplar, a manera de ir descubriendo la mayor cantidad de raíces posibles sin dañarlas.

i. Trasplante de los ejemplares en los sitios seleccionados. Al igual que el proceso de extracción, en esta etapa se intervendrá lo mínimo posible el sitio de plantación. Para ello se construirán casillas de plantación en forma manual, cuyas dimensiones serán mayores al volumen ocupado por la planta en su lugar original. Ello con el fin de favorecer un rápido arraigamiento de los individuos trasplantados. Luego, se agregará 1 litro de tierra de hoja a la tierra del lugar removida, se hará un remullido del sustrato y se humedecerá antes de plantar. El trabajo de plantación se debe realizar en orden cronológico, de acuerdo con la fecha de extracción de los ejemplares. De esta forma, cada ejemplar se transporta hasta los lugares de trasplante en donde el suelo ya se encuentra preparado.

j. La manipulación de los ejemplares se hará con extremo cuidado a fin de evitar el roce de las raíces con el suelo (machacado), instalándolo en su posición definitiva y construyendo una taza de riego alrededor de éste, para posteriormente capturar el agua de lluvia que le permita sobrevivir. Luego en el reverso del arete de registro que tiene cada ejemplar, identificar la coordenada UTM del lugar de plantación y la fecha de trasplante.

k. Respecto del criterio utilizado para definir la distribución espacial de los individuos trasplantados, se deberá procurar hacerla a similitud de la distribución natural observada en las áreas donde fueron extraídas o donde se van a colocar.

l. Mantenimiento y cuidados posteriores al trasplante en los sitios de disposición final. Se propone que el trasplante se realice en la temporada de lluvias para maximizar las probabilidades de sobrevivencia de los individuos.

m. Las dosis y la frecuencia de los riegos posteriores se definirán considerando el contenido de humedad en el suelo, de tal manera que favorezca en enraizamiento y arraigo de los individuos. Para ello, se tomará en cuenta los antecedentes de experiencias similares.

n. Una vez concluida la actividad de reubicación se realizará el seguimiento cada tres meses durante el primer año y posteriormente cada seis meses durante dos años. El monitoreo de los ejemplares rescatados se realizarán con el fin de evaluar su respuesta a la reubicación y obtener indicadores de éxito, se evaluarán los siguientes parámetros:

- Prendimiento o sobrevivencia
- Estado sanitario
- Color y turgencia del cuerpo
- Estado fenológico

o. Se llevará un registro de las eventuales causas observadas de pérdida o daño, generando programas de reposición en caso de ser necesario. Asimismo se realizará un análisis de causas de pérdida o daño, a partir de las cuales se

propondrán medidas correctivas a ser aplicadas con la consecuente revisión del éxito de estas medidas.

Es importante mencionar que todas estas acciones se deberán detallar en un programa de rescate y reubicación de flora silvestre, que se propone sea elaborado previamente al inicio de las actividades de construcción por personal especializado, con la finalidad de definir con exactitud el número de individuos que podrían removerse y rescatarse, así como su ubicación, las especies, las técnicas para su remoción, sus estados fitosanitario y fenológico, las áreas para su trasplante, hasta los mecanismos para su ulterior monitoreo; pasando por la planeación de los recursos humanos y materiales requeridos.

Acciones de reforestación

Una de las medidas de mitigación es la de reforestar los sitios libres del DV del tendido eléctrico de CFE y del Proyecto Ferroviario, esto se debe realizar de tal manera que no interfieran en la operación del tren y en la operación de las torres eléctricas.

Para lo anterior, se considera la utilización de *Arbustus xalapensis* (Madroño), *Fuchsia microphylla* (Chilco), *Cupressus lindleyi* (Ciprés) y *Ribes ciliatum*, proveniente del rescate y/o adquisición. La reforestación cumplirá varias funciones, por un lado se mitigará el efecto negativo causado por la pérdida de vegetación. Adicionalmente se rescatará parte de la estructura del paisaje así como espacios para la fauna.

Adicionalmente se instalara vegetación en jardineras y áreas verdes en las estaciones del proyecto ferroviario en la parte correspondiente a la zona urbana de Toluca en el Estado de México y el Distrito Federal. En dichas jardineras se propone establecer algunas especies de la familia Crassulaceae, donde se pueden destacar los géneros *Sedum* y *Sempervivum*, mismas que tienen una buena supervivencia, crecimiento, reproducción y sobre todo una excelente capacidad de captura de carbono, lo que genera su alto valor ecosistémico al mitigar los factores que afectan la calidad del aire y de los microclimas.

Obras y acciones de reforestación

1. Deshierbe

Si el terreno presenta problemas de malezas se realizarán deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si este presenta pendientes mayores a 12%, para evitar la erosión del suelo se deberá remover la vegetación solamente en los sitios donde se sembrarán las plantas, franjas o alrededor de las cepas. Esta actividad se realizará por medio de chapeo de la vegetación con machetes, o retirándola manualmente.

2. Subsolado

Se aplicará solamente en el caso de que se presenten capas endurecidas a escasa profundidad, ≤ 15 cm; siempre y cuando los terrenos presenten pendientes ≤ 10%.

3. Trazado

Se dispondrá de las cepas sobre curvas de nivel en un arreglo "tres bolillo" (Figura VI.2), que consiste en intercalar los puntos de plantación de la hilera superior con la de la inferior, y posibilita tener una distribución homogénea del agua que escurre en el terreno en todas las plantas, además de ocupar mejor el espacio. La distancia entre curvas de nivel dependerá de la pendiente y de la densidad de plantación, se recomienda una plantación entre árbol mínima de 1.5m y máximo de 3m.

4. Apertura de cepas (Cepa Común)

El tamaño de las cepas dependerá de las dimensiones del envase que se haya utilizado para la producción de las plantas. Esto implica que las cepas deberán realizarse con 3 a 5 unidades de volumen adicional al tamaño del cepellón de la planta; no obstante, dependiendo de las condiciones del terreno, las dimensiones y tipo de cepas podrán variar, en función de las estrategias de conservación de suelo, de las características del suelo y de las condiciones climáticas.

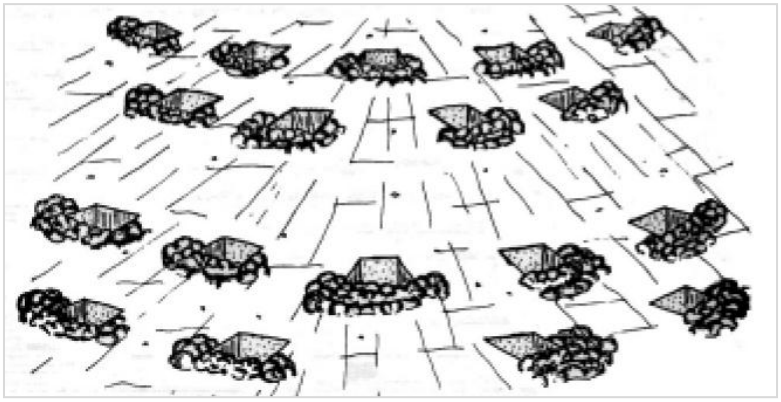


Figura VI.2. Cepas en distribución espacial "Tres Bolillo"

Cepa común: Dimensiones de 40 x 40 x 40 cm. lo anterior es con el fin de que se lleve a cabo una correcta retención y el aprovechamiento del agua de lluvia. La forma de hacer la cepa es la siguiente:

a. Se abre el hoyo de las dimensiones deseadas con una pala. En sitios con suelos muy compactados se auxiliará con pico o barreta.
b. La tierra extraída de las cepas se amontona a un costado de ésta para permitir el oreado de la tierra y de las paredes de la cepa.

c. Se deberá dejar la cepa abierta sólo el tiempo necesario para el secado de la misma.
d. Con el fin de mejorar la captación de agua, podrán construirse zanjas a nivel que interconecten las cepas les distribuya el escurrimiento (Figura VI.4).
e. Si la pendiente es el factor que limita la captación de agua, las dimensiones de la cepa podrán variar, de forma que se construya una cepa alargada en el sentido de la curva de nivel o en su defecto del contorno del terreno. Las dimensiones sugeridas son de 60 a 80 cm. de largo por 30 cm. de ancho y 40 cm. de profundidad.

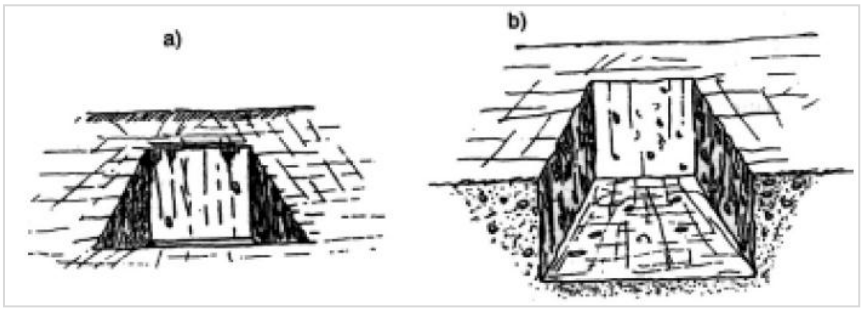


Figura VI.3. Cepa común: a) vista superior, b) vista transversal.

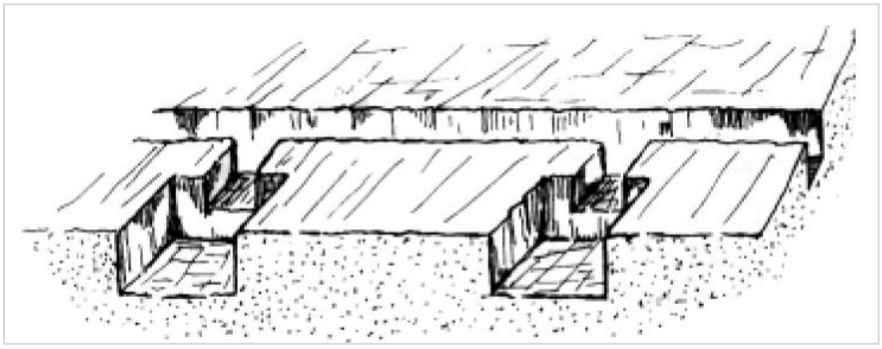


Figura VI.4. Cepas intercomunicadas por una zanja (corte transversal).

Ya sea que se adquieran (compren en algún vivero de la zona) o se utilice la reubicación de los individuos, se seleccionarán las plantas más vigorosas, libre de plagas y enfermedades. Aunque las características físicas dependerán de la especie, existen criterios generales que indican buena calidad de las plantas. La raíz deberá ocupar por lo menos el 50% del volumen total del envase, el diámetro basal del tallo deberá ser ≥ 0.25 cm., la altura total del vástago no mayor a 30 cm., y por lo menos ¼ de la longitud total

del tallo con tejido leñoso, endurecimiento. Se deberá aplicar riego de saturación un día antes del transporte de las plantas.

5. Medio de transporte

Se utilizarán vehículos cerrados, las plantas deberán estar debidamente cubiertas para protegerlas del viento y la insolación y con ello evitar la deshidratación.

6. Método de estibado

Para optimizar la capacidad de los vehículos y disminuir los costos de transporte, se construirán estructuras sobre la plataforma de carga con el fin de acomodar dos o más pisos. En el caso del trasporte de plantas a raíz desnuda, los atados se estiban en cajas. Se debe cuidar que el número de plantas transportadas sea el mismo que va a ser sembrado en la jornada del día.

7. Distancia de transporte

Con la finalidad de evitar que la planta sufra el menor estrés posible, idealmente el tiempo de traslado no debe exceder de 3 horas.

8. Trasplante

El conocimiento de la época adecuada de trasplante es un aspecto de mucha importancia para el establecimiento exitoso de la reforestación.

El trasplante debe coincidir con el momento en que la humedad del sitio es ideal, una vez establecida la estación de lluvias, por lo que la planta contará con mayor tiempo para establecerse antes de que el ambiente la someta a condiciones estresantes, como pueden ser temperaturas extremas y sequía.

Cuando el trasplante es a raíz desnuda se debe cuidar que la planta se introduzca en el hoyo de manera adecuada sin que la raíz sufra estrechez que pueda deformarla. El cuello de la planta (inicio del tallo) debe quedar por lo menos al ras del suelo, o preferentemente un poco por debajo, para prevenir un asentamiento del suelo.

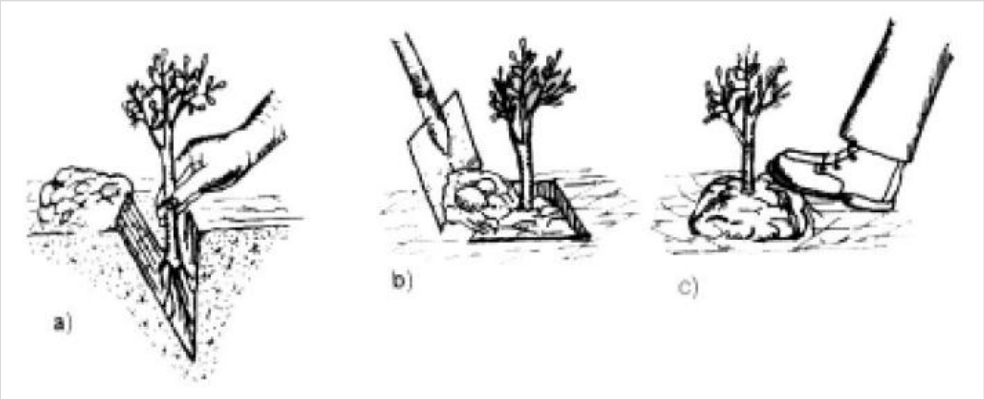


Figura VI.5. Trasplante a raíz desnuda: a) forma de colocar la planta en la cepa, b) rellenado de la cepa, c) apisonamiento de la tierra.

Cuando la planta tiene cepellón, lo más importante es lograr la profundidad de trasplante correcta y que por todos los lados de exista un buen contacto con el suelo. Por ningún motivo se dejará el contenedor o envase (Figura VI.6).

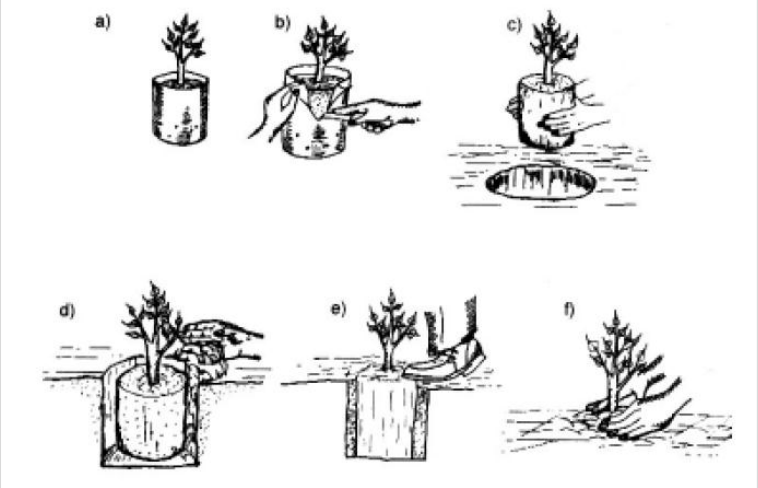


Figura VI.6. Trasplante con cepellón: a) planta en bolsa, b) retiro de la bolsa, c) introducción de la planta en la cepa, d) rellenado de cepa (corte lateral), e) y f) apisonado del suelo.

9. Mantenimiento

Las actividades consideradas como mantenimiento, son todas aquellas que aseguren y faciliten la supervivencia de la planta y su desarrollo.

10. Deshierbe

Es imprescindible eliminar la competencia de plantas herbáceas o arbustivas. Posteriormente al establecimiento de la plantación se deben realizar deshierbes alrededor de las plantas, en un radio de 20 cm en torno a la cepa. Los chapeos se harán bajos, con machete y evitando dañar el tronco del árbol, para lo cual se dejan sin chapear los 10 a 15 cm. cercanos a la base del árbol. Con las limpias, además de controlar la competencia, se reduce el riesgo de plagas, enfermedades e incendios. Se debe hacer estos chapeos una vez por mes según se requiera.

11. Preaclareos, aclareos y cortas intermedias

Para estimular el crecimiento de los mejores individuos de la plantación, se harán cortas para eliminar los individuos mal conformados, plagados, enfermos, muertos o dañados. Se realizará una inspección sanitaria cada bimestre.

12. Reapertura de cepas y reposición de plantas

Para aprovechar al máximo el potencial reproductivo de la plantación, después de uno o dos meses de colocada la planta, se deben reponer las pérdidas, de igual forma se sustituirán las plantas que no sean vigorosas.

13. Construcción y limpieza de brechas corta fuego

Los incendios constituyen el mayor riesgo para las plantaciones, sobre todo fuera de la época de lluvias, cuando los productores agrícolas y pecuarios realizan quemas para eliminar los residuos y promover el crecimiento de retoños de los pastos. Para prevenir daños, además de realizar una vigilancia, se abrirán brechas cortafuego en el perímetro de la plantación de 3 metros de ancho. Se recomienda realizarla en los periodos de Octubre y Noviembre, antes de comenzar las épocas de sequía y evitar la acumulación de materiales combustibles.

14. Manejo técnico y procedimiento de reposición de arbolado

Se debe contar con suficiente planta, en este caso será con el proveedor; esto para contar con la planta necesaria para la reposición de árboles muertos o en mal estado, respetando al estructura y proporción de mezcla de especies determinada.

Se realizaran evaluaciones de sobrevivencia y crecimiento por especie. Se retiraran los árboles que se encuentren plagados, enfermos o muertos, para esto se harán revisiones bimestrales por los técnicos encargados durante el periodo de duración de la construcción del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México, se tomaran datos de altura y diámetro de la plántula en cada parcela, para el crecimiento se marcaran de manera sistemática 10 individuos por hilera (marcando 1 de cada 3 individuos para cada una de

las hileras), los resultados obtenidos se analizaran por parcela, y por especie dentro de cada parcela, con el fin de logran una sobrevivencia mayor al 80%.

Especies recomendadas para las acciones de reforestación

Haciendo una revisión de las especies mexicanas propias de la zona y aquéllas que se estima resultarán con mayores probabilidades de sobrevivencia a la plantación, que pueden ser adquiridas en viveros locales y que además tienen atributos estéticos que brindarían un aspecto agradable en las áreas verdes del ferrocarril se han seleccionado algunas que a continuación se señalan. Cabe precisar que ésta selección es preliminar y se extiende como una aproximación para la mitigación del impacto por pérdida de vegetación; no obstante, las especies propuestas serán incrementadas en las recomendaciones de un Programa de Rescate y Restauración de Vegetación que se elaborará para este proyecto, mismo que se deberá presentar ante la DGIRA para su aprobación.

Ficha Técnica de la especie *Arbutus xalapensis*

Nombre científico: *Arbutus xalapensis*
Nombre común: Madroño
Familia: *Ericaceae*
Estatus: Ninguno



Descripción: Son arbustos o árboles que alcanzan un tamaño de 5–10 m de alto, ramas rojizo piloso-glandulares, la corteza desprendiéndose en láminas delgadas. Hojas alternas, ampliamente oblongas a ovadas u ovado-lanceoladas, 6–10 cm de largo y 3–5 cm de ancho, ápice agudo, base redondeada o ligeramente atenuada, truncada a raramente subcordada, haz glabra, envés escasa a densamente rojizo tomentoso a glabrescente, margen entero o dentado en su tercio inferior; pecíolos 1–3 cm de largo, densamente pilosos en general con tricomas con glándulas en los ápices. Inflorescencias terminales, paniculadas, ramas 2–4 cm de largo, densamente tomentosas y con tricomas con glándulas en los ápices, brácteas florales 3–4 mm de largo, pedicelos 4–5 (–9) mm de largo, densamente piloso glandulares, basalmente bibracteolados, bractéolas 2–3 mm de largo; lobos del cáliz ovados, obtusos, 1.5–2 mm de largo, fuertemente reflexos en el fruto, densamente pilosos con tricomas sin glándulas; corola urceolada, 5–7 mm de largo, glabra, blanca; estambres 3 mm de largo, filamentos densamente vellosos en su mitad inferior, anteras dorsalmente espolonadas; ovario glabro. El fruto es una baya globosa, de 5–7 mm de diámetro, roja.

Usos: En Baja California Sur es útil para quitar la fiebre a los niños, para ello hierven las ramas o las hojas y con esta agua se baña a las criaturas. Para curar el dolor de estómago, este mismo preparado se toma las veces que sea necesario hasta que desaparezca el problema.

Distribución: Se presenta desde Estados Unidos (oeste de Texas) a Nicaragua.

Hábitat: Especie ocasional a frecuente en bosques de pino-encinos, a una altitud de 800–1500 metros.

Ficha Técnica de la especie *Fuchsia microphylla*

Nombre científico: *Fuchsia microphylla*
Nombre común: Chilco
Familia: *Onagraceae*
Estatus: Ninguno



Descripción: Las hojas son opuestas en grupos de 3-5, lanceoladas simples aunque normalmente presentan márgenes serrados (enteros en algunas especies), de 1-25 cm de longitud, y pueden ser tanto hoja caduca como hoja perenne dependiendo de las especies. Posee diversos matices o colores: las hay con cáliz desde blanco a fucsia intenso. Las flores son colgantes, de pedúnculos largos que las hacen mirar hacia abajo. El cáliz es cilíndrico, con cuatro lóbulos y corola de cuatro pétalos. Tienen forma de unos decorativos pendientes, que florecen con profusión en el verano y en el otoño, y todo el año en las especies tropicales. Tienen cuatro sépalos alargados y estrechos, y cuatro pétalos cortos y anchos; en muchas especies los sépalos son de color rojo brillante, y los pétalos de color púrpura (combinación de colores que atrae a los colibríes que las polinizan), pero los colores pueden variar de blanco a rojo oscuro, azul púrpura, y naranja. Unas pocas especies tienen tonos amarillos. El fruto es una baya pequeña (5-25 mm) rojo-verdosa oscura a rojo intensa, es comestible y presenta numerosas semillas pequeñas en su interior.

Distribución: La gran mayoría de estas plantas se encuentran en Sudamérica, pero algunas llegan hasta Centroamérica y México, y algunas hasta Nueva Zelanda y Tahití.

Ficha Técnica de la especie *Cupressus lindleyi*

Nombre científico: *Cupressus lindleyi*
Nombre común: Ciprés
Familia: *Cupressaeae*
Estatus: Ninguno



Descripción: Árbol arborescente corpulento, perennifolio, de 10 a 30 m (hasta 40 m) de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 60 cm (hasta 1 m). **Copa / Hojas:** Copa cónica, su sombra es densa. Hojas en forma de escamas con ápice agudo, imbricadas, de cerca de 2 mm de largo por 1 mm de ancho, verde azulado oscuro. **Tronco / Ramas:** Tronco recto. Ramas extendidas algo ascendentes. **Corteza:** Corteza de color gris o pardo rojizo, desprendible en bandas largas y estrechas, resinosa. **Cono(s):** Los conos masculinos son ovales de casi 4 mm de largo y color amarillento, en la parte terminal de las ramillas. Los conos femeninos globosos, de 8 a 16 mm de diámetro, café-rojizos, en las axilas de las ramas, dehiscentes. La producción precoz de conos masculinos caracteriza al género. Estos se llegan a desarrollar en los primeros años y los femeninos en árboles de casi 10 años. Aproximadamente 70 semillas por cono. **Semilla(s):** Semillas angulares e irregulares, de 6 a 7 mm de largo y 4 a 6 mm de ancho, aplanadas. **Raíz:** El sistema radical tiende a ser profundo en los sitios secos. Las plántulas desde el primer año tienen una raíz central bien definida y numerosas raíces laterales. **Sexualidad:** Monoica. **Suelos:** rocoso, aluvión, profundo con humus, profundo sedimentario, somero, roca caliza, roca ígnea, arcilloso, suelo algo ácido, arenoso, franco arenoso, franco arcilloso.

Usos: En Baja California Sur es útil para quitar la fiebre a los niños, para ello hierven las ramas o las hojas y con esta agua se baña a las criaturas. Para curar el dolor de estómago, este mismo preparado se toma las veces que sea necesario hasta que desaparezca el problema.

Distribución: Sierra Madre Oriental. Se conoce de Sonora y Tamaulipas a Veracruz y Chiapas. Amplia distribución en el Valle de México. Altitud: 1,300 a 3,000 m.

Hábitat: Crece en una amplia gama de condiciones ambientales, laderas húmedas de cerros, arroyos, barrancas y huertos familiares. Región climática subhúmeda, habita en sitios donde la temperatura promedio anual es superior a los 12 °C y la precipitación anual entre 1,000 y 3,000 mm.

Ficha Técnica de la especie *Ribes ciliatum*

Nombre científico: *Ribes ciliatum*
Nombre común: Capulincillo, Ciruelillo
Familia: *Grossulariaceae*
Estatus: Ninguno



Descripción: Arbusto de hasta 5 m de alto, sin espinas; ramillas glabras o puberulentas y glandular-pubescentes y glabrescentes; hojas por lo común agrupadas cerca del ápice de ramillas cortas (braquiblastos) o con menos frecuencia solitarias y distantes entre sí, peciolo delgado, de 0.4 a 3.5 cm de largo, viloso y densamente glandularpubescente, base abrazadora, con pelos glandulares y glándulas resinosas sésiles, lámina suborbicular, de 1 a 7.5 cm de largo y de 1.5 a 7 cm de ancho, 3(5)-lobada, lóbulos agudos o a veces obtusos, fina e irregularmente dentados, base cordada, ambas superficies provistas de pelos glandulares robustos, dispersos sobre toda la lámina; racimos pedunculados, péndulos, de 5 a 8 cm de largo, con 25 o menos flores, pedúnculo viloso, glandular-pubescente, brácteas oblongo-lanceoladas, de 6 a 11 mm de largo y de 2 a 3.5 mm de ancho, ápice agudo, margen entero, vilosas y glandularpubescentes, pedicelos de 2 a 7 mm de largo, vilosos y con frecuencia glandularpubescentes; hipantio cilíndrico, blanco-verdoso, de 4 a 5 mm de largo, lóbulos del cáliz oblongos, de 4 a 5 mm de largo, hipantio y lóbulos vilosos; pétalos orbiculares o suborbiculares, de 3 a 4 mm de largo y casi lo mismo de ancho, cortamente unguiculados en la base; filamentos de ca. 1 mm de largo, anteras con una glándula apical en forma de taza; ovario glabro, estilo bifurcado cerca del ápice, de ca. 4.5 mm de largo, glabro; baya globosa, de unos 8 mm de diámetro, coronada con restos del perianto, glabra, de color negro.

Distribución: Se distribuye principalmente desde las partes montañosas altas del centro y sur de México hasta Costa Rica.

Hábitat: Elemento moderadamente frecuente de los bosques de encino, de coníferas y mixtos, también en pastizales y matorrales, con frecuencia cerca de los arroyos, en el norte de Michoacán a una altitud de 2050 - 3150 msnm.

Acciones de restauración (Parque Nacional Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla y Barranca de Tacubaya)

Dado que el proyecto ocupará una porción del parque Insurgente Miguel Hidalgo y Costilla y la barranca Tacuyaba; ambos con un importante grado de deterioro, se han contemplado acciones de compensación ambiental enfocadas a mejorar la calidad ambiental existente en ambos sitios. Estas acciones deben ser planteadas en un Programa de Restauración Ecológica, que se aplicara en sitios estratégicos de ambos parques y en común acuerdo con la autoridad correspondiente a fin de lograr recuperar una cobertura vegetal acorde al tipo de vegetación original. En los siguientes párrafos se presentan las bases técnicas que servirán para la mitigación que se contempla al lograr una restauración exitosa en estos sitios; mismas que serán retomadas y desarrolladas a mayor profundidad en un Programa de Restauración Ecológica para el PNIMHC y la barranca que se desarrollara para el proyecto ferroviario.

La importancia que tiene la restauración ecológica en estos sistemas se deriva de la existencia generalizada de distintas formas de degradación de sus recursos naturales y las condiciones ambientales, que tienen su manifestación en aspectos tales como la pérdida de vegetación y suelos, aguas contaminadas, pérdida de especies originales, entre otros.

Según la Sociedad de Restauración Ecológica, define la restauración ecológica como "El proceso de alterar intencionalmente un sitio para establecer un ecosistema". La meta de este proceso es imitar, dentro de lo posible, la estructura, función, diversidad y dinámica del ecosistema específico a restaurar.

Existen tres formas básicas de restaurar un área degradada:

• *Recuperarla*: Volviendo a cubrir de vegetación la tierra con especies apropiadas,

• *Rehabilitarla*: Usando una mezcla de especies nativas y exóticas para recuperar el área,

• *Restaurarla*: Restableciendo en el lugar el conjunto original de plantas y animales con aproximadamente la misma población que antes.

Mecanismos de Restauración Ecológica que deberán ser considerados para ser integrados y detallados en el Programa de Restauración Ecológica.

1.- Reforestaciones

Las actividades de reforestación a través de plantaciones arbóreas y sistemas agroforestales restablecen la cubierta de árboles en tierras taladas, pero no sustituyen a los bosques, pues éstos son más eficaces para mantener las funciones ambientales y conservar la diversidad biológica y además pueden proporcionar una fuente de ingresos más estables. Sin embargo, las labores de reforestación se justifican en tierras previamente arboladas en proceso de degradación como las que nos atañen, pero que no ha perdido su capacidad productiva, de tal modo que sea posible el desarrollo de diferentes tipos de especies vegetales en diferentes combinaciones (plantaciones forestales, sistemas agroforestales y otros).
Varios autores señalan que entre los aspectos que se deben observar para optimizar las actividades de reforestación, son básicos los siguientes:

1. La existencia de beneficios directos e indirectos que sobrepasan los costos de su establecimiento. Una plantación puede justificarse con el beneficio indirecto que produce, por ejemplo, cuando el bosque está en capacidad de desempeñar determinadas funciones de protección (del agua, del suelo y otros).

2. Como regla general, vale decir que donde no puede existir un bosque natural, no se debieran realizar intentos de reforestación. Si el bosque falta por causas naturales en sitios donde las condiciones ambientales son muy desfavorables para especies nativas se puede pensar en una reforestación sólo en el caso de que se logren eliminar los factores que impiden el establecimiento del bosque.

3. Cuando las causas de deterioro del sitio son antropogénicas, las reforestaciones no deben ser iniciadas antes de haber eliminado confiablemente los factores que impiden una repoblación natural.

4. La labor de reforestación puede basarse en gran medida en diversas especies locales.

5. Las especies exóticas deben ser usadas en la reforestación solamente cuando los objetivos primarios sean la protección de suelos y la producción forestal, y cuando la especie exótica sea claramente superior a la especie local para estos propósitos.

2.- Sucesiones Secundarias

Se reconocen dos tipos de sucesiones, dependiendo del tipo de substrato que la vegetación coloniza. Las sucesiones primarias son aquellas que se desarrollan sobre substratos que nunca antes tuvieron vegetación. Las sucesiones secundarias son aquellas que se desarrollan sobre sitios que son abandonados después que su vegetación natural ha sido completamente destruida. Las sucesiones secundarias se inician más comúnmente

en tierras que son cultivadas durante un tiempo y luego se abandonan. Sin embargo, cualquier fenómeno natural que destruya un bosque inicia también una sucesión secundaria.

Por su naturaleza, son las sucesiones secundarias las que adquieren relevancia en los procesos de restauración de tierras. Estas ocurren sobre un suelo ya desarrollado el cual es relativamente favorable para la colonización de las especies secundarias, además de tener propágulos de las mismas (en el banco de semillas, tocones, etc.). Sin embargo, el éxito depende del grado de degradación del sitio que, entre otros factores, depende de la fertilidad básica del suelo y el tipo y la duración del uso. En términos generales, para considerar un modelo de sucesión secundaria aplicable, las fases sucesionales que debe comprender el modelo son:

1. Primera fase en los primeros meses después del abandono, el sitio es colonizado por especies pioneras herbáceas y arbustivas que forman una comunidad baja que puede ocupar el sitio hasta dos o tres años; a menudo las especies heliófitas efímeras se establecen rápidamente durante esta fase.

2. Segunda fase las heliófitas efímeras forman una comunidad de muy baja riqueza florística y dominada por una o pocas especies. Crecen rápidamente formando un dosel cerrado, a veces dentro de los dos o tres años después de abandonado el sitio y eliminando las especies de la primera fase por su sombra.

3. Tercera fase las heliófitas durables crecen rápidamente después de la desaparición de las efímeras, alcanzando hasta 25-30 cm de DAP a los 10-15 años y 50 cm de DAP a los 25 años. Al igual que las heliófitas efímeras, las heliófitas durables dominan el bosque secundario hasta la decadencia de sus poblaciones, lo que puede significar una fase entre tal vez 30 y más de 100 años de duración.

Las actividades anteriores se deben especificar y detallar en un Programa de Restauración, seleccionando las metodologías más adecuadas a utilizar.

Supervisión ambiental

Básicamente una Supervisión Ambiental de obra debe de efectuar el seguimiento y monitoreo de los trabajos para comprobar que la realización de las obras se enmarquen dentro de los requisitos ambientales y sus resultados correspondan con los contemplados dentro de la presente MIA-R y su respectivo resolutivo emitido por las autoridades ambientales correspondientes; así como diseñar y recomendar a la constructora, los correctivos necesarios en caso de aplicar.

Desde el inicio de las actividades se deberá contemplar que la superficie por afectar sea estrictamente la necesaria y autorizada, respetando a las áreas que no vayan a ser

requeridas para el desarrollo de la construcción y/o actividades de ésta. No se permitirá el el derribo forestal sin los permisos correspondientes en materia de impacto ambiental y de cambio de uso de suelo; por lo que se llevará a cabo la vigilancia por un tercero para verificar la adecuada aplicación de las medidas de mitigación, de los programas de restauración y de rescate de flora, que se extraigan adecuadamente las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en caso de encontrarlas y que verifique la obtención y validez de los permisos, así como la vigilancia de las actividades durante y posterior al marqueo. Se deberá vigilar que las obras no rebasen el límite del derecho de vía, demasías y las poligonales forestales para las que se haya solicitado autorización. Esta medida se aplicará durante todo el proceso de desmonte y despalme, así como a lo largo del proceso constructivo del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México para garantizar un adecuado cumplimiento ambiental.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Fauna	Anfibios Reptiles Aves Mamíferos	• Generación de ruido • Pérdida de hábitat y afectación de refugios, nidos y madrigueras • Mortandad de individuos • Efecto barrera • Efecto de borde • Caza y tráfico de especies	• Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre (*Programa de Rescate y Reubicación de Fauna*) • Restauración del hábitat de las especies • Capacitación del personal

Acciones de rescate y reubicación de fauna silvestre

Como medida de mitigación para evitar que la fauna sea afectada por la caza, tráfico y mortandad por atropello de maquinaria, vehículos y personal que participe durante construcción del proyecto, se deberá contar con un **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**, enfocado primordialmente a la protección de las especies que se listen dentro de la normatividad nacional mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010). A continuación se presentan las especies protegidas que han sido reportadas para la región del proyecto, las que si bien no fueron identificadas dentro del área del trazo ferroviario, si han sido reportadas por diversos autores y se observaron e identificaron en las zonas aledañas al mismo y dentro del SAR:

Protección especial (Pr): Ajolote de Lerma (*Ambystoma lermaense*), Tlaconete morelense (*Pseudoeurycea altamontana*), Lagartija alicante del Popocatépetl (*Barisia imbricata*), Lagartija escamosa de mezquite (*Sceloporus grammicus*), Eslizon de Cope (*Eumeces copei*), Tortuga pecho quebrado mexicana (*Kinosternon integrum*), Gavilán pecho rufo (*Accipiter striatus*), Gavilán de Cooper (*Accipiter cooperi*), Aguililla cola blanca (*Buteo albicaudatus*), Clarín jilguero (*Myadestes occidentalis*).

Amenazadas (A): Rana de árbol plegada (*Hyla plicata*), Salamandra pie plano común (*Chiropterotriton chiropterus*), Salamandra pinta (*Pseudoeurycea cephalica*), Tlaconete leproso (*Pseudoeurycea leprosa*), Lagartija cornuda de montaña (*Phrynosoma orbiculare*), Culebra listonada del sur de México (*Thamnophis eques*), Culebra de agua vientre negro (*Thamnophis melanogaster*), Culebra listonada de montaña cola larga (*Thamnophis scalaris*), Pato mexicano (*Anas* platyrhynchos *diazi*), Codorniz-coluda neovolcánica (*Dendrortyx macroura*).

Lo anterior, no excluye a las demás especies de vertebrados sobre la aplicación de acciones de rescate y reubicación, pues la intensión del programa será el rescatar la mayor cantidad de vertebrados terrestres de la zona del proyecto, evitando que puedan ser afectados, sólo que su prioridad es diferente.

El **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna Silvestre**, deberá contemplar una serie de medidas que garantice la mitigación de los impactos en la fauna que se van a generar por el emplazamiento del proyecto, considerando la distintas especies de fauna silvestre y su distribución a lo largo y ancho del trazo ferroviario. A continuación se mencionan algunos de los puntos que deberá contemplar dicho programa:

a. **Evaluación de sitios para reubicación:** Los sitios en donde se llevará a cabo la reubicación de la fauna deberán ser seleccionados de forma estratégica y previa al inicio de obra del proyecto.

Se deberán evaluar diferentes sitios para la reubicación de la fauna de forma conjunta con la autoridad local competente, así como contar con los permisos de los propietarios de los sitios considerados para la liberación de fauna proveniente de las acciones rescate. Estos sitios deberán ubicarse en planos y se deberán establecer los procedimientos para marcar puntualmente la zona en donde se reubicaron los animales proveniente de las acciones de rescate, considerando la el hábitat donde se rescató el ejemplar y donde fue reubicado, la etología de la especies para establecer los mejores horarios para realizar la liberación, minimizar el estrés y dar mayor oportunidad a la especie reubicada a encontrar refugio y evitar su depredación. Una vez identificados los sitios y las especies, y contando con la aprobación de la autoridad y/o los dueños de los terrenos, se deberá tramitar la autorización para el rescate y reubicación de las especies señaladas ante la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT.

b. **Identificación, Ahuyentado y Protección de la fauna:** Previo a las actividades de desmonte, el grupo de especialistas en fauna deberá organizar una brigada para que realice acciones para ahuyentar a la fauna del derecho de vía y áreas circundantes mediante la generación de ruido y persecución. En el caso de observar fauna cerca del sitio de desmonte y despalme, ésta será ahuyentada de manera paulatina hacia áreas alejadas al derecho de vía o áreas de mayor calidad ambiental. Las acciones de ahuyentado deberán ser realizadas de manera periódica durante el tiempo que dure la obra, esto con el fin de mantener a la fauna alejada, ya que algunos organismos suelen regresar al sitio de donde fueron rescatados o ahuyentados.

c. **Captura, rescate y reubicación:** Una vez identificados los sitios de reubicación de la fauna, y considerando aquéllas especies que difícilmente se ahuyentan y las de lento desplazamiento o de hábitos fosoriales, se podrá proceder a la captura de los organismos que se van a reubicar. El rescate y reubicación de fauna silvestre se hará para toda especie presente en el derecho de vía y área de ceros, teniendo atención especial con las especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

La manipulación y rescate de fauna silvestre, debe de ser realizada por personal especializado o capacitado para dicha acción, y que cuente con el equipo adecuado para la captura y manejo de animales de diferentes taxa; especificando las técnicas y métodos de captura de forma específica para cada especie y/o grupo de especies en el **Programa de Rescate y Reubicación de Fauna**. Para minimizar el estrés de la fauna rescatada, se recomienda una liberación en el sitio de reubicación inmediata o cuando menos que no rebasen las 24 hrs en resguardo.



Ejemplo de la manera como debe realizarse el rescate y liberación de un mamífero mediano, en este caso, un tlacuache (*Didelphis virginiana*) en Guaymas, Sonora. Se utilizó equipo especializado y medidas de seguridad para el personal y para el animal.

El animal se liberó lejos del proyecto en una zona con vegetación natural bien conservada y autorizada por la DGVS. Se realizó el registro correspondiente para integración en informe.

Es importante agregar que se espera que muchos organismos salgan al momento de realizar el desmonte y despalme del terreno, por lo que son las actividades en donde se contempla realizar el mayor es fuerzo para el rescate y reubicación de fauna silvestre; no obstante, los animales se desplazan continuamente, por lo que se espera que también en la etapa de construcción aparezcan animales silvestres en las inmediaciones de la obra, por lo que en esta etapa también deberán mantenerse las acciones de rescate.

d. **Conservación in situ de nidos y madrigueras activas:** Procurar la conservación *In situ* de nidos y madrigueras que se encuentren activas (con huevos o crías) dentro del derecho de vía del proyecto, considerando la temporada reproductiva de la especie y el calendario de obra del proyecto. Con particular atención en las especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En función de los resultados del punto anterior, en el caso de que los nidos o madrigueras que estén activas, se procederá a identificar la especie o posible especie a la que pertenece, marcándolas con un banderín. En el caso de que las madrigueras solo sean sitios de refugio, se deberá obstruir la entrada una vez asegurado que los animales no se encuentran dentro, y de ser posible destruir la madriguera con la finalidad de evitar que regrese y pueda ser afectada durante el desmonte y despalme de la obra.

Cabe mencionar que es los Polígonos 2, 4 y 5 en donde se registró la mayor cantidad de especies que pueden resultar dañadas durante la construcción del proyecto (principalmente en las etapas de preparación del sitio y construcción), tal es el caso de anfibios (ranas, salamandras y sapos), reptiles (serpientes, tortugas y lagartijas) y mamíferos pequeños (ratas, ratones, ardillas, tlacuaches, libres y conejos); por lo que estas actividades deberán intensificarse en dichos polígonos.

Restauración del hábitat de las especies

Dado que la pérdida y fragmentación del hábitat es uno de los impactos de mayor relevancia y de forma permanente por el emplazamiento del proyecto; particularmente en las zonas en donde cruza a nivel, se recomienda establecer como medida de compensación un Programa de Restauración Ecológica de aplicación en la Barranca Tacubaya y en el PNIMHC, mismo que deberá ser autorizado por la SEMARNAT y que se ha comentado anteriormente.

La restauración y recuperación de un hábitat, es uno de los aspectos asociados a la reparación de los ecosistemas naturales, como estrategia de manejo, que busca revertir

los efectos de ciertas actividades antropogénicas que originalmente provocaron una degradación del hábitat. El beneficio de estas acciones repercutirá tanto en la distribución de la flora y fauna silvestres, como en la imagen paisajística y calidad ambiental de la zona, además, de incrementar los hábitats de la fauna a mediano y largo plazo.

El programa de restauración, es de suma importancia, para minimizar la pérdida y fragmentación del hábitat, así como compensar el efecto de borde que ocasionara el proyecto, además puede conectar zonas o corredores donde la fauna tenía una distribución natural, pero que actualmente cambiaron sus zonas o sitios de distribución por las actividades antropogénicas generadas en la región, además de los impactos que derivan actualmente por la operación de las vialidades circundantes.

Se recomienda reforestar en los polígonos donde se identificó fragmentación del hábitat (2, 3, 4 y 5) o compensar la pérdida de hábitat en áreas aledañas que mejoren la conectividad entre parches o sitios con buena cobertura vegetal.

Capacitación y concienciación al personal que participe en las diferentes etapas del proyecto

Se deberán impartir cursos de concienciación de los trabajadores para establecer lineamientos sobre protección y conservación de las especies de fauna silvestre presentes en la zona de estudio. Estos cursos deberán de realizarse de manera periódica, principalmente durante la preparación del sitio y construcción del proyecto, ya que con frecuencia el personal que participa en este tipo de obras es remplazado o participa en varias actividades de las diferentes etapas del proyecto; siendo importante comentar que dicha capacitación deberá enfocarse en el personal que participe durante la preparación del sitio (desmonte y despalme del terreno) y la construcción del proyecto (cortes, formación de terraplenes y apertura de túneles), principalmente en los tramos donde se identificó la presencia de especies de lento desplazamiento, hábitos fosoriales y cavadores (Polígonos 2, 3, 4 y 5).

Durante la capacitación, se deberán abordar temas como la fauna silvestre presente en la zona y su importancia para el ecosistema, las medidas de seguridad en caso de encuentro con fauna peligrosa en el área de trabajo y recomendaciones sobre la protección de las especies silvestre, dejando claramente la prohibición a todo el personal, sobre la caza, extracción y/o tráfico de especies de fauna silvestre.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**
ACTIVIDAD:	**DESPALME**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Suelo	Calidad del suelo	• Degradación del suelo • Contaminación del suelo	• Protección contra erosión y degradación de los suelos • Acciones para el rescate y conservación de suelo orgánico producto del despalme (*Programa de Conservación y Restauración de Suelo*) • Manejo de combustibles y suelos contaminados

Protección contra erosión y degradación de los suelos

Para evitar la erosión del suelo dentro del derecho de vía en la zona de terraplén y viaductos que en el futuro pueda afectar tanto la estabilidad de la vía férrea como del área circundante a ésta, es necesario que el desmonte considere solamente la línea de ocupación directa por el proyecto, así como, de las áreas requeridas para obras complementarias (almacenes, oficinas, patios de maniobra, la apertura de caminos de acceso, etc.) en caso de ser necesarias. Por lo que en todos los tramos del proyecto se deberá evitar el desmonte de superficies fuera de las áreas mínimas requeridas para albergar estas instalaciones e infraestructura.

Una vez que la obra concluya deberán restaurarse las zonas que durante las diferentes etapas de la construcción fueron afectadas por el tránsito de maquinaria y otros diferentes usos como patios de maniobras y almacenes, para evitar la degradación y la exposición directa del suelo a procesos erosivos posteriores a la obra. Para esto se propone la escarificación del suelo compactado y posteriormente el inicio de la revegetación.

La escarificación consiste en la disgregación del horizonte superficial del terreno efectuada por medios mecánicos, con el fin de propiciar el establecimiento y desarrollo de especies vegetales que poblarán el suelo. Ello también se puede realizar mediante una arada del terreno.

Por otro lado, durante el despalme se deberán establecer mecanismos y sitios para el acamellonamiento de suelo orgánico que se rescate de las áreas propuestas (ver detalle

más adelante) para este fin según las características y calidad de los suelos removidos durante esta actividad.

El suelo recuperado podrá ser usado como sustrato en el jardinado de las estaciones propuestas y para mitigar el daño ambiental causado dentro de las zonas urbanas de Toluca, Estado de México y Distrito Federal, así como en la reforestación dentro del D.V. de los tramos restantes. Ese suelo también podrá ser utilizado para arropar taludes y lograr una cobertura vegetal herbácea lo más rápida posible.

Acciones para el rescate y conservación de suelo orgánico producto del despalme

Zonas propuestas para el rescate de suelo

A lo largo del proyecto los suelos son diferentes, tanto en su calidad que se relaciona directamente con en el uso que se les da y la vegetación que soportan, como en su espesor. El conjunto de estos factores le dan a cada uno de ellos importancia y valor diferente a la hora de señalar los sitios con suelos propensos a ser rescatados.

Para la selección de los sitios de rescate de suelo, es necesario que estos no presenten degradación severa por lo que no se consideró apropiado proponer el rescate de suelos que han sufrido la perturbación de la actividad antrópica, es decir aquellos presentes en la zonas urbanas.

En campo se analizaron cinco perfiles de suelos y diversos sitios de verificación edáfica con la finalidad de definir tanto las características de los suelos como de las condiciones de topografía, litología, etc., presentes en la zona de estudio y así proponer zonas de rescate para este recurso tan importante. Las descripciones y particularidades de cada perfil de suelo, se encuentran en el Anexo IV.1

En la Tabla VI.3. se señalan los sitios propuestos para llevar a cabo el rescate del suelo, sin embargo previo al momento de ejecutarlo, se deberá realizar un análisis *in situ* por parte del especialista para corroborar que estos cumplan con las características edáficas necesarias para ser conservados y utilizados en las actividades de revegetación, ya sea en el ajardinamiento o restauración de zonas de compensación dentro del Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla. Hay que tomar en cuenta también que la cantidad de suelo a rescatar dependerá de las necesidades que se tengan que cubrir para llevar a cabo la restauración y /o revegetación de las zonas afectadas por el proyecto. Las áreas propuestas están conformadas por 4 tramos ubicados en los polígonos 2, 5 y 6.

Tabla VI.3 Zonas propuestas para el rescate de suelos.

Polígono	Tramo	Cadenamiento inicio	Cadenamiento final	Ha
2	1	28+100	28+350	0.4
5	2	41+500	42+100	0.48
5	3	44+400	45+250	1.36
6	4	55+265	55+950	1.01

El suelo del sitio a rescatarse ubicado en el polígono 2 es de tipo Feozem háplico, son suelos caracterizados por tener una capa superficial oscura, suave, rica en materia orgánica y en nutrientes, estos suelos son muy a menudo usados para la agricultura con buenos rendimientos, sin embargo en este caso la vegetación presente en el lugar es vegetación secundaria de Abies. Estas características en conjunto hacen que el suelo sea adecuado para las acciones de restauración y arrope de taludes, y por lo tanto se procurará su rescate; sin embargo, el volumen de suelo a rescatar y el sitio de acumulación temporal deberán responder a la decisión del ejecutor de las acciones de rescate.



Foto VI.3. Condición del suelo y vegetación del tramo en el polígono 2.

El suelo a rescatarse en el polígono 5, el cual es un lugar con buena calidad ambiental y en el que el suelo corresponde a un tipo Andosol húmico, no presenta compactación, contaminación o alteración de acciones antrópicas, mantiene características físicas y químicas adecuadas para el desarrollo de la vegetación y soportar vegetación natural propia del ecotono entre bosque de Abies y bosque de Pino-Encino. Estas características en conjunto hacen que el suelo sea considerado para ser rescatado; sin embargo, el

volumen de suelo a rescatar y el sitio de acumulación temporal deberán responder a la decisión del ejecutor de las acciones de rescate.




Foto VI.4. Condición del suelo y vegetación del suelo a rescatarse en el polígono 5.

El suelo a rescatarse en el polígono 5, se le atribuye una buena calidad por no estar contaminado, compactado, mantener características físicas y químicas adecuadas para el desarrollo de la vegetación y soportar vegetación natural propia del ecotono entre bosque de Abies y bosque de Pino-Encino. Estas características en conjunto hacen que el suelo pueda ser considerado para su rescate.




Foto VI.5. Condición del suelo y vegetación del suelo a rescatarse en el polígono 5.

El suelo a rescatarse en el polígono 6, corresponde a la zona de la barranca Tacubaya, en esta zona el suelo rescatado se utilizara para el arrope de los taludes en donde se realizaran actividades de restauración, si bien este suelo presenta degradación por compactación, una vez que se apliquen las medidas para la conservación del suelo sus características se restablecerán paulatinamente pudiendo ser utilizados para la reforestación o restauración de estas zonas.





Foto VI.6. Condición del suelo y vegetación del polígono 4 en el tramo 6.

El sitio de emplazamiento o almacenamiento de este suelo deberá ser dentro del derecho de vía, en la zona donde de las obras complementarias o trasladarse directamente a las zonas propuestas para la reforestación, Se recomienda se almacene en puntos con la menor cantidad de vegetación posible. Asimismo, se deberá realizar el despalme exclusivamente entre la zona de ceros que marca el Proyecto.

El sitio de emplazamiento o almacenamiento de este suelo deberá ser dentro del derecho de vía, en la zona de las obras complementarias o trasladarse directamente a los sitios propuestos para la reforestación, se recomienda se almacene en puntos con la menor cantidad de vegetación posible. Asimismo, se deberá realizar el despalme exclusivamente entre el área de ceros que marca el Proyecto.

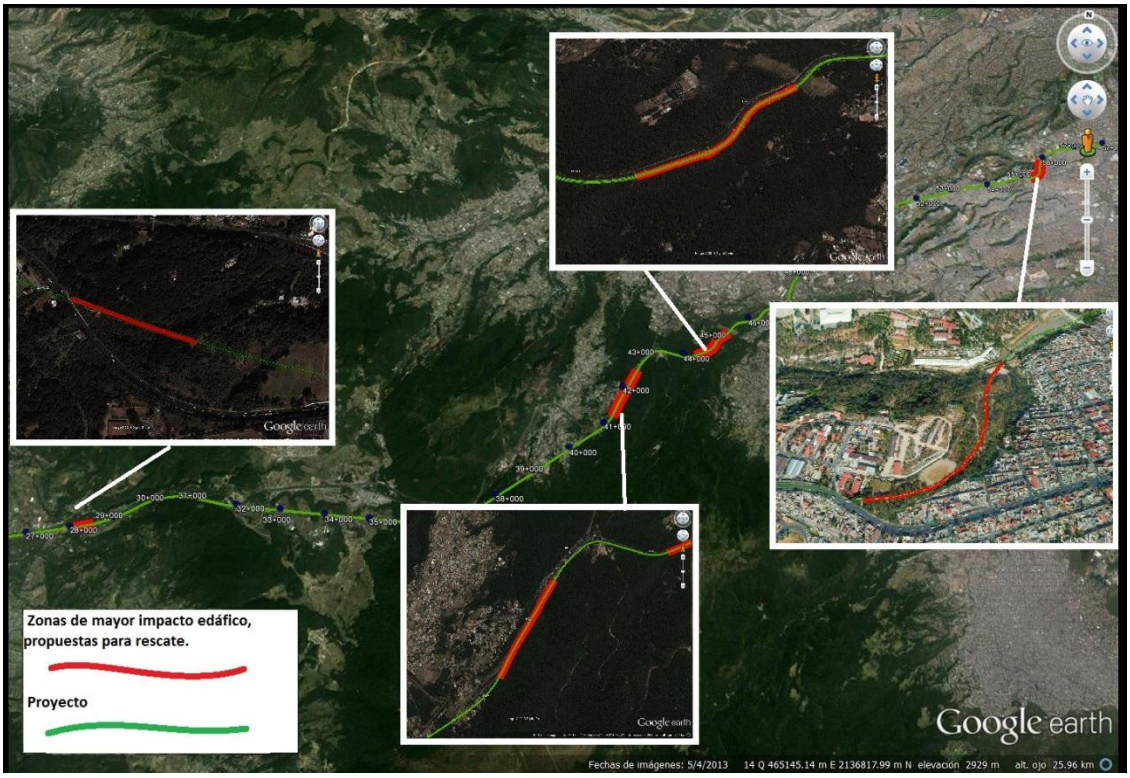


Figura VI.7 Sitios propuestos para el rescate de suelo (Fuente: Google earth, 2013).

Una vez que la constructora lleve a cabo el despalme del suelo en las zonas que por sus características han sido propuestas y seleccionadas para el rescate. (Dentro de los polígonos 2 y 5) se deberán aplicar acciones encaminadas a preservar sus propiedades fisicoquímicas. A continuación se describen las acciones más importantes:

Como primer medida, se debe realizar la limpieza del sitio donde se llevará a cabo el despalme del suelo, las zonas de maniobra o de afectación se deben limitar a las establecidas, por ningún motivo se deberán extender estas áreas más allá de las designadas para este fin.

Previo al despalme se establecerán conjuntamente con la contratista, los sitios para el resguardo temporal del suelo orgánico, diferenciándolos de las áreas de construcción por medio de estacas, cinta preventiva, algún medio visual como letreros, etc. La cantidad de suelo que será emplazada en cada sitio será en base a la planeación que lleve a cabo el especialista.

Realizar el despalme necesario, respetando los límites del derecho de vía. Evitar el despalme en las áreas de almacenamiento temporal del suelo orgánico.

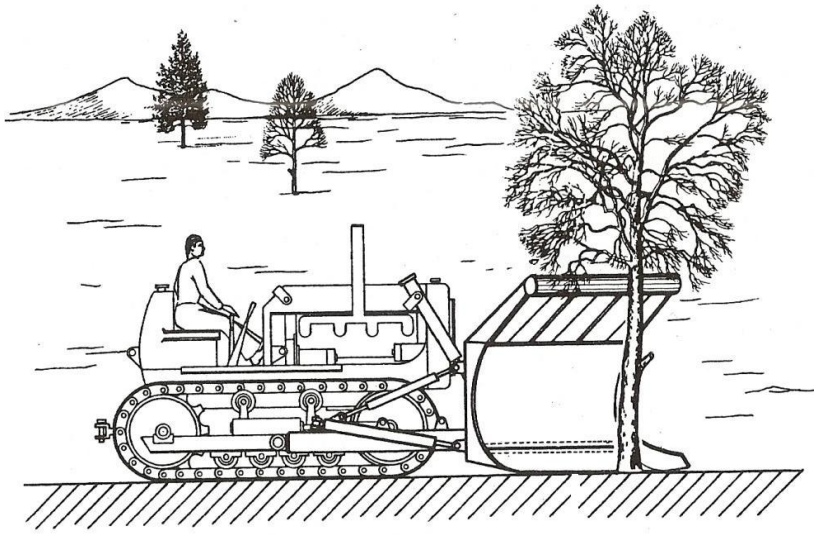


Figura VI.8. Despalme en el área del proyecto.

La capa superficial del suelo orgánico será removida (entre 20 y 30 cm de espesor, en tanto la profundidad del suelo lo permita) utilizando maquinaria adecuada, evitando en todo momento la compactación. La remoción del suelo se hará desplazándolo con cuidado y tratando de compactarlo lo menos posible.

Es necesario resguardar el suelo acamellonado por medio de estacas o colocando un cerco provisional que delimite esta área. Debe evitarse que el suelo sea utilizado como depósito de residuos inorgánicos y de materiales de construcción. De esta forma se conservará de la mejor manera posible. Además se deberá optar por alguna alternativa de protección de la pila de suelo ante los factores erosivos (viento y lluvia), ya sea mediante lonas, plásticos o preferentemente mediante técnicas biológicas a fin de estabilizar su superficie y permitir su conservación en el sitio de acamellonamiento temporal por el tiempo que dure la obra y hasta el momento de su aprovechamiento en las obras de revegetación, restauración y establecimiento de zonas jardinadas y áreas verdes en las estaciones, como se señala más adelante. En este sentido, inmediatamente después de que el suelo sea removido y almacenado, deberá cubrirse con algún material, de preferencia orgánico o biodegradable, durante todo el tiempo que duren las obras de construcción y hasta su reaprovechamiento en el relleno de jardineras o labores de reforestación. Pueden utilizarse los siguientes materiales orgánicos y técnicas biológicas para conservación de suelo removido:

- Acolchado producido con el material de despalme. El material vegetal triturado resultado del despalme, será colocado sobre los montículos del suelo orgánico acamellonado, cubriendo la superficie lo más homogéneo posible.

- Colocación de rastrojos del maíz o desechos orgánicos de otras cosechas. El material vegetal que surge cuando los agricultores llevan a cabo sus cosechas, podrá utilizarse para formar una capa protectora del suelo almacenado. Los residuos se colocarán de forma homogénea y tendrán un espesor suficiente para evitar los efectos de erosión sobre el suelo.

- Colocación de rastrojos del maíz o desechos orgánicos de otras cosechas. El material vegetal que surge cuando los agricultores llevan a cabo sus cosechas, podrá utilizarse para formar una capa protectora del suelo almacenado. Los residuos se colocarán de forma homogénea y tendrán un espesor suficiente para evitar los efectos de erosión sobre el suelo.

- Siembra de semillas de especies típicas de la zona pudiendo ser, herbáceas como son: *Didymaea alsinoides, Salvia aeschenbornii, Senecio callosus* o gramíneas como: *Muhlenbergia quadridentata, M. macroura, Festuca tulecensis* y *Piptochaetium fimbriatum* para que protejan el suelo. Sobre la superficie del montículo de acamellonamiento se sembrarán semillas de las especies determinadas homogéneamente y se propiciará su crecimiento. Se recomienda colocar especies que requieran pocos cuidados en su cultivo.

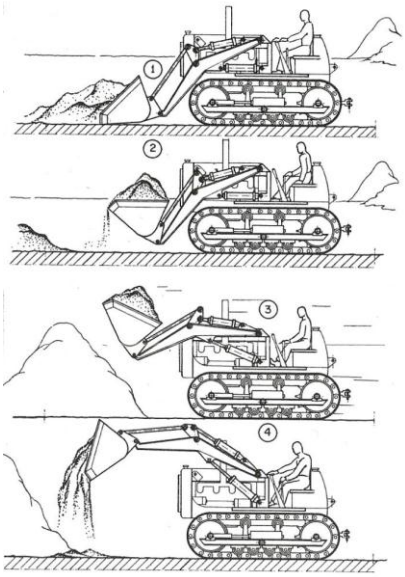


Figura VI.9. Acamellonamiento dentro del DV del suelo removido durante el despalme para su conservación y reaprovechamiento posterior

Estas acciones tienen como propósito generar una cubierta que proteja los suelos. Este es el principio más importante en el manejo sostenible de suelos porque conlleva múltiples beneficios como la reducción de la erosión hídrica y eólica así como la preservación de las propiedades fisicoquímicas. Estas acciones se realizarán inmediatamente después de haber acumulado el suelo para evitar la pérdida de humedad, la producción de polvo y el arrastre del suelo por acción del viento. Los acolchados protegerán al suelo de la fuerza de las gotas de lluvia y disminuirá la separación de las partículas de los agregados de suelo, que es el primer paso en el proceso de la erosión hídrica.

Cuando la erosión es causada por una combinación de procesos como la ocasionada por las gotas de lluvia y por la escorrentía, se requiere que el suelo esté cubierto en más del 60 % para reducir significativamente las pérdidas de suelo.

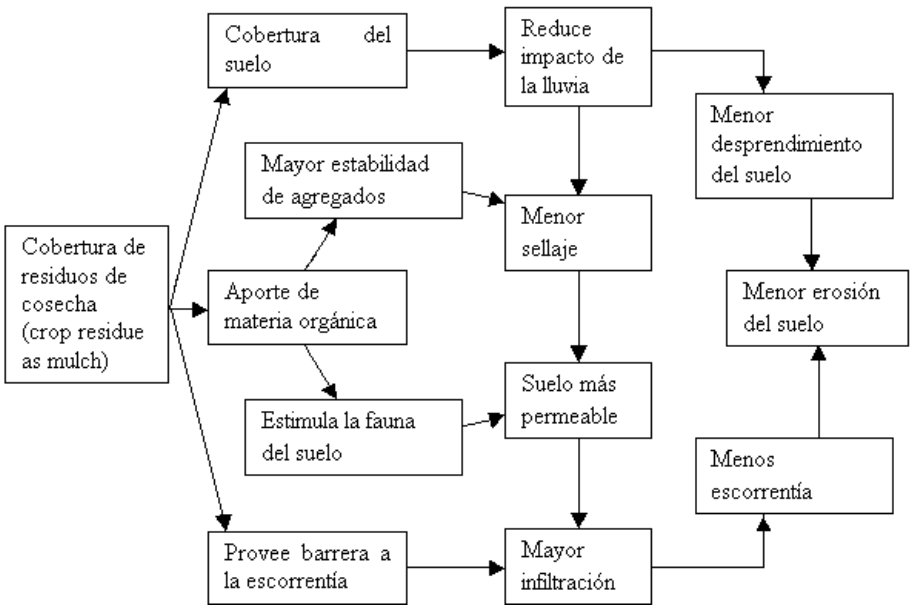


Figura VI.10. Efectos benéficos de la cobertura del suelo con residuos vegetales, por lo que se considera una mejor medida que su cobertura con lonas o plásticos biodegradables

En pendientes muy inclinadas la velocidad de la escorrentía aumentará con la pendiente, y también aumentará la capacidad de transporte de las partículas sueltas. En esta situación la cobertura que está en contacto con el suelo es muy importante, más aún que la cobertura aérea. La cobertura de contacto no solamente disipa la energía de las gotas de lluvia, sino que también reduce la velocidad de la escorrentía y consecuentemente las

pérdidas de suelo por un menor transporte de partículas (Paningbatan, et al., 1995). La presencia de una cobertura protectora también reduce la erosión eólica al disminuir la velocidad del viento sobre la superficie del suelo, con esto también se evita la formación de costras y mantiene una mayor tasa de infiltración.

Manejo de combustibles y suelos contaminados

El manejo inadecuado de combustibles puede ocasionar problemas de contaminación de suelo y agua, así como riesgos a accidentes e incendios. Por este motivo tendrán que aplicarse las medidas recomendadas en este apartado a lo largo de todos los tramos del proyecto.

Para la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio franquicias PEMEX en los centros urbanos más próximos.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta) siempre que cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de gasolina y atención a contingencias.

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con antelación dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones.

En caso de abastecimiento de combustibles in situ, previo al mismo se deberá colocar una lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger e suelo de cualquier derrame accidental.

Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias.

En lo referente a la construcción de instalaciones provisionales para almacenamiento de combustibles, en caso de así requerirse, éstas deberán seguir las normas establecidas por PEMEX en función del volumen por almacenar. Dentro del almacén de combustibles, los contenedores deben estar claramente rotulados y cerrados. El piso con un firme de concreto y barreras de contención en caso de derrames. Se deberá contar con aditamentos para control de incendios, tales como palas, baldes, extintores y arena, entre otros.

El manejo, trasporte, control y disposición final de los residuos contaminantes se deberá realizar conforme al reglamento de la LGPGIR, su respectivo reglamento, así como las Normatividad Ambiental vigente que le aplique.

Cuando ocurra algún derrame accidental de contaminantes sobre el suelo, y en particular cuando se trate de residuos peligrosos (grasas, aceites, pinturas, etc.) se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT//SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación. Así como contemplar en un Plan de seguridad e higiene, las medidas a realizar ante un accidente.

Una vez que haya concluido el uso de los sitios ocupados por las obras complementarias, se deberá remover toda infraestructura, firmes de concreto y residuo de la obra o asociado a ella para dejar la superficie libre de elementos ajenos al paisaje. Posteriormente se debe proceder al mejoramiento y restauración del paisaje ya sea con el establecimiento de jardineras o con la reforestación en sitios cercanos al derecho de vía como medida de compensación que se marcan en el apartado de vegetación.



Figura VI.11 Carga de combustible a maquinaria de construcción, aplicando las medidas preventivas adecuadas en zonas urbanas



Figura VI.12. Depósitos de residuos peligrosos.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Hidrología	Escorrentías y recarga de hidrología subterránea	• Azolve de los cauces de escurrimiento natural • Obstrucción de la superficie de infiltración.	• Protección de escurrimientos y Construcción de obras de drenaje, desazolve y limpieza

Protección de escurrimientos y construcción de obras de drenaje, desazolve y limpieza

En el polígono 1 del proyecto, en la zona donde quedarán ubicadas las cocheras al inicio del proyecto se encuentra un sistema de canales que pudieran verse afectados por las obras del tren por caída de materiales. El brazo principal de estos canales es el antiguo arroyo "el Caballero" el cual es utilizado actualmente como canal de desagüe de aguas negras y para el drenaje de las zonas planas. De la misma forma entre los cadenamiento del eje del proyecto 17+000 al 21+000 y en la zona de talleres, se encuentra un sistema de canales que son utilizados para el desalojo de agua de la zona de planicies. En este tramo el proyecto correrá sobre viaducto, por lo que la caída de materiales será muy baja y solo en condiciones accidentales. No obstante estos canales se deberán mantener desazolvados en todo momento durante la construcción y operación para no afectar a terceros aguas abajo de los mismos. De ser necesario se deben contemplar obras de drenaje para cada canal para garantizar su libre flujo.



Figura VI.13. Zona del proyecto con canales (Fuente: Google earth, 2013).

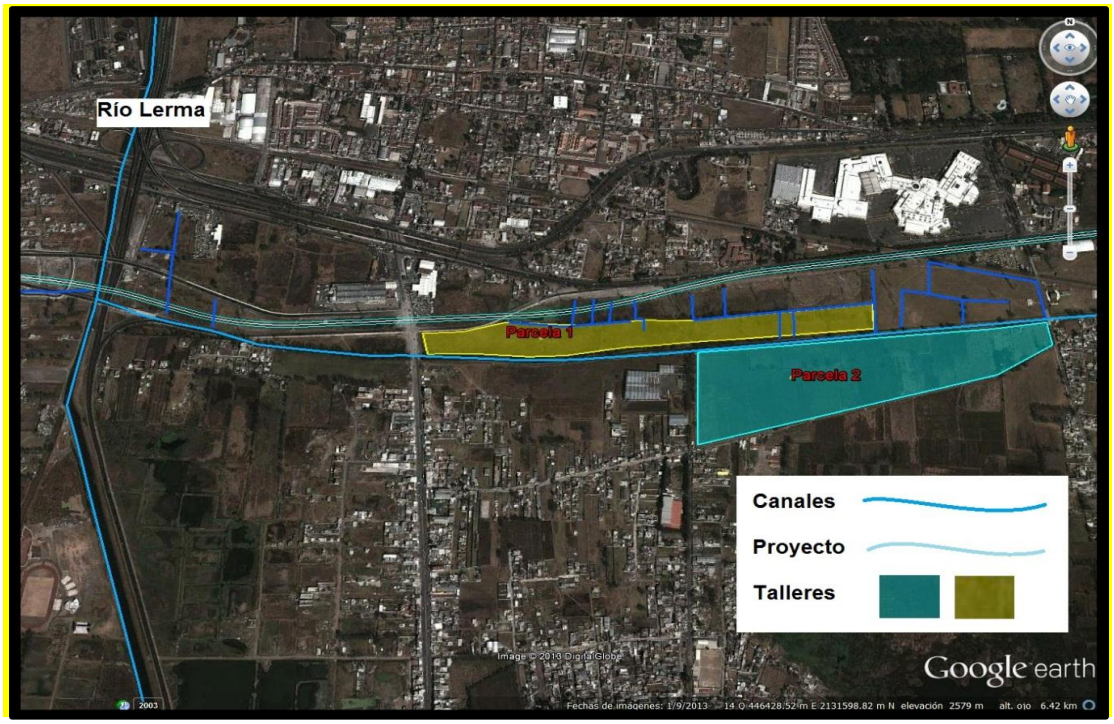


Figura VI.14. Zona del proyecto con canales (Fuente: Google earth, 2013).

Dentro del polígono 2, en el cadenamiento 28+300 aproximadamente el proyecto cruza sobre el Arroyo Salazar, en esta zona y el resto del proyecto donde se crucen arroyos o escurrimientos, se deberá evitar que todos los materiales provenientes del desmonte, despalme y cortes se depositen en zonas donde pudieran obstruir alguna corriente o escurrimiento, de igual forma se debe evitar colocarlos en zonas de pendiente de laderas donde sean susceptibles a ser arrastrados o erosionados hacia la parte baja donde se encuentren cauces que pudieran ser azolvados o contaminados por estos materiales. Las obras que se contemplan en la zona del relieve volcánico se limitan a la construcción de viaductos y algunos tramos con emplazamiento de vía a nivel de suelo, por lo que el viaducto también deberá contar con un sistema eficaz de escurrimiento que encamine el agua de lluvia hacia los suelos permeables ya que aquí la precipitación pluvial es más intensa que en las zonas urbanas.

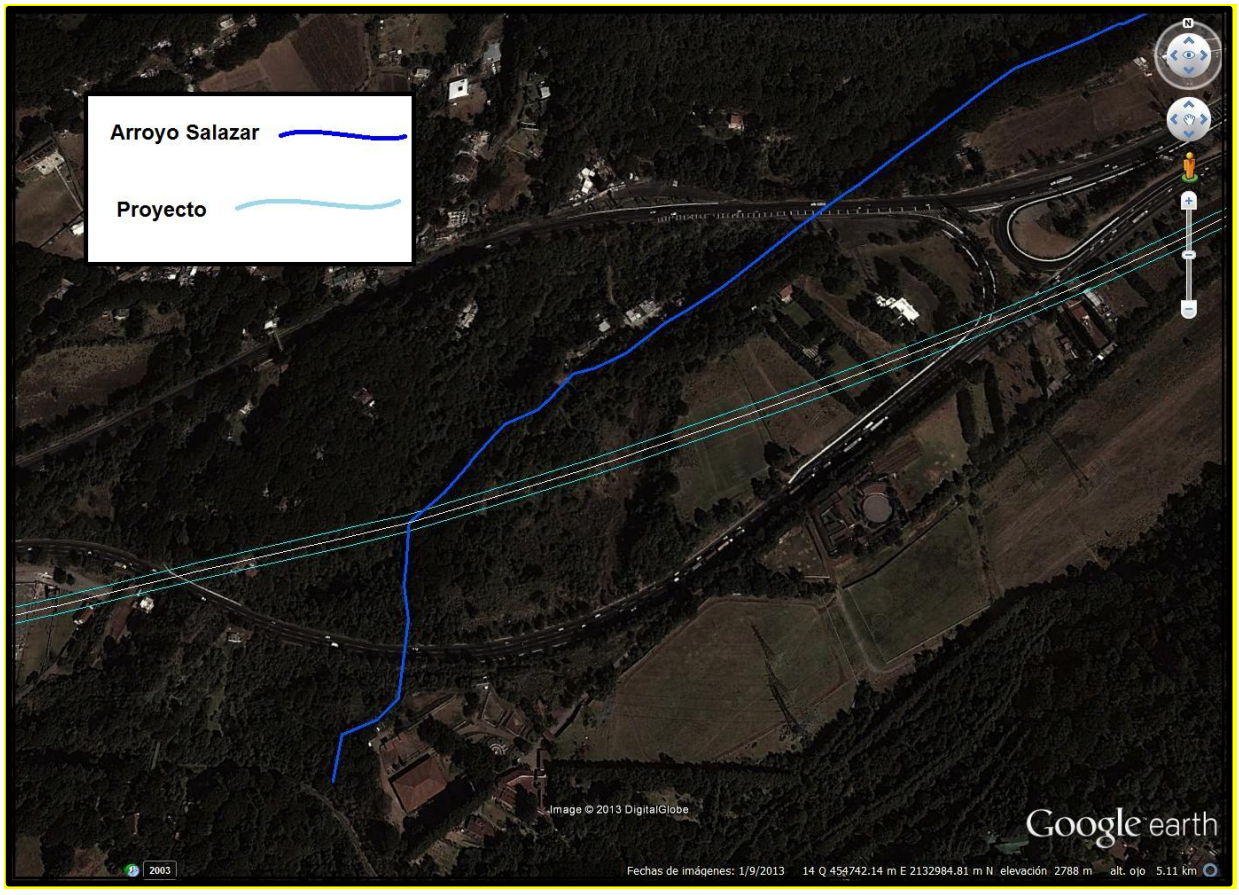


Figura VI.15. Arroyo Salazar (Fuente: Google earth, 2013).

En el polígono 6, que es la parte que corresponde a la zona urbana, en la avenida Vasco de Quiroga no se afectaran escurrimientos excepto por el tramo que corre sobre la Barranca Tacubaya; hay que tomar en cuenta que esta se encuentra en un avanzado estado de degradación debido a los agentes contaminantes que se vierten a ella como aguas negras, basura, cascajo, etc. Sin embargo, a pesar de presentar esta degradación se deben aplicar medidas para mitigar los impactos producidos por la obra y a modo de compensación se deberá restaurar, hasta donde sea posible, las condiciones de los sitios afectados con la aplicación de acciones como: limpieza del sitio (retiro de materiales como escombro y basura) y restauración ecológica de las laderas afectadas dentro la barranca de Tacubaya (terraceo y reforestación con especies nativas); en el brazo por donde cruzara la vía férrea. En esta zona el suelo rescatado se utilizara para el arrope de los taludes en donde se realizaran actividades de restauración.

De manera general se mencionan a continuación las medidas que se aplicarán en las zonas que se crucen canales o escurrimientos dentro de las zonas de afectación u ocupación del proyecto.

Todo el material residual proveniente del desmonte y despalme deberá ser recogido y manejarse de acuerdo a lo descrito en la medida Manejo de residuos de desmonte, descrita anteriormente, por ningún motivo debe dejarse en el sitio de donde fue removido, con el fin de evitar que el agua en épocas de lluvia lo arrastre hacia los cauces de las escorrentías o canales provocando su azolve.

Si la constructora decide resguardar el material de desmonte para su uso posterior en lo referente a la rehabilitación de zonas afectadas, deberá colocarse en una zona plana, preferentemente desprovista de vegetación y que no forme parte del desemboque de los escurrimientos naturales o canales, como posible lugar se propone un área de las zonas destinadas para cocheras, sin embargo esta decisión queda abierta al criterio del especialista a cargo ya que dentro de estas zonas se encuentran canales que sirven para el desalojo del agua de las zonas planas.

En caso de que se deba maniobrar durante la construcción u operación cerca de los canales o escurrimientos deberán colocar tapiales de forma temporal o permanente.

Durante la compensación de terracerías se deberán de construir obras de drenaje menor y mayor en cantidad y capacidad suficiente de acuerdo a los escurrimientos naturales y los canales que existen en la trayectoria del Proyecto y zonas de cocheras y talleres.

Posteriormente a la conclusión de la obra deberá darse mantenimiento de limpieza constante a las obras de drenaje que formen parte de la misma para evitar riesgos de inundación.

En el caso de la pérdida de la superficie de infiltración, que se dará en todos los polígonos del proyecto, hay que tomar en cuenta que el impacto se da en 2 niveles: la zona de

afectación permanente y la zona de afectación temporal. Dentro de los procedimientos constructivos del proyecto se consideraran obras para el desalojo del agua a las zonas aledañas a la vía, por tal motivo es necesario que estas sean consideradas como de afectación temporal y por tanto con capacidad de infiltrar el agua que escurre de la infraestructura. Por lo que estas áreas deberán ser restauradas de acuerdo a los procedimientos planteados en este documento.

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Vegetación	Vegetación	Perdida de la cobertura vegetal (herbácea y arbustiva)	• Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre • Acciones de reforestación

Las medidas de mitigación más importantes que se proponen llevar a cabo para mitigar los impactos generados son: el rescate y reubicación de las especies vegetales en algún estatus de conservación y/o con alguna importancia ecológica o económica, el rescate de suelos y la reforestación de sitios afectados directamente por el desarrollo de las obras y actividades y aquellos sitios sin vegetación como medida de compensación entre la línea de ceros y el límite del derecho de vía, estas tres acciones reunidas en un Programa de Restauración.

Ver acciones y reubicación de flora silvestre y Acciones de reforestación antes presentadas

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**
ACTIVIDAD:	**INSTALACIÓN DE OBRAS COMPLEMENTARIAS**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Todos los anteriores	Todos los anteriores	• Disminución de la cubierta vegetal • Eliminación del suelo	• Selección de sitios perturbados • Desmantelamiento de obras provisionales • Reforestación del sitio

Al igual que en el derecho de vía, en donde se instalen las obras provisionales deben llevarse a cabo medidas de mitigación que ayuden a mejor los sitos alterados por estas obras, a continuación se describen brevemente las medidas que se deben aplicar en estos sitios.

Selección de sitios perturbados

Inicialmente se deberán ubicar adecuadamente los sitios para la instalación de obras complementarias (campamentos, almacenes generales, patios de maquinaria, etc.) que se requiera fuera del derecho de vía, dando prioridad a áreas ya perturbadas, desmontadas, compactadas o cementadas, contando de preferencia con los servicios básicos (agua potable, energía eléctrica, drenaje, etc.); siempre y cuando se cuente con la autorización correspondiente.

En el caso del abasto de agua sea de la red municipal autorizada o a través de pipas y almacenamiento en cisternas y tinacos.

La infraestructura provisional necesaria se deberá construir con material de fácil remoción (panel, cartón, tablas, lámina galvanizada, etc.) y sin cimentación, con la finalidad de evitar que se conviertan o detonen asentamientos irregulares futuros. En estas debe de existir la señalización y orden de la maquinaria, equipo, herramientas, etc.; con accesos libres y ventilación apropiada; dotándose de mecanismos y procedimientos para el manejo de residuos según el Programa de manejo de residuos, comentado con anterioridad.

Almacenes

Los almacenes deben ser construidos con materiales provisionales como madera o lámina, con firme de concreto. Con señalamientos y disposición ordenada del equipo y material. Los accesos deberán estar libres de obstrucción y deberán tener una ventilación

apropiada. Los equipos deben colocarse de forma clasificada y con un administrador del almacén fijo.





Foto VI.7. Ejemplo de Almacén provisional donde se resguardan material y equipo de construcción.

Oficinas

Las oficinas centrales se ubicaran en las localidades más cercanas al trazo. Las oficinas o casetas de campo deberán construirse con materiales temporales como panel aislante con pisos de concreto que posteriormente sea removido.

Campamentos

Para disminuir la demanda de recursos al medio ambiente directamente en la zona de proyecto la ubicación de los campamentos se hará en zonas urbanas lo cual permitirá mejorar el control de estos sitios en ámbitos como el manejo de residuos sólidos urbanos, abastecimiento de servicios necesarios, manejo de aguas servidas, etc.

Patios de maniobra

Se deben seleccionar sitios perturbados con escasa vegetación en los que se pueda conformar el terreno para nivelarlo. La caseta de vigilancia deberá ser de panel aislado o cualquier otro material provisional para poder removerla al final de la obra.

Desmantelamiento de obras provisionales

Una vez concluida la construcción de la vía férrea y sean desocupadas las áreas en donde se instaló la infraestructura provisional, éstas deberán ser totalmente removidas del sitio y se deberán implementar acciones de reforestación de cualquier sitio que haya sido ocupado o desmontado por la obra.

Reforestación del sitio

Estos sitios deben ser contemplados en el programa de reforestación.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO**
ACTIVIDAD:	**OBRAS INDUCIDAS**

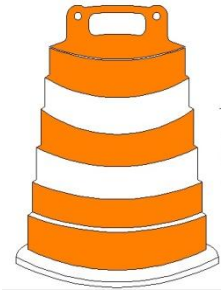
Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Tránsito vehicular y movilidad peatonal	• Desvío y obstrucción de flujo viales • Tráfico vehicular	• Señalización informativa y preventiva • Planeación del transporte de infraestructura, insumos, maquinaria y equipo • Planeación para la reestructura vial

Señalización informativa y preventiva

La instalación de señalamientos provisionales es una acción positiva que indica a la población local y de paso las alternativas de tránsito vehicular en el entorno local, para poder acceder a las vialidades que cotidianamente utilizan para el desarrollo de sus actividades.

Los diferentes señalamientos (de obra y desvío) ayudarán a la movilidad de las personas para poder planear los accesos o salidas de sus domicilios o centros de trabajo, evitando pérdida de tiempo.

Tabla VI.4. Ejemplo de la señalización de obra a utilizarse en el Proyecto

Tipo de señalamiento	Especificaciones
	Señalización preventiva e informativa de inicio del tramo en reparación (1,000 m; 750 m; 500 m y 250 m): El color del fondo del tablero de las señales, así como el del tablero adicional será en color naranja en acabado reflejante y para los símbolos, caracteres y leyendas el filete será en acabado negro (según el patrón aprobado en el manual de dispositivos para el control de tránsito, calles y carreteras de la SCT).
   	El color al reverso de todas las señales será en gris mate. Dicho tablero será rectangular con las esquinas redondeadas. La colocación será de tal forma que no obstaculice la circulación de los vehículos.
	Traftambos Estos dispositivos serán de 98 cm de altura mínima, con un diámetro mínimo de 45 cm. Serán de color naranja mate, con dos franjas horizontales de color blanco reflejante de 15 cm de ancho, colocada alrededor de los traftambos a 10 cm de la parte superior. Estos se ubicarán a cada 3 m durante las actividades de desvío en la obra.

Tipo de señalamiento	Especificaciones
 Ejemplo	Indicadores de velocidad (20 y 40 Km / Hr) El color del fondo del tablero de las señales restrictivas, así como el del tablero adicional será en color blanco en acabado reflejante y para los símbolos, caracteres y leyendas el filete será en acabado negro y rojo (según el patrón aprobado en el manual de dispositivos para el control de tránsito, calles y carreteras de la SCT).
	Bandereros Las personas encargadas de operar los dispositivos manuales, deberán estar equipados con camisas blancas, chalecos y cascos protectores en color naranja reflejante para ser visibles a distancia. Las banderas serán utilizadas durante el día, estos dispositivos serán de tela de color rojo reflejante de 60 por 60 cm, sujetos a un asta de 1.0 m de longitud.

Planeación del transporte de infraestructura, insumos, maquinaria y equipo

Existen medidas de prevención, control y mitigación que van ligadas entre sí. La implementación de acciones de desvío es un ejemplo claro de esta situación, ya que una acción de desvío no se podría realizar sin señalización y sin la delimitación específica de las superficies de obra.

En el caso del presente proyecto será necesario realizar acciones de desvío en los polígonos 1, 2, 3, 5 y 6, en la etapa tanto de preparación del sitio por actividades de desmonte principalmente y, en la etapa constructiva por las actividades de excavación y construcción de terraplenes para la nivelación del terreno, por la ejecución de cortes de talud y por la construcción de los viaductos; por lo tanto es muy importante que previo inicio de esta medida se establezcan las superficies que servirán para el desvío temporal de los vehículos en las vialidades actuales y que estén acompañadas siempre de

señalización y de la sincronización de los bandereros, lo cual permitirá disminuir el impacto de afectación de la vialidad y el transporte.

Se recomienda que los vehículos pesados que realicen las entregas de insumos de obra y transporten los residuos y sobrantes producto de actividades de despalme (y desmonte) en la etapa de preparación del sitio, así como los excedentes de material por excavaciones, cortes y construcción de los viaductos, tengan rutas fijas de entrega las cuales deberán estar diseñadas por encargados de la logística, esto evitará que tomen calles alternativas que no soporten este tipo de tránsito, evitando embotellamientos y zonas de tráfico lento y, por supuesto considerar los reglamentos de tránsito locales (Distrito Federal y Estado de México).

Planeación para la reestructura vial

El confinamiento de las áreas de trabajo deberá evitar problemas de accesibilidad a los habitantes de las inmediaciones así como a centros de concentración masiva, respetando accesos y salidas de dichos centros, en caso de que no sea posible se deberán crear alternativas de acceso o accesos temporales seguros. Se requiere un plan específico para atender zonas prioritarias como hospitales y escuelas que requerirán atención especial y seguimiento social. Este Plan pudiera ser avalado por las instancias de Protección Civil locales en su momento. De forma complementaria se realizaran cambios de flujo vial de acuerdo a la circulación en horarios más conflictivos.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN
ACTIVIDAD: CORTES Y TERRAPLENES

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Geomorfología	Unidades de paisaje	Modificación del relieve	Compensación a este impacto con la restauración de superficies afectadas (*Programa de Restauración Ecológica de aplicación en la Barranca Tacubaya y en PNIMHC, como medida de compensación*)

Compensación a este impacto con la restauración de superficies afectadas

Como se mencionó en al capítulo anterior este impacto no es mitigable ya que el relieve afectado por los cortes no puede ser revertido, pero se deben tomar las medidas adecuadas para disponer de los materiales producto de las excavaciones y nivelaciones de terreno en la conformación de terracerías o estabilización de laderas, a su vez las zonas impactadas deben ser reintegradas al paisaje mediante acciones de reforestación para su recuperación, como las planteadas en cuanto al rescate y conservación de suelos.

En el caso de los cortes y nivelaciones de terreno esta integración se vuelve más compleja, ya que si bien los cambios en la morfología del terreno en una escala regional no son significativos, localmente si son perceptibles y es quizá la parte de mayor cambio que se podrá apreciar en el sitio de la obra.

En el polígono 1 los impactos no serán significativos ya que la zona está degradada por la acción antrópica, además de que la trayectoria del Proyecto corre sobre una superficie plana y va a nivel en su mayoría, por lo que los cambios en el relieve no serán muy abruptos; sin embargo se deberán aplicar medidas que hagan amigable el proyecto con el paisaje, promoviendo acciones como el jardinado en zona de estaciones y removiendo totalmente los residuos de la obra.

En los polígonos 2 y 3 dentro del relieve volcánico se realizarán cortes que alcanzan una altura máxima de 27 metros, En estos, de acuerdo al estudio geotécnico y el proyecto ejecutivo, se deberán proponer obras para estabilizar los taludes de estos cortes con el fin de evitar derrumbes que afecten la vía y que faciliten la integración de estas zonas al paisaje. Dado que se trata de un relieve volcánico con basaltos y andesitas, no se espera

que haya poca estabilidad en el material expuesto de los cortes. No obstante se deberá asegurar que dichos cortes no representen un problema en términos de caída de material.

En el polígonos 5 se llevara a cabo la construcción del proyecto sobre viaductos dentro del derecho de vía de la Autopista México Toluca, por lo que no se realizaran afectaciones al relieve natural del terreno.

En el polígono 6 la construcción del proyecto cruzará por una ladera de la Barranca Tacubaya, en la que se recomienda la remoción de agentes contaminantes como basura y otros materiales que han sido depositados en ésta por la población vecina. Asimismo se ha señalado la importancia de realizar la revegetación o reforestación de las laderas por donde pase el proyecto, así como la recuperación de la calidad de agua en el cauce para frenar la degradación de este sistema ambiental, que tendría que ejecutarse en el corto plazo y con el apoyo de las autoridades competentes.

ETAPA: CONSTRUCCIÓN
ACTIVIDAD: CONSTRUCCIÓN DE TÚNEL

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Geomorfología	Unidades de paisaje	Modificación del relieve	• Estabilización de entrada y salida del túnel • Acciones de reforestación

Estabilización de entrada y salida del túnel

En el tramo 4 que es donde se realizara la apertura de los portales para el túnel, el impacto será más significativo debido a los cortes de mayores dimensiones, las acciones que se apliquen en esta zona derivaran directamente del proceso constructivo y del estudio geotécnico de la zona afectada, ya que en esta se debe garantizar al 100 % la estabilidad del talud de corte, por lo que se podrían utilizar acciones como: concreto lanzado, malla electrosoldada, anclaje de rocas, rectificación de pendientes de corte. etc. Para ello se deberá seguir lo que marque el proyecto ejecutivo.

Concreto lanzado

- En el uso de concreto lanzado se debe tener especial cuidado con los procesos de contracción – expansión los cuales pueden destruir por agrietamiento la superficie del talud. Para facilitar el drenaje sobre estas superficies se deben construir huecos o lloraderos que atraviesen la superficie de recubrimiento y de esta forma evitar las presiones de poro por represamiento del agua.
- Este método permite contener el material fragmentado, ayudando a reducir la erosión de las paredes del talud causado por el impacto de las gotas de lluvia, el viento y la escorrentía superficial, así como a sujetar las capas superficiales del talud y así protegerlas de desprendimientos y deslizamientos.



Foto VI.8. Ejemplo de estabilización de taludes en los portales de un túnel mediante concreto lanzado.

Acciones de reforestación

Se tendrán que realizar acciones de reforestación en los sitios que se hayan afectado por la construcción del túnel.

ETAPA:	**CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TALLERES Y COCHERAS**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Vegetación	Hábitat y Ecosistema	Cambio de uso de suelo	Acciones de rescate y reubicación de flora silvestre (*Programa de rescate y reubicación de flora*)

Dado que en estos sitios se pueden encontrar especies que cumplan con una función ecológica especifica en los ecosistemas involucrados y que sean susceptibles a ser rescatadas es importante aplicar acciones de rescate y reubicación de la flora.

Ver acciones de rescate y reubicación de flora silvestre.

ETAPA:	**OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**
ACTIVIDAD:	**OPERACIÓN**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Fauna	Aves Mamíferos	Atropello	• Pasos de fauna • Instalación de disuadores

Construcción de Pasos para Fauna Silvestre

Para minimizar los impactos potenciales a la fauna (atropellos, aislamiento de poblaciones, interrupción de corredores, efecto barrera, etc.), en los tramos en donde el ferrocarril corre a nivel, será necesaria, la construcción de alcantarillas o estructuras que permitan el flujo natural de la fauna, ya que muchas especies no logran atravesar la vía férrea o representa un riesgo al intentar hacerlo (principalmente fauna de desplazamiento terrestre). La identificación estratégica para la construcción de pasos de fauna, son de suma importancia para prevenir y minimizar los distintos tipos de impactos que ocasionan la construcción de vía férrea.

De acuerdo a lo anterior, se recomienda la construcción de los pasos fauna u obras en los tramos del proyecto donde se considera la construcción a nivel (Polígonos 2, P3, P4 y una pequeña porción del Polígono 1). Cabe mencionar, que tanto las dimensiones y el diseño de las obras recomendadas como pasos de fauna, deben de estar en función de las especies presentes en cada polígono (alzadas y etología), además de considerar los

tramos de conectividad y en particular los tramos de mayor relevancia para el desplazamiento de fauna, así como la topografía de la zona en el sector en que se ha establecido la ubicación de un paso de fauna. En la siguiente figura se ilustra el tipo de obra recomendada como paso de fauna, misma que debe ser considerada para su construcción en los tramos donde la vía férrea se proyecta a nivel del terreno, considerando de forma general que con alturas de 1 a 1.5 m y anchos de 2 m, pueden ser eficientes para permitir el paso de la fauna reportada en los diferentes polígonos.

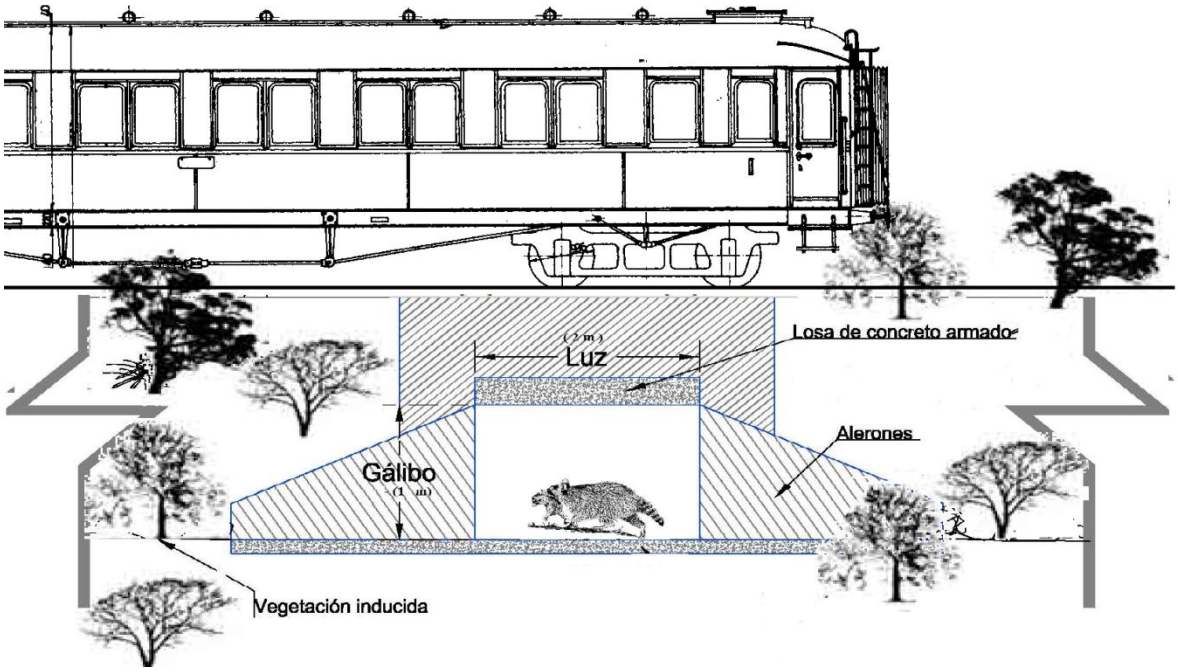


Figura VI.16. Esquema de pasos de fauna propuestos en los tramos donde se proyecta a nivel del terreno la vía férrea.

Disuadores sónicos para aves (ahuyentadores)

Existen numerosos trabajos sobre los impactos que se ocasionan a las aves por la infraestructura ferroviaria (De la Peña y Llama, 1997; Rodríguez et. al., 2008). Con el fin de minimizar este tipo de impactos es fundamental la aplicación de medidas preventivas y correctoras desde las fases iniciales de los proyectos (como ya se está realizando nuevas líneas de ferrocarril en España).

La operación del proyecto puede ocasionar afectaciones eventuales a las aves, ya sea por colisión o dispersión de especies no tolerantes a las modificaciones específicas (generación de ruido en el derecho de vía del proyecto). Lo anterior se señala en función de que se han publicado trabajos en donde se hace referencia a la afectación y mortandad de aves por la operación de vías férreas (Ross et.at., 1989; Havlin, 1987; SCV, 1996 y Peña y Llama, 1997). Por lo anterior y considerando el diseño de proyecto y su velocidad, es muy probable que algunas de las estructuras que componen las bardas perimetrales (malla o estructuras de concreto) sirvan de perchas para muchas especies de aves (especialmente para aquellas especies habituadas a las perturbaciones ambientales o generalistas), ocasionando colisiones eventuales con los trenes en operación.

Para contrarrestar dicha afectación, se deberá contemplar y evaluar en términos de su efectividad, la instalación de disuadores sónicos (ahuyentadores para aves) en las zonas donde se documenta una buena riqueza de aves (Polígonos 2, 4 y 5). Estos disuadores reproducen sonidos estridentes que ocasionan pánico para las aves, lo que las obliga a retirarse de las áreas cercanas al ahuyentador, con lo que se espera que se mantengan alejadas del área del ferrocarril y sus estructuras. No obstante es poca la literatura y experiencia en México referente a su efectividad, por lo que será importante valorar si esta medida resultará adecuada para prevenir colisiones con las aves en el caso del ferrocarril. Actualmente se encuentran en operación disuadores para aves en varios aeropuertos de México; mismos que se ha observado son eficientes por periodos de tiempo cortos, ya que las aves se habitúan a este tipo de sonidos, por lo cual es necesario reprogramar periódicamente los ahuyentadores (modificar los intervalos de tiempo y la reproducción de sonidos en función de las especies problema) así como su ubicación, para sensibilizar de manera más apropiada a las aves con este tipo de estrategias.

Existen diversos modelos que ahuyentan a las aves de los puntos de conflicto. Además de los repelentes auditivos existen otras estrategias que ayudan a repeler a las aves de las zonas de alto potencial de conflicto (colisión), tal es el caso de los repelente visuales (ahuyentador laser, maniquíes o siluetas de depredadores), así como la instalación de antiperchas para evitar que las aves refugien en sitios de fácil percha.

Los ahuyentadores electrónicos para aves (disuadores para aves), es una estrategia que pretende evitar colisiones de aves con vehículos en movimiento que alcanzan velocidades altas (mayores de 50 km/hr). Primeramente es una estrategia que brinda repeler a las aves del sitio de conflicto y protegerlas de un potencial colisión, y es su caso más estricto reduce la probabilidad de colisión con los vehículos en movimiento, evitando además de maltratos o muerte del ejemplar(es) afectación en la operación del sistema e inclusive directamente daños a los vehículos (trenes).

Los ahuyentadores son empleados como disuasorios de animales en aeropuertos, aeródromos, puntos conflictivos de carreteras, etc. La instalación de ahuyentadores de

aves, consiste en ocasionar estrés a través de la generación de emisiones de ultrasonidos o sonidos estridentes dirigidas hacia las poblaciones de aves que estén presentes en las áreas identificadas como de alta actividad. Evitan el acceso a estas áreas en donde la seguridad es de suma importancia, reduciendo el riesgo de choques entre vehículos y animales lo que en ocasiones se traduce en accidentes graves. Consisten en sonidos de alarma para avisar a sus congéneres de un peligro y de sus depredadores naturales. Estos sonidos específicos se han mostrado efectivos en la ahuyentación de animales plaga (Pearson et al. 1967, Brough 1969). La calidad del sonido también influye en el grado de respuesta del animal plaga (Bremond et al. 1968).

Ahuyentador Sturnus. Los modelos del ahuyentador Sturnus han sido patentados tras varios años de investigación con vertebrados plaga. Su eficacia ha sido comprobada incluso en condiciones de plagas extremas, lográndose resultados excelentes. Se compone de una caja de control incorpora la luz estroboscópica con 4 altavoces, 8 sonidos estridentes y 350 m de alcance.

Ficha técnica sobre Disuador ultrasónico:

Disuador ultrasónico (AV-002). Ahuyentador eléctrico de aves con cobertura de hasta 1000 m², mediante ultrasonidos no audibles por las personas. Este ahuyentador emite unos ultrasonidos genéricos para todo tipo de aves ocasionándoles estrés. Emite ultrasonidos entre 18 y 56 Khz; Funciona directamente enchufado a 230V, con muy bajo consumo y con posibilidad de conectar a batería. Tiene 4 altavoces con una potencia de sonido de 95-102 dB cada altavoz. Este ahuyentador dispone de un dispositivo para modificar la frecuencia y evitar así que los pájaros se acostumbren a un sonido regular

Ahuyentador sónico de aves. Es un repelente de aves de efecto inmediato y persistente que permite tener despejadas grandes áreas independientemente de las condiciones de ocupación. El sistema permite la combinación de numerosos tipos de efectos sonoros que pueden combinarse para conseguir el efecto óptimo para cada tipo de ave. El ahuyentador sónico de aves, está compuesto de una centralita electrónica capaz de reproducir más de 20 tipos diferentes de sonidos repelentes específicos para las aves. Cuenta con un temporizador programable, que permite fijar en que momento del día y en que días se ha de activar y cuando se ha de desactivar. Dispone también de un sistema de funcionamiento aleatorio adecuado para las situaciones en las que no haya un control humano de la situación. Se compone de una central electrónica con 4 altavoces con alcance disuador de hasta 50 m de radio en cada alta voz.

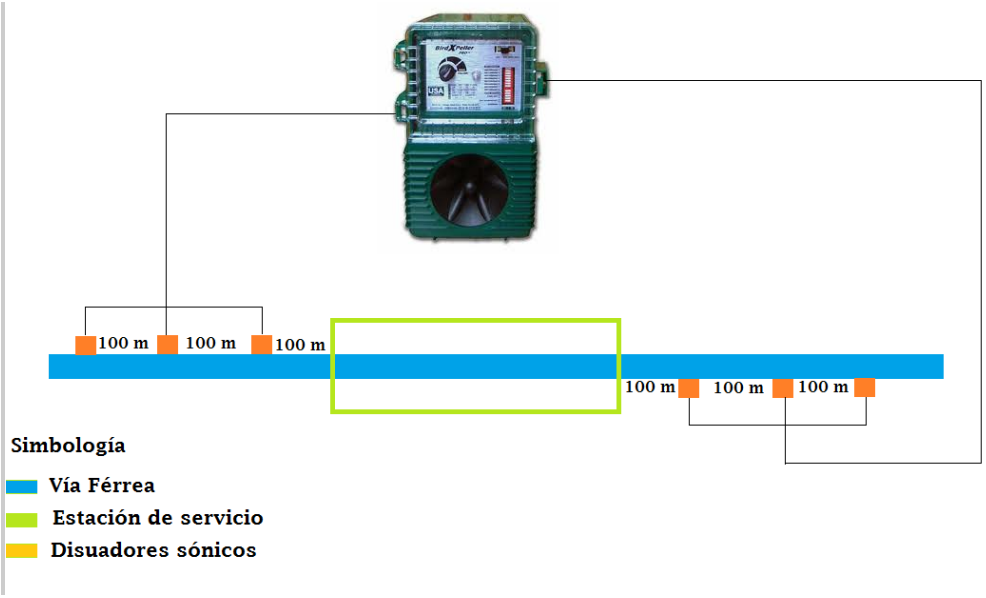


Figura VI.17. Tipo de ahuyentadores sónicos para aves recomendados para la prevención de atropello de aves durante la operación del proyecto férreo

Acciones integrales para la conservación del Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla, una zona de los Llanos de Salazar, Estado de México

Acatando lo descrito en la normatividad aplicable a las actividades de construcción del proyecto y respetando las definiciones y propósitos de este estudio, la construcción del proyecto se sujetara a medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación necesarias que buscarán la restauración y preservación del bosque a lo largo del cruce del proyecto por este Parque Nacional.

El proyecto ferroviario se visualiza como una "área de oportunidad" para mejorar las condiciones paisajísticas y ambientales actuales de la zona mediante acciones de restauración ecológica; acciones que **incrementarán la flora existente y mejorarán las condiciones de hábitat para la fauna**, aumentando la densidad de plantas nativas y restaurando las especies del bosque original (como se señala en las medidas de mitigación de este estudio, dentro de la ejecución de un **Programa de Restauración Ecológica**. Adicional a ello, por su cruce en esta zona de gran belleza paisajística, se contempla que el proyecto además cumpla con la función de **"educación ecológica"** de sus usuarios, ya que se colocarán monitores de televisión con documentales e imágenes de las especies presentes en la Sierra de las Cruces y en el Parque Nacional, que serán presentados previo a su paso por el PNIMHC en ambos sentidos.

VI.1.2 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS ADVERSOS GENERALES (MANUAL DE BUENAS PRÁCTICAS AMBIENTALES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA VÍA FÉRREA)

ETAPA:	**PRELIMINARES**
ACTIVIDAD:	**LIBERACIÓN DEL DERECHO DE VÍA**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Tenencia de la tierra	Cambio de uso de suelo	Pago justo de la tierra

Pago justo de la tierra

Pagos justos y en tiempo de los terrenos adquiridos, elaboración de Estudio Técnico Justificativo (ETJ)

En caso de que sea necesario adquirir terrenos para la construcción de la vía férrea, se propone llevar a cabo acuerdos con los propietarios actuales del terreno en donde se establezca el precio de la tierra que la SCT y el plazo en el que se llevará a cabo el pago; el cambio de uso de suelo no es mitigable; sin embargo se realizara el aporte al fondo forestal mexicano para compensar por la pérdida de vegetación, en los términos en que señale la autoridad competente y con base en el Estudio Técnico Justificativo (ETJ) que se someterá a evaluación ante la Dirección General de Gestión Forestal y de Suelos (DGGFS).

El tener certeza jurídica de los terrenos a ocupar y realizar las negociaciones en un entorno pacífico con el pago justo y convenido por la servidumbre de paso o compra de los terrenos que requiera la liberación del derecho de vía, evitará impactos sociales en las comunidades y con los propietarios de terrenos por donde pasa el ferrocarril.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TODAS LAS ACTIVIDADES**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Socioeconómico	Servicios públicos	Aumento en la demanda de servicios urbanos	• Contratación de servicios locales y regionales • Implementación de acciones de reciclaje y reutilización de materiales • Talleres y Reglamento de buenas prácticas ambientales

Contratación de servicios locales y regionales

La realización del proyecto requerirá de diversos insumos materiales y servicios, mismos que se adquirirán en las localidades cercanas a cada frente, generando una derrama económica en beneficio del comercio local. Por mencionar algunos de los servicios que serán adquiridos podemos decir que para el suministro de agua potable para los trabajadores, éste se hará mediante la adquisición de garrafones comerciales para los frentes de obra. Asimismo, se considera el uso de agua cruda para la construcción del proyecto e higiene del personal, mediante la contratación de pipas que se abastecerán en las diversas localidades que tengas disponibilidad del recurso. De esta forma no se utilizarán las fuentes naturales de agua, evitando el impacto ambiental que ello podría implicar, sino se aprovecharan los servicios comerciales que se brindan y la dotación de servicios públicos en la zona.

La energía eléctrica necesaria para los equipos se generará en los frentes del proyecto mediante plantas eléctricas, y en la medida de lo posible, se hará uso de fotoceldas solares para el equipo que lo requiera, para el alumbrado o señalamientos en las áreas de trabajo.

Para el servicio sanitario, se prevé la instalación de sanitarios móviles en frentes de trabajo (2 por cada 20 trabajadores) mediante la contratación de este servicio a una empresa especializada, que se encargue también del mantenimiento y el retiro de los residuos. Dicha empresa que deberá de contar con la autorización correspondiente y asegurarse que las instalaciones se encuentren en adecuadas condiciones de higiene y suficiente suministro de agua, papel, jabón, etc.

Implementación de acciones de reciclaje y reutilización de materiales

Estas acciones están enfocadas al reciclaje dentro de la misma obra y reutilización de residuos maderables y de todo aquel material que se pueda reutilizar y reciclar en el proceso constructivo, reduciendo el volumen de residuos a depositar en los tiraderos correspondientes con ahorros hacia el proyecto. Se promoverá la donación de los materiales de la obra que ya no sean útiles para la construcción del proyecto a lugareños que los puedan aprovechar; materiales tales como cimbras, alambre, cableado, etc.

Talleres y Reglamento de buenas prácticas ambientales

El ahuyentado, captura o manejo de la fauna silvestre, aún de aquellas especies que no se encuentren protegidas por la NOM-059-SEMARNAT-2010, requiere autorización por parte de la Dirección General de Vida Silvestre de la SEMARNAT; además de requerirse que dichos trabajos sean ejecutados por personal experto y con los equipos adecuados para evitar daños al animal o a la persona al pretender su captura. Por tales motivos, la contratista se asegurará de que el personal de obra no capture o afecte animales en el área del proyecto. Para lograr lo anterior, se deberán establecer prohibiciones claramente señaladas en un manual de comportamiento o folleto ilustrado que deberá tener preparado la contratista desde el inicio de actividades de la obra. Este a su vez servirá de material didáctico en una serie de campañas de concientización del personal sobre la importancia de conservar el ambiente, particularmente la flora, fauna, suelos y aguas en la zona del proyecto. La contratista deberá organizar y prever la realización de estas campañas en todos sus frentes de obra con una periodicidad trimestral, con el fin de que se vaya capacitando todo el personal nuevo que ingrese a la obra, así como reforzar las charlas para el resto del personal. La anterior medida de mitigación se propone considerando que existe una moderada rotación del personal en este tipo de obras, que obliga a la realización de por lo menos una campaña de concientización ambiental cada 3 meses por el primer año de realización de la obra, o según se requiera, con la intensión de incluir al personal nuevo así; como en el inicio de etapas concretas en función del avance de las obras, como son el ingreso de brigadas de carpinteros, soldadores, herreros, etc., que se unan a las actividades de los obreros de la construcción. Es recomendable asignar y/o contratar personal especializado para la realización de este documento y la impartición de los cursos o talleres de concientización, y que éste sea el responsable de la difusión y aplicación de los lineamientos ambientales en coordinación con la supervisión ambiental de la obra.

Estas charlas deberán contemplar material didáctico y folletos ilustrados que los trabajadores puedan llevar a casa para mostrar las acciones de conservación ambiental que realizan en su trabajo a sus familiares y con ello ampliar la gama de conciencia ambiental en las personas relacionadas con la obra de alguna manera.

Asimismo, se deberán colocar carteles informativos referentes a la prohibición de captura o molestia hacia los animales silvestres, así como carteles prohibiendo el daño a la vegetación en aquellos sitios que queden fuera de las áreas autorizadas para el desmonte y despalme del proyecto.

Promoción de Buenas prácticas ambientales

Con la finalidad de minimizar los impactos ambientales generados por la presencia de personal y sus actividades durante todas las etapas del Proyecto, se deben de fomentar buenas prácticas ambientales a realizarse dentro de éste. Para ello, se debe elaborar un **Manual de Buenas Prácticas Ambientales**, cuya aplicación tendrá que ser observada por el personal de cualquier nivel y en cualquier actividad y etapa de la obra; incluyendo los prestadores de servicios. Se debe de contemplar el desarrollo e implementación de medidas para el cuidado de la fauna silvestre por parte de los trabajadores, en particular aquellas especies que se encuentren en la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que tengan alguna importancia regional por sus usos tradicionales, para manejo de residuos, cuidado del agua, prevención de contaminación, etc.

La presentación de este folleto deberá ser de forma sintetizada, para el nivel de participación y educativo del personal, procurando que sea lo más comprensible posible para los trabajadores y puedan entender el objetivo de dicha capacitación ya que la distribución de este folleto deberá ser mediante cursos de capacitación, talleres de sensibilización y concientización del personal.

En las campaña de concientización sobre buenas prácticas ambientales se considerarán las leyes, normas y reglamentos aplicables; así como sus sanciones jurídicas (p. ejm LEGEEPA, Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, *Nueva Ley DOF 07-06-2013*) además de medidas específicas para protección de fauna silvestre.

Adicionalmente, como ya se señaló, el folleto de buenas prácticas ambientales deberá ser acompañado de un reglamento de comportamiento que regule las actividades del personal e incluya sanciones y medidas de auto-regulación, con las que se asegure su cumplimiento. Dicho documento deberá ser sometido a aprobación de la autoridad local competente para que una vez aprobado, el folleto/reglamento sea distribuido mediante los cursos de capacitación y talleres de sensibilización y se asegure el cumplimiento de las buenas prácticas plasmadas en este folleto.





Foto VI.9. Ejemplo de la impartición de la campaña de concientización ambiental a todo tipo de personal de obra (al personal en el frente de obra, imagen izquierda; a personal administrativo y contratistas, imagen derecha).

Como se muestra en las fotos VI.9 y VI.10, los resultados que se han obtenido en otras obras cuando se crea conciencia en el personal sobre la importancia de conservación de la flora y fauna nativas son excelentes, así como la participación y colaboración del personal de todos los niveles en la obra, como lo muestran las siguientes fotografías; por lo que se considera que esta medida resulta ser muy adecuada para reducir e incluso, eliminar conductas como caza y captura de fauna silvestre y arrojo indiscriminado de residuos en los frente de obra.



Foto VI.10 El folleto fue entregado a los trabajadores, abordando primordialmente las medidas de seguridad e higiene y ambientales a poner en práctica, de manera muy general



Foto VI.11 El personal de la Consultoría Ambiental dirigió en todo momento la elaboración de material y la explicación a los trabajadores en obra

Factor	Componentes	Impacto	Medida

Socioeconómico	Riesgo y seguridad	Riesgo a la integridad personal y de los bienes de las inmediaciones	• Señalización informativa y preventiva • Plan de contingencias

Señalización informativa y preventiva

La instalación de señalamientos provisionales es una acción positiva que indica a la población local y de paso las alternativas de tránsito vehicular en el entorno local, para poder acceder a las vialidades que cotidianamente utilizan para el desarrollo de sus actividades.

Los diferentes señalamientos (de obra y desvío) ayudarán a la movilidad de las personas para poder planear los accesos o salidas de sus domicilios o centros de trabajo, evitando pérdida de tiempo.

Plan de contingencias

Programa de contingencia deberá prever las acciones que deberán tomarse en el caso de que pudiera presentarse algún evento adverso no planeado que pudiera atentar contra la salud o bienestar de los trabajadores. Es imprescindible que incluya aspectos de primeros auxilios y que se contemplen los medios para acceso rápido a servicio médico especializado en las localidades vecinas, así como el equipo de seguridad necesario para atención de emergencias en el frente de obra.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TODAS LAS ACTIVIDADES**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Suelo	Calidad del suelo	• Generación de residuos sólido no peligrosos • Generación de residuos peligrosos • Generación de residuos y aguas sanitarias	• Procedimiento integral para el manejo de residuos • Instalación de servicios sanitarios adecuados

Programa integral de residuos

Para mitigar los efectos contaminantes al suelo y evitar cualquier inconformidad por parte de la población vecina y adyacente al proyecto, todas las superficies durante el emplazamiento del proyecto tanto en la etapa de preparación del sitio y la construcción, deberán permanecer limpias de residuos. Se deberán establecer previo al inicio de la actividad, las zonas de acamellonado de material y este deberá ser recogido periódicamente por el servicio de limpia municipal, o algún servicio particular contratado, para evitar acumulaciones en la obra. Todo el material producto de excavaciones y otras actividades como el desmonte y despalme y que vaya a ser reutilizado deberá mantenerse de acuerdo a las indicaciones precisas y en sitios delimitados para evitar su dispersión.

Se deberán seguir las indicaciones y actividades precisas que se establezcan en el Programa Integral para el **Manejo de los Residuos**, que incluye el manejo desde la generación y hasta su traslado, a sitios para su disposición final o su reutilización. Dicho Programa deberá incluir el manejo de residuos sólidos urbanos (RSU), de manejo especial (RME) y residuos peligrosos (RP). Se deberán considerar los lineamientos aplicables y contenidos en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Este deberá ser diseñado como una medida de mitigación por el Promovente (y en su caso por la constructora a cargo); a continuación se describen los lineamientos generales que deberá contener este Programa:

Residuos Sólidos Urbanos

- Los residuos sólidos urbanos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos para la obtención del permiso acerca de la disposición final de residuos por parte de los Municipios y Delegaciones por los que cruza el proyecto ferroviario.
- Se deberán colocar en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados de acuerdo al tipo de residuos sólido para depositar y acopiar los residuos, a fin de reducir el volumen de residuos por manejar de forma temporal.
- Se deben prever mecanismos de reaprovechamiento, reutilización y/o reciclaje de los residuos urbanos, por lo que su clasificación y separación desde la fuente de generación son importantes.
- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emita para tal efecto el municipio o delegación correspondiente.
- El contratista deberá contemplar un servicio de recolección y transporte de los residuos a un sitio de disposición final adecuado, previo al inicio de las etapas de preparación del sitio y construcción, que ejecute la recolección periódica de los residuos sólidos y de manejo especial de toda índole en los frentes de trabajo. Esta recolección y transporte de residuos podrá ser por un particular o en su caso la podrá realizar el Servicio de Limpia Municipal, previo acuerdo con el departamento municipal correspondiente.

Como ejemplos de contenedores a utilizarse, en la Foto VI.14. (a y b), se pueden observar tipos de contenedores que se pueden ubicar estratégicamente en obras complementarias del proyecto como patios de maniobras de maquinaria, talleres, almacenes, dormitorios, comedores entre otros). Dichos contenedores deberán presentar un color de acuerdo al tipo de residuo que albergaran temporalmente; asimismo en la Foto VI.9..se presenta un ejemplo de recolección de residuos por un Servicio de Limpia Particular. Cabe destacar que es preferente que los residuos vayan en bolsas lo que evitará su esparcimiento y la incursión de fauna silvestre oportunista, además de que permitirá contener los líquidos propios de la descomposición (lixiviados) y reducir los malos olores.



A)



B)

Foto VI.14. Ejemplo de la buena disposición de los residuos sólidos. A) Contenedores con tapa adecuados para el confinamiento temporal de los residuos sólidos urbanos generados; B) Buenas prácticas por parte de los trabajadores de la obra para reducir escurrimiento de lixiviados y malos olores. Fotos: Grupo SELOME S.A. de C.V.



Foto VI.15. Recolección de residuos sólidos urbanos por una empresa contratada para ello por la constructora. Fotos: Grupo SELOME S.A. de C.V.

Residuos Peligrosos

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que presentan alguna o varias de las siguientes características: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad ambiental, inflamabilidad y/o biológico-infecciosa, y que se encuentran señalados en alguno de los listados de la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo, almacenamiento temporal y disposición o tratamiento final, se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento. Por lo tanto, la contratista (constructora) deberá darse de alta como pequeño generador de residuos de este tipo ante la delegación de la SEMARNAT en el Estado de México o en el Distrito Federal y deberá entregar los manifiestos del tratamiento y cantidad de este tipo de residuos cada que le sean requeridos.

Este procedimiento deberá estar ligado con el de mantenimiento de la maquinaria, equipos y vehículos de la obra con el fin de que desde el trasvase del combustible, acciones de mantenimiento de dicha maquinaria, se puedan acopiar cualquier sustancia residual y/o materiales como estopas, trapos impregnados de aceites o combustible a los contenedores adecuados, los cuales deberán de ubicarse muy cerca de donde se realicen actividades de mantenimiento, específicamente en un "almacén de residuos peligrosos". Cada contenedor deberá contar con su respectiva tapa y deberán estar rotulados, indicando el tipo de residuo que contienen, ya que los residuos no deben de mezclar entre sí.



Foto VI.16. Ejemplo de carga de combustible in situ. a) Llenado cuidadoso de gasolina de una bomba para extraer el agua, debajo lado izquierdo se puede observar el uso de una lona para prevenir posibles derrames de combustibles sobre el suelo; b) Carga de diesel a un vibro compactador usando una lona sobre el suelo natural para evitar posibles goteos de combustible y el uso de equipo de protección personal adecuado. Fotos Grupo SELOME S.A. de C.V.

El almacenamiento de los RP en la obra deberá ser temporal, posteriormente deberán ser entregados a una empresa particular que cuente con el permiso vigente y esté dada de

alta y cuente con autorización para el manejo y transporte de dichos residuos al sitio de confinamiento final o reuso.

En cada frente de obra, patio de maquinaria, o lugar donde se realicen trabajos que impliquen la generación de RP, se deberá seleccionar un sitio para el almacenamiento temporal de residuos peligrosos. Este sitio deberá estar techado, ventilado, con piso de cemento y con contenedores adecuados para cada tipo de residuo (como estopas con gasolina, aceite gastado, baterías y acumuladores, pinturas y solventes, entre otros.). Además, deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (como derrame o incendio, por ejemplo).



Foto VI.17. Sitio de almacenamiento temporal de residuos peligrosos, con firme de cemento para recolección en caso de derrame y en donde se indica el tipo de material resguardado en el área y extintor señalado adecuadamente. Fotos: Grupo SELOME S.A. de C.V.

Asimismo se deberá contemplar en un programa de contingencias, que incluya las medidas a realizar ante un conato de accidente o accidente. En caso de accidente o derrame de residuos potencialmente peligrosos y otra sustancia que pueda presentar dichas características, se deberán seguir los señalamientos y disposiciones establecidas en la NOM-138-SEMARNAT/SA1-2008, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Finalmente se deberá llevar un control interno de la generación de los RP, por lo que será necesario mantener un registro de estos en bitácora hasta el término de las actividades constructivas del Proyecto.

Instalación de servicios sanitarios adecuados

La construcción de instalaciones provisionales requiere de infraestructura sanitaria, por lo que la ubicación de oficinas, talleres, etc. deberá considerar preferentemente espacios en zonas urbanas, en donde se brinden este tipo de servicios y obtener las autorizaciones correspondientes. No obstante, ello no será posible en todos los sitios de obra, por lo que en caso de no existir posibilidades de conexión a la red sanitaria municipal, como se mencionó anteriormente, se deberá dotar a las instalaciones provisionales, con servicios sanitarios portátiles.

Aunque en reglamentos de construcción a nivel nacional se señala la colocación de 1 sanitario portátil por cada 15 trabajadores, se estima que dado el tipo de clima y condiciones de trabajo, este número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la colocación de por lo menos 2 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra, incluyendo sitio para el lavado de manos.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.

Respecto a otros tipos de aguas sanitarias que se pueden generar por las instalaciones provisionales se prevé lo siguiente.

Aguas Grises y jabonosas

En caso de haber campamentos y comedores en los frentes de obra, se generara agua servida producto del aseo del personal y trastes de cocina. Estas deberán estar preferentemente conectadas al sistema de drenaje municipal. No obstante, de no ser factible, las instalaciones de aseo del personal y fregaderos de cocina deberán estar conectadas a instalaciones que aseguren que dichas aguas no serán vertidas directamente en el ambiente sin un tratamiento previo. Como opciones se puede considerar la instalación de planta de tratamiento de agua portátil (a la cual se deriven también las aguas sanitarias); o bien la construcción de una fosa de desecación, con fondo impermeable, aledaño a las instalaciones provisionales, hacia la cual fluyan estas aguas y se evaporen gradualmente. Los residuos de la evaporación de estas fosas deberán ser periódicamente removidos y dispuesto en donde señale la autoridad municipal (el diseño de la capacidad de dichas fosas deberá asegurar que no ocurran derrames por rebasar su capacidad de retención en las lluvias). Una tercera opción puede ser la construcción de fosas sépticas hacia las que se drenen dichas aguas.

Cualquiera que sea el sistema elegido por la contratista, deberá someterlo a la autorización por parte de la autoridad local correspondiente y podrá reutilizar el agua en la propia obra, para humectación de superficies, fabricación de concreto, etc.





Ejemplo de plantas de tratamiento de agua portátiles disponibles en el mercado.

Aguas residuales de obra

Previo a la realización del lavado de ollas de concreto, se deberá colocar una malla fina similar a la utilizada en mosquiteros, que retenga la mayor cantidad posible de residuos de concreto del agua vertida. Estos residuos retenidos deberán ser dispuestos junto con los residuos sólidos de construcción (de manejo especial) y en los términos que señalen la ley y la autoridad para el efecto.

El sitio seleccionado deberá ser el mismo para cada frente de obra a lo largo de toda la construcción de la vía férrea; sitio que al final de la misma, deberá ser restaurado, retirando en su totalidad el concreto que no forme parte de alguna estructura (residuo de lavado), cubierto con suelo acamellonado y reforestado.

ETAPA:	**PREPARACIÓN DEL SITIO Y CONSTRUCCIÓN**
ACTIVIDAD:	**TODAS LAS ACTIVIDADES**

Factor	Componentes	Impacto	Medida
Social	Salud	• Riesgo a la salud de los trabajadores	• Control de servicios para el personal

Control de servicios para el personal

Para evitar la propagación de enfermedades contagiosas, la contratista deberá tener control y supervisión de los alimentos que ingiera el personal. Para ello, la contratista podrá proveer de este servicio de forma directa, o bien se puede recurrir a la contratación de algún servicio de apoyo local, con instalaciones limpias y comida preparada bajo condiciones higiénicas. Este servicio deberá además contemplar el suministro de alimentos y agua a los frentes de trabajo en las horas de descanso de los trabajadores, y la recolección de los residuos generados por su ingesta.

La contratación de servicios de comedor de instalaciones locales, además traerá beneficios económicos por el tiempo que duren las obras, y forma parte de la aceptación social del proyecto.

Sea cual fuere la opción optada por la contratista, ésta deberá asegurarse de que las instalaciones de comedor establecidas sean removidas en su totalidad al finalizar la construcción del proyecto y que los sitios sean descompactados y restaurados con una cobertura vegetal como se indica en incisos más adelante.

De no realizarse un adecuado control del servicio de aprovisionamiento de alimentos, difícilmente se podrán retirar del sitio los expendios de comida, ya que estarán interesados en permanecer para dar servicio a los usuarios del proyecto ferroviario en las cercanías de las estaciones. Lo anterior con los riesgos a la salud que ello implica y la generación asentamientos irregulares; situación no deseable para el área de estudio.

Seguridad y atención a emergencias del personal

En los frentes de trabajo e instalaciones deberá existir un botiquín de primeros auxilios con un manual y personal capacitado en la aplicación de éstos. Se deberá tener ubicado el hospital o centro de salud más cercano y forma de contacto o comunicación con algún vehículo disponible para transporte en caso de accidente.

Todos los trabajadores deberán portar chalecos distintivos y membretes de identificación, así como equipo de seguridad y ropa adecuada al tipo de trabajo. Si el trabajador no tiene los medios para proveerse de ésta, la contratista deberá suministrarla.

VI.2 DETERMINACIÓN DE IMPACTOS RESIDUALES

Cualquier proyecto de desarrollo conlleva impactos significativos cuando no se aplican medidas de mitigación. Estos pueden ser muy fuertes y repercutir en un detrimento de la calidad ambiental e incluso en el funcionamiento de un ecosistema. No obstante, las medidas de mitigación reducen el efecto de dichos impactos, pudiendo en ocasiones nulificar su existencia y permitiendo un desarrollo sustentable.

Los impactos han sido descritos y calculados en el capítulo V, en la tabla VI.2.1 se muestra el número de impactos en este proyecto susceptibles de ser mitigados. Al evaluar el efecto cuantitativo de la aplicación de las medidas de mitigación, es posible visualizar el cambio cuando no se aplican estas medidas, con respecto a cuándo si lo hacen. En muchos casos, la mitigación no evita que se dé el impacto, sino solamente reduce su efecto, ya sea en magnitud, extensión o duración, principalmente. De esta manera, analizando la medida propuesta con respecto al impacto visualizado, se observa que con las medidas de mitigación propuestas se reducen los valores de magnitud, extensión, duración, sinergia, etc. según cada caso. Ver la tabla VI.5 en donde se califican los impactos del proyecto CON medidas de mitigación. (Ver Anexo V.2). De la comparación de las matrices de impacto ambiental SIN medidas de mitigación, y CON la aplicación de las medidas de mitigación que se han presentado, a todas luces resalta una reducción considerable del nivel de impacto que ocasionará la obra.

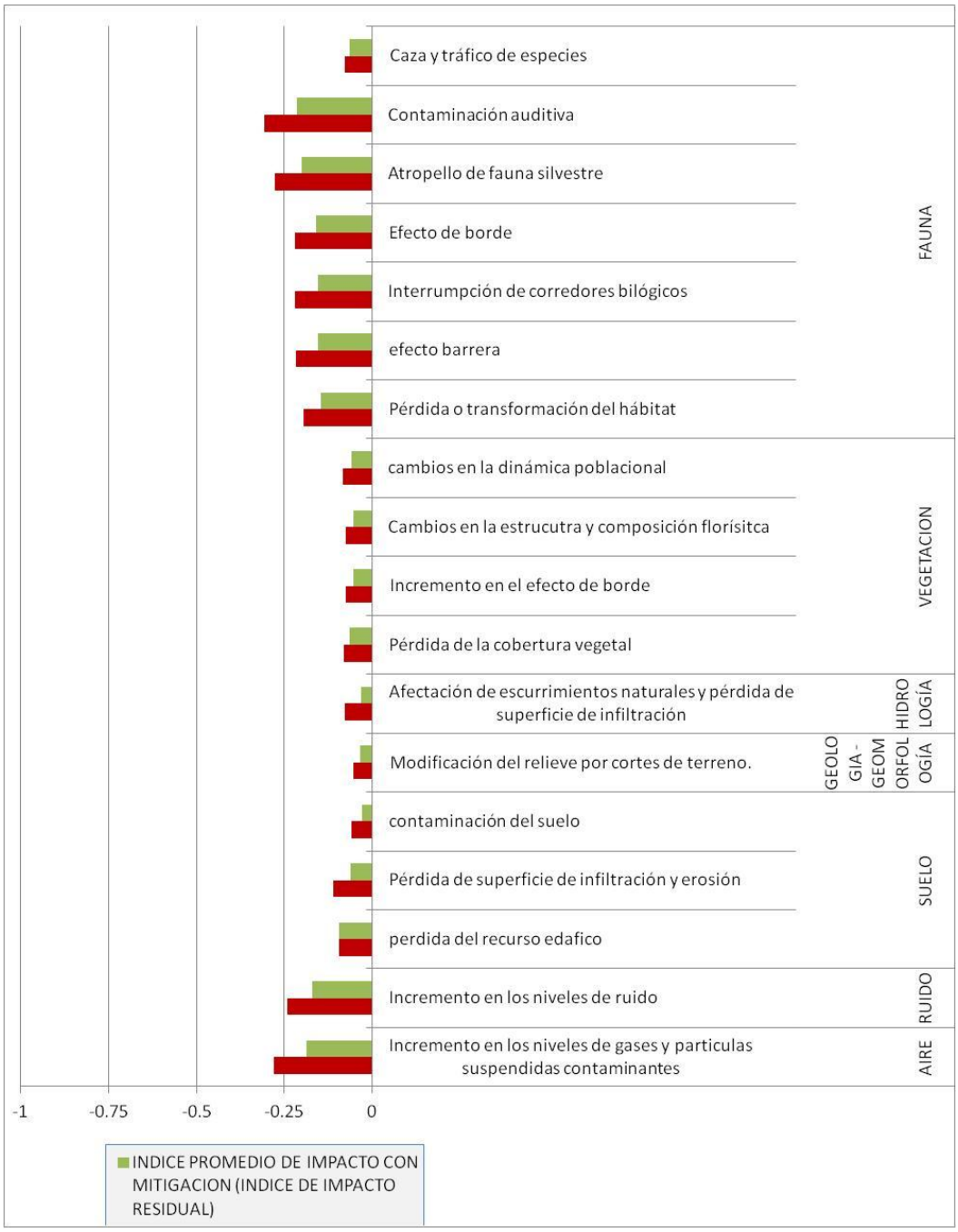
Tabla VI.5. Matriz de calificación de impactos ambientales CON aplicación de medidas de prevención y/o mitigación.

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL. PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACION		AIRE		SUELO			GEOMORFOLOGIA		HIDROLOGIA	VEGETACION				FAUNA						
MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL MODALIDAD REGIONAL PARA LA RECTIFICACIÓN DE CURVAS DENTRO DEL TRAMO TRINITARIA-PASO HONDO Y RAMAL PASO HONDO - FRONTERA GUATEMALA, EN EL ESTADO DE CHIAPAS"		Incremento en los niveles de gases y particulas suspendidas contaminantes	Incremento en los niveles de ruido	perdida del recurso edafico	Pérdida de superficie de infiltración y erosión	contaminación del suelo	Modificacion del relieve por cortes de terreno.	Degradación del paisaje	Afectacion de escurrimientos naturales y pérdida de superficie de infiltracion	Pérdida de la cobertura vegetal	Incremento en el efecto de borde	Cambios en la estructura y composición florística	cambios en la dinámica poblacional	Pérdida o transformación del hábitat	efecto barrera	Interrumpción de corredores biológicos	Efecto de borde	Atropello de fauna silvestre	Contaminación auditiva	Caza y tráfico de especies
Sitio	Actividad																			
Sitio 1	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.324	-0.241	-0.303						-0.160	-0.186	-0.186	-0.160	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.561	
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.342	-0.241	-0.303						-0.160	-0.186	-0.186	-0.160	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.561	
	3 trazo y nivelación	-0.566	-0.462		-0.241															
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.589	-0.462			-0.319														
	6 corte y terraplenes	-0.543	-0.462		-0.241	-0.319			-0.156											
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)				-0.241					-0.160	-0.186	-0.186	-0.160							
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																-0.680	-0.664	-0.664	
	12 Operación																			
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 2	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.556	-0.389	-0.551						-0.417	-0.258	-0.258	-0.417	-0.754	-0.783	-0.783	-0.783	-0.754	-0.754	-0.754
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.577	-0.389	-0.551						-0.417	-0.258	-0.258	-0.417	-0.754	-0.783	-0.783	-0.783	-0.754	-0.754	-0.754
	3 trazo y nivelación	-0.481	-0.462	-0.551	-0.442															
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.607	-0.462				-0.481		-0.316					-0.754	-0.543	-0.543		-0.754	-0.754	
	6 corte y terraplenes	-0.517	-0.462		-0.442	-0.349			-0.156											
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																			
	12 Operación														-0.680	-0.680	-0.680	-0.680	-0.680	
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 3	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.517	-0.404	-0.386						-0.229	-0.186	-0.186	-0.229	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.517	-0.404	-0.386						-0.229	-0.186	-0.186	-0.229	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	
	3 trazo y nivelación	-0.589	-0.509	-0.551	-0.442															
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.492	-0.509		-0.442		-0.481		-0.316					-0.754	-0.543	-0.543				
	6 corte y terraplenes	-0.561	-0.509			-0.349			-0.156										-0.680	
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																			
	12 Operación																-0.680	-0.664	-0.664	
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 4	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)									-0.506	-0.506	-0.506	-0.407	-0.754	-0.783	-0.783	-0.783	-0.754	-0.754	-0.754
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)									-0.506	-0.506	-0.506	-0.407	-0.754	-0.783	-0.783	-0.783	-0.754	-0.754	-0.754
	3 trazo y nivelación		-0.494																	
	4 obras inducidas																			
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.572	-0.494	-0.635			-0.604		-0.316					-0.754	-0.543	-0.543		-0.754	-0.754	
	6 corte y terraplenes																			
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)																			
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel	-0.572	-0.494	-0.651						-0.417	-0.186	-0.186	-0.417	-0.783				-0.835	-0.835	
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																			
	12 Operación														-0.680	-0.680	-0.680	-0.680	-0.680	
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 5	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.556	-0.462	-0.677						-0.506	-0.417	-0.417	-0.417	-0.754	-0.783	-0.783	-0.783	-0.754	-0.754	-0.754
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.556	-0.462	-0.677						-0.506	-0.417	-0.417	-0.417	-0.754	-0.783	-0.783	-0.783	-0.754	-0.754	-0.754
	3 trazo y nivelación	-0.481	-0.462		-0.612															
	4 obras inducidas		-0.462																	
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.481	-0.462				-0.604		-0.316									-0.754	-0.754	
	6 corte y terraplenes																			
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)	-0.481	-0.462		-0.612	-0.463			-0.156											
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control																			
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																			
	12 Operación														-0.680	-0.680	-0.680	-0.680	-0.680	
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			
Sitio 6	1 Desmonte (tala de árboles, retiro de maleza y arbustos y retiro de tocones)	-0.288	-0.241	-0.258						-0.160	-0.186	-0.186	-0.160	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	
	2 Despalme (remoción de capa orgánica de suelo)	-0.288	-0.241	-0.258						-0.160	-0.186	-0.186	-0.160	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	-0.481	
	3 trazo y nivelación	-0.509	-0.241		-0.241															
	4 obras inducidas		-0.389																	
	5 Istalaciones provisionales de obra (talleres, almacenes, patios de maquinaria, etc.)	-0.437					-0.267													
	6 corte y terraplenes																			
	7 construcción de obras mayores (puentes y viaductos)	-0.509	-0.462		-0.241	-0.319			-0.156											
	8 construcción de estaciones, talleres y edificio de control				-0.241															
	9 construcción de túnel																			
	10 Estructura ferrea (instalación de vias, equipamiento y señalizacion)																			
	11 Limpieza y desmantelamiento de obras complementarias																			
	12 Operación																-0.680	-0.664	-0.664	
	13 Mantenimiento preventivo y correctivo																			

Análisis gráfico del Impacto Residual

En el siguiente grafico se puede observar el índice promedio de impacto sin mitigación para cada uno de los impactos analizados, versus al índice promedio de impacto con mitigación, es decir, el índice de impacto residual, que es aquel que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

Como se puede apreciar en el gráfico los impactos residuales en esta obra tienen una intensidad de baja a muy baja, con un porcentaje promedio de reducción de impactos después de la mitigación del 30.4 %; destacando los componentes de aire, fauna y vegetación, como aquéllos en donde se reducirán significativamente los impactos potenciales de esta obra al aplicar las medidas de mitigación, además de que incluso la vegetación y fauna en algunos sitios, con las medidas de mitigación (compensación) que se proponen se verán beneficiados.



Grafica VI.1. Comparación gráfica del índice[1] promedio de los impactos SIN mitigación y CON mitigación

[1] Indice de impacto estimado a partir de la metodología de Bojorquez Tapia señalada en el capítulo V.

Cuando se contemplan medidas de mitigación, los impactos se pueden reducir notablemente tal y como se observa Figura VI.2.1 y en la Matriz de calificación del impacto ambiental del proyecto **CON** medidas de mitigación (Anexo V.2), donde la mayor parte de los impactos esperados para el proyecto ferroviario con mitigación son bajos, moderados e incluso a muy bajos; disminuyendo notablemente a los impactos altos y muy altos que potencialmente se podrían producir al no realizarse prácticas de mitigación de los mismos.

La mayoría de los impactos anteriormente descritos, y aquellos señalados en el estudio, son prevenibles o mitigables e incluso compensables de alguna manera. No obstante, hay efectos que a pesar de la mitigación, permanecerán en el sitio, a los que se les denomina impactos **residuales**.

Con respecto a los impactos altos residuales que se observan en la matriz del Anexo V.2 son impactos que no resulta factible mitigar ya que ocurrirá un efecto barrera en los tramos a nivel del proyecto, que si bien se reduce al proponer la instalación de pasos que permitan el cruce de fauna, no eliminan del todo el efecto de barrera que un proyecto como este constituye, particularmente no al corto plazo. Se espera que eventualmente, la fauna encuentre rutas para su movilización a través de las propias obras de drenaje y pasos para la fauna en la obra, reduciéndose el efecto barrera sobre ésta con el tiempo.

Asimismo el impacto hacia el relieve ocasionado por los cortes de terreno natural en aquéllos puntos donde el proyecto corre a nivel tampoco resultará factible de mitigar, pues el relieve en esos tramos se modificará para alojar al tren. De igual manera que lo presentado en el párrafo anterior, su impacto residual será más fuerte al corto plazo, dado que implica un cambio en la fisonomía del paisaje natural; mismo que al paso del tiempo, el ferrocarril y toda la infraestructura ferroviaria se irá integrando como un elemento más de este paisaje, el cual debemos recordar que está fuertemente antropizado y que el proyecto, al buscar su recorrido por derechos de vía existentes de otras obras de infraestructura, minimiza la alteración ambiental y daños que su construcción implica.

Cualquier proyecto de desarrollo conlleva impactos, cuando no se aplican medidas de mitigación, éstos pueden ser muy fuertes y repercutir en un detrimento de la calidad ambiental e incluso en el funcionamiento de un sistema. No obstante, las medidas de mitigación reducen el efecto de dichos impactos, pudiendo en ocasiones nulificar su existencia.

Los impactos han sido descritos y calificados en el Capítulo V e identificados como acumulativos, sinérgicos y residuales, según cada caso. En el siguiente cuadro se describen de forma sintetizada las medidas de control, prevención, mitigación o compensación que se deberán aplicar en tiempo y forma para atenuar, subsanar y coadyuvar a la restitución de los componentes ambientales por las afectaciones del proyecto. Cabe mencionar que además de la importancia socioeconómica que este tipo

de vía de comunicación traerá consigo a la región, el tener en cuenta este tipo de medidas le confieren al proyecto sustentabilidad ambiental y con ello un muy alto porcentaje de viabilidad, tema que por demás extenso se describe en el Capítulo VII de este documento, con el análisis de escenarios esperados con el proyecto al corto mediano y largo plazos.

Tabla VI.6. Resumen de medidas que deberán aplicarse al proyecto

Medida	Etapa en la que se deberá implementar	Impacto que controla, previene, mitiga y/o compensa
Acciones conservación y restauración de suelos (*Programa de conservación y restauración de suelo*)	Etapa de preparación del sitio. Previo al comienzo de esta etapa se deberán delimitar perfectamente las superficies del proyecto, con la finalidad de establecer el suelo que será rescatado para su utilización en el vivero rústico en donde se mantendrán individuos rescatados y para su reutilización y mejoramiento de superficies como las de las obras complementarias asociadas el proyecto además de las que pueda designar la autoridad para su restauración.	Medida compensatoria al impacto acumulativo de la pérdida de las propiedades físicas y químicas del suelo por compactación, además del impacto residual de pérdida del recurso.
Acciones de rescate y reubicación de flora (*Programa de rescate y reubicación de flora*)	Previo a la etapa de preparación del sitio (desmonte y despalme), se deberán planear todas las actividades de este programa, con la finalidad de realizar el rescate de plántulas y germoplasma susceptibles de poder mantenerse en un vivero rústico, que en complemento con la propagación de individuos y la reforestación de zonas propuestas, se restituyan las superficies afectadas por el proyecto en un mediano y largo plazo.	Medida compensatoria al impacto por fragmentación de hábitat, efecto barrera y efecto de borde al poder reutilizar especies vegetales de la región que puedan además estar incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en la restauración de superficies dañadas que sean utilizadas posteriormente también por individuos faunísticos como hábitat para su desarrollo.
Acciones de rescate y	Previo a las etapas de desmonte y de despalme, se deberán realizar las actividades tendientes al	Medida de prevención y compensación por impactos como fragmentación y pérdida

Medida	Etapa en la que se deberá implementar	Impacto que controla, previene, mitiga y/o compensa
reubicación de fauna (*Programa de rescate y reubicación de fauna*)	ahuyentado de individuos faunísticos, así como a su rescate, con el fin de dañar lo menos posible a individuos de especies incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, como otros característicos de la región.	de hábitat. Medida preventiva para evitar daños accidentales a los animales por maniobras de la maquinaria.
Acciones de reforestación (*Programa de restauración ecológica de aplicación en la Barranca de Tacubaya y en el PNIMHC*)	Esta medida, se podrá implementar además en el derecho de vía donde se establecieron las obras asociadas al proyecto como almacenes/talleres, asimismo se podrán reforestar antes de la entrada en operación del proyecto otras zonas que designe la autoridad ambiental.	Esta medida de mitigación a los impactos residuales de efecto barrera, efecto de borde, fragmentación del hábitat e interrupción de corredores biológicos, además de constituir medidas en compensación por el impacto a las cualidades naturales del paisaje en el parque y la barranca. Es una de las medidas más importantes que se deberán tomar en cuenta, con el fin de poder atenuar los impactos producidos por el proyecto.
Construcción de obras de drenaje y de pasos de fauna	La construcción de obras de drenaje menor en el tramo a nivel, aunque no son como tal una medida, al ser parte del diseño del proyecto, le confieren cierta mitigación pues con mínimas adecuaciones, dichas estructuras podrán ser utilizadas por individuos de diversas especies faunísticas pequeñas medianas y grandes para cruce de la vía del ferrocarril. Con respecto a las obras de drenaje, éstas se contemplan en el proyecto para evitar que se interrumpa el flujo hídrico superficial.	Medida de mitigación y compensación a impactos como fragmentación del hábitat, efecto barrera e interrupción de corredores biológicos para especies faunísticas. Así como a impactos significativos por la interrupción o modificación del flujo hídrico.
Manejo integral de residuos (*Procedimiento integral para el*	El manejo integral de todos los residuos que se podrán generar por las actividades del proyecto, entre los que se encuentran los residuos sólidos urbanos (RSU), los	Medida de prevención que evitará que se den impactos significativos a los componentes ambientales como el suelo y el agua por contaminación.

Medida	Etapa en la que se deberá implementar	Impacto que controla, previene, mitiga y/o compensa
manejo de residuos)	de manejo especial (RME) y los residuos peligrosos (RP), evitará posible contaminación de recursos como el suelo y aguas superficiales. Este manejo integral de residuos, deberá implementarse en todas las etapas del proyecto.	Asimismo, atenuará el impacto visual causado a las cualidades naturales del paisaje.

VI.3 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL DEL PROYECTO

El PMA preliminar de este proyecto, al que será necesario adecuar al incorporar los términos y condicionantes ambientales que se deriven de los resolutivos correspondientes, asi como las adecuaciones pertinentes al programa detallado de obra del Proyecto Ejecutivo, para conformar el PMA definitivo, se presenta en el Anexo VI.1.

El propósito del seguimiento ambiental, a través del **Plan de Manejo Ambiental**, es obtener información sobre el estado que guardan los diferentes componentes ambientales en el área de influencia del Proyecto al inicio de la obra, verificando la adecuada aplicación de las medidas de mitigación, la evaluación de la efectividad de las medidas de control, preservación, protección, prevención y mitigación implementadas; considerando los estándares establecidos en la legislación, de acuerdo con las técnicas y los indicadores referidos en ellas.

El seguimiento ambiental evaluará de manera periódica, integral y permanente, el estado de los recursos ambientales en función del avance del proyecto, con el fin de obtener información para la toma de decisiones dirigidas a la preservación del medio ambiente y a la sustentabilidad de la infraestructura del transporte. Debe incluir mediciones del estado que guardan los diferentes componentes ambientales y sus tendencias, un análisis de las amenazas que representan para el ambiente, acciones necesarias para el control del impacto y definición del esquema para monitorear el progreso de las medidas y la toma de decisiones. Los resultados de los indicadores ambientales deben ser comparativos con los definidos en el ámbito internacional, que en todo caso son establecidos para preservar la salud humana. Los elementos considerados en el monitoreo ambiental son agua, aire, suelo y biodiversidad; aspectos como el ruido son incluidos en el factor ambiental "aire" y los sitios contaminados, en "suelo".

El objetivo general del Plan de Manejo Ambiental es verificar que el Promovente (o compañía encargada de la construcción y operación del Proyecto) cumpla con las disposiciones de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y sus

Reglamentos en: a) materia de impacto ambiental, b) contaminación atmosférica, c) residuos peligrosos y no peligrosos, d) prevención y control de la contaminación de aguas, f) por la emisión de ruido; así como las normas oficiales mexicanas aplicables, a través de la aplicación de las acciones que se requieren para controlar, preservar, proteger, prevenir y mitigar; en su caso, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales durante el desarrollo del Proyecto, de una manera organizada y sistemática. La finalidad de este Plan es optimizar y asegurar la realización oportuna de las medidas de mitigación, así como establecer los mecanismos de seguimiento y monitoreo de éstas en un corto y mediano plazo; que permitan dar cuenta de los impactos ambientales por la ejecución del Proyecto.

VI.3.1 Instrumentos para el seguimiento y monitoreo

Con base al análisis de la mitigación ambiental propuesta en el presente Capítulo, resulta posible identificar y conocer qué tipo de actividades se deberán hacer, cuándo y cómo realizarlas, quién las llevará a cabo y como reportar sus resultados; con la finalidad de establecer una planeación sistemática y organizada, que conduzca a las metas de protección y mejoramiento ambiental que contempla el Proyecto. Ello se deberá realizar a través de diagramas, formatos, registros y parámetros de evaluación que integren y faciliten el seguimiento ambiental, proporcionando elementos que permitan informar a la autoridad correspondiente del Cumplimiento Ambiental del Proyecto a lo largo de sus diferentes etapas de desarrollo. Un Plan de Manejo Ambiental deberá considerar cuando menos los siguientes puntos:

1) Fichas técnicas de manejo ambiental

Las Fichas Técnicas de Manejo Ambiental se consideran documentos guía que contienen la información de cómo deben aplicarse o ejecutarse las medidas de control, preservación, protección, prevención y mitigación, para cada una de las actividades desarrolladas en el Proyecto en sus diferentes etapas, convirtiéndose en el documento de referencia para el contratista, promovente, la autoridad y la supervisión ambiental.

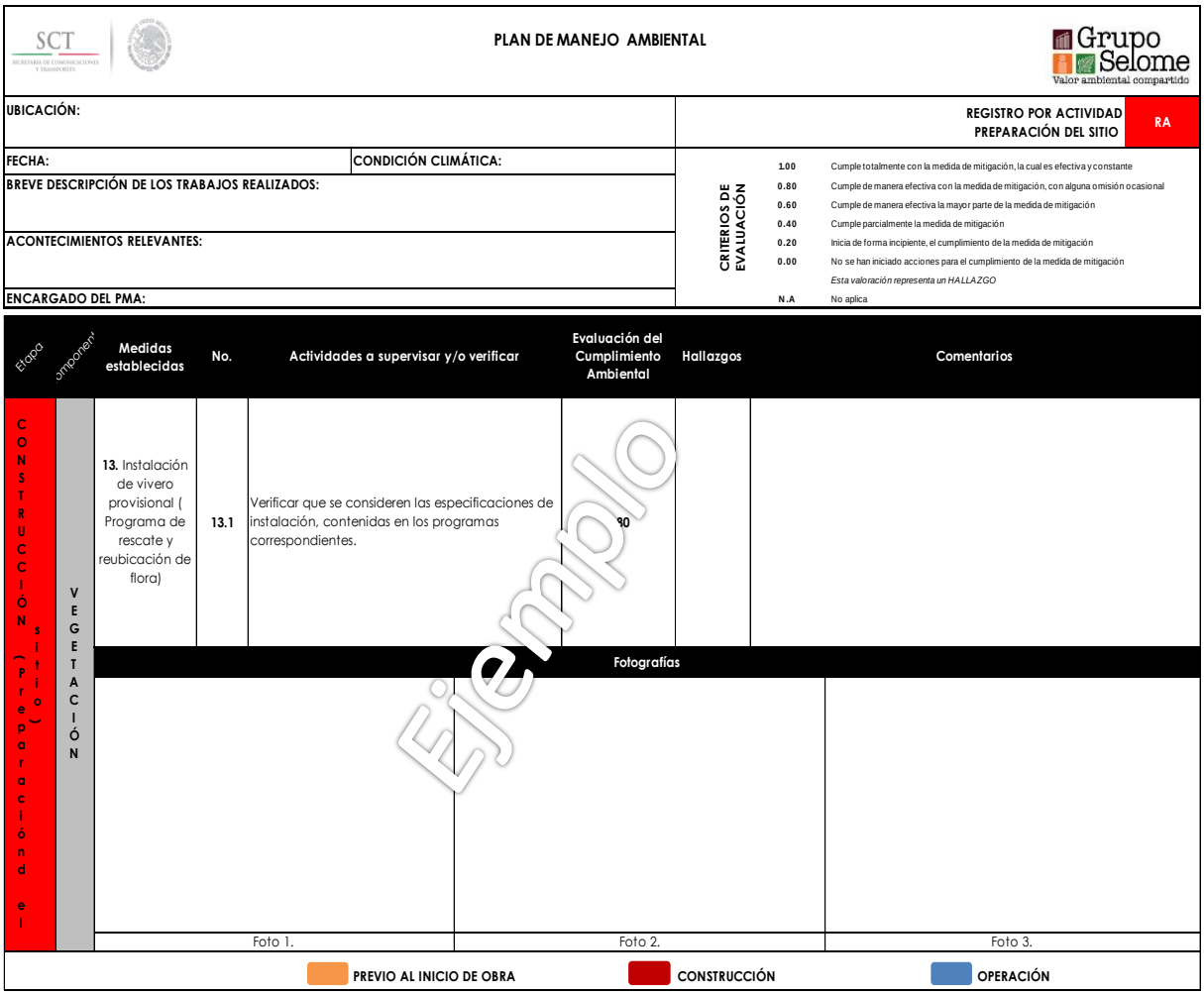
2) Bitácora de trabajo

Se levantará la Bitácora de Trabajo, para el registro del cumplimiento de la implantación de las medidas de control, preservación, protección, prevención y mitigación que sean realizadas durante las diferentes etapas del Proyecto. La información base de la Bitácora de trabajo generalmente considera los siguientes aspectos:

- Fecha en la que se realiza la supervisión y responsables.
- Descripción breve de los trabajos que se están realizando al momento de la supervisión.
- Mencionar acontecimientos relevantes suscitados durante el recorrido, si es que se presentaron.
- Anotar las condiciones climáticas generales al momento de la supervisión.
- En la celda correspondiente al cumplimiento de buenas prácticas, se debe anotar el grado de cumplimiento en la implantación de las medidas, de acuerdo a los criterios ya establecidos con antelación.
- Después de haber asentado la evaluación del cumplimiento de las medidas, se determina el promedio aritmético de estas, el cual se registra en la parte inferior de la columna.
- Cuando no se hayan realizado actividades para la implantación de la medida, entonces se marca con un 1 la celda correspondiente a hallazgos, para que en la parte final de la columna se registre el total de hallazgos durante el recorrido de supervisión.
- En la celda de comentarios se deben anotar referencias específicas que avalen la evaluación dada en el cumplimiento de buenas prácticas.
- Observaciones; se deben registrar acontecimientos detectados durante el recorrido que no se hayan considerado dentro de las medidas de mitigación.

Programa de mantenimiento periódico para equipo, vehículos y maquinaria de construcción (elaboración)	Ficha 1
Objetivo de la medida - Verificar que el Programa de mantenimiento periódico para vehículos cuente con los elementos mínimos necesarios para su aplicación. **Acciones a ejecutar y/o verificar** - Se debe asignar y/o contratar personal especializado para la elaboración del Programa. - Verificar que el Programa desarrolle con precisión las acciones a seguir, para dar cumplimiento con las normas y reglamentos ambientales vigentes (NOM-045-SEMARNAT-2006 y NOM-041-SEMARNAT-2006), en cuanto a los vehículos de carga se refiere. - Verificar sean contemplados los lineamientos en cuanto a la generación de ruido de los vehículos y maquinaria de construcción, ajustándose a las normas vigentes (NOM-080-SEMARNAT-1994). - Verificar sean establecidos los mecanismos para el registro de las distintas actividades de mantenimiento y control del equipo y maquinaria en obra. - Verificar sean definidos los recursos humanos y materiales para llevar a cabo una satisfactoria ejecución del Programa. - Verificar sean integrados a este Programa los requerimientos para el manejo adecuado de los residuos peligrosos y de manejo especial que pudieran ser generados del mantenimiento de la maquinaria y equipo de construcción. - Establecer los diferentes niveles de responsabilidad de los encargados de llevar a cabo las acciones plasmadas en el Programa. - Definir los sitios y las condiciones de las instalaciones adecuadas de los talleres y patios de maquinaria y equipo de obra, almacén de combustible, almacén de residuos peligrosos y no peligrosos, para cada una de estas áreas.	**Método de control/registro** - Documento conteniendo el Programa **Fase de aplicación** - Previo a obra **Frecuencia de control** - Una vez previo al inicio de la Obra **Sitio de muestreo** **Indicadores ambientales** - Índice de eficiencia **Umbral de alarma** - Índice de eficiencia < 70% **Informes** - Informes rutinarios

Figura VI.18. Ejemplo del formato de la Ficha Técnica de Manejo Ambiental



PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

UBICACIÓN:	REGISTRO POR ACTIVIDAD PREPARACIÓN DEL SITIO — RA
FECHA: / CONDICIÓN CLIMÁTICA:	CRITERIOS DE EVALUACIÓN
BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS:	
ACONTECIMIENTOS RELEVANTES:	
ENCARGADO DEL PMA:	

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	
1.00	Cumple totalmente con la medida de mitigación, la cual es efectiva y constante
0.80	Cumple de manera efectiva con la medida de mitigación, con alguna omisión ocasional
0.60	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida de mitigación
0.40	Cumple parcialmente la medida de mitigación
0.20	Inicia de forma incipiente, el cumplimiento de la medida de mitigación
0.00	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida de mitigación
	Esta valoración representa un HALLAZGO
N.A	No aplica

Etapa	Componente	Medidas establecidas	No.	Actividades a supervisar y/o verificar	Evaluación del Cumplimiento Ambiental	Hallazgos	Comentarios
CONSTRUCCIÓN (Preparación del sitio)	VEGETACIÓN	13. Instalación de vivero provisional (Programa de rescate y reubicación de flora)	13.1	Verificar que se consideren las especificaciones de instalación, contenidas en los programas correspondientes.	90		

Fotografías

Foto 1.	Foto 2.	Foto 3.

PREVIO AL INICIO DE OBRA — CONSTRUCCIÓN — OPERACIÓN

Ejemplo

Figura VI.19. Ejemplo del formato de la Bitácora de Trabajo

3) Procedimientos para la prevención y protección

Los Procedimientos generales comprenden las medidas preventivas y de control para realizar las actividades necesarias para el desarrollo del proyecto de manera tal que se impacte lo menos posible al ambiente destinado para la construcción del Proyecto, sobre todo en labores diarias del personal en obra y prestadores de servicios. Los cuales se encuentran integrados en el Manual de Buenas Prácticas Ambientales en la Construcción de Infraestructura y se incluirán en el PMA los siguientes:

- Procedimiento de Manejo de Residuos No Peligrosos (Sólidos Urbanos) y Aguas residuales
- Procedimiento de Manejo de residuos Peligrosos y de Manejo Especial (Incluye Sustancias Químicas, Prevención y Atención a Derrames)
- Procedimiento Campañas de Capacitación y Seguridad laboral
- Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra

El personal requerido para la construcción y operación del Proyecto deberá tener claro el objetivo y alcances del manejo ambiental integral al cual el Proyecto se encuentra sujeto; dado que todas las acciones a realizar y a valorar, son parte intrínseca de sus acciones y son ejecutadas a favor del medio ambiente; de ser llevadas a cabo correctamente simplificarían el manejo y minimizaría el impacto al mismo.

4) Programa de mitigación por etapa del Proyecto (Diagrama de Gantt)

Este tiene como propósito organizar y enmarcar la temporalidad necesaria para la realización de las diferentes medidas de control, preservación, protección, prevención y mitigación que han sido propuestas en el presente capítulo; que deberán ser programadas y calendarizadas como parte de las actividades de la construcción y operación del Proyecto, a fin de poder contar con presupuesto en el momento de su aplicación, ya que de su oportuna realización, dependen sus buenos resultados. Para el Proyecto en cuestión, se presenta la versión preliminar del **Programa de mitigación por etapa del Proyecto – Diagrama de Gantt –** en donde se observan las principales medidas que deberán ser monitoreadas para asegurar un adecuado desempeño ambiental durante la ejecución de la obra y la operación del mismo. Cabe señalar que a este Diagrama de Gantt será necesario incorporar aquellas medidas de mitigación y compensación que sean establecidas en los Términos y Condicionantes que la autoridad establezca para otorgar la autorización en materia de impacto ambiental como vía general de comunicación, así como la autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales, de ser el caso.

VI.3.2 Desarrollo de indicadores de seguimiento y monitoreo ambiental

La definición y observación de los indicadores permite, conocer el grado de integración ambiental logrado por el Proyecto, así como alertar sobre desviaciones o problemas detectados, de tal forma que se tomen las medidas necesarias para solucionarlo e identificar las causas que lo originaron.

Los **indicadores ambientales** son estadísticas o parámetros que proporcionan información o tendencias de las medidas de control, preservación, protección, prevención y mitigación para minimizar el impacto ambiental generado por la construcción y operación del Proyecto. Estos indicadores, pretenden proveer información de la aplicación de dichas medidas, así como la magnitud de la efectividad de las estrategias ambientales a implementar a lo largo del desarrollo del Proyecto, lo que se conoce como **desempeño ambiental**.

Para el caso del PMA los indicadores serán primordialmente de realización, ya que estos representaran las acciones requeridas para la aplicación de las medidas que hayan sido establecidas en la MIA-R. Una vez que el Proyecto sea puesto en marcha, junto con la Supervisión Ambiental del mismo, se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del mismo, así como el Desempeño Ambiental del Proyecto; todos estos resultados serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo de la construcción y operación del Proyecto en cuestión.

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS AMBIENTALES (LÍNEA BASE CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS Y CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS)

CONTENIDO

FUNDAMENTO JURÍDICO 3

VII.1 ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL (SIN CONSIDERAR EL PROYECTO) 4

VII.1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ACTUAL 4
VII.1.2 CRITERIOS PARA LA PROYECCIÓN DE ESCENARIOS 4
VII.1.2.1 ESTIMACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL 4
VII.1.3 EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA AMBIENTAL 7

VII.2 ESCENARIOS AMBIENTALES DE LOS POLÍGONOS DENTRO DEL SAR CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN 14

VII.2.1 ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 14
VII.2.2 ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 17
VII.2.3 ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 18
VII.2.4. CONCLUSIÓN DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS AMBIENTALES (CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO), CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN 20

VII.3 ESCENARIOS AMBIENTALES DE LOS POLÍGONOS DENTRO DEL SAR CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN 21

VII.3.1 ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN 21
VII.3.2 ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN 22
VII.3.3 ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN 23
VII.3.4. CONCLUSIÓN DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS AMBIENTALES (CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO), CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN 26

VII.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS 27

VII.4 CONCLUSIONES 27

CAPÍTULO VII

PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DEFINICIÓN Y DESCRIPCIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS AMBIENTALES (LÍNEA BASE CON PROYECTO Y SIN MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS Y CON PROYECTO Y CON MEDIDAS DE CONTROL DE IMPACTOS)

FUNDAMENTO JURÍDICO

Este capítulo se describe en función de lo que establece la Fracción VII del Artículo 13 del REIA, que dispone la obligación de incluir en la MIA-R los "Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas". En este sentido, se propondrán los pronósticos ambientales relevantes, ya que éstos permiten predecir el comportamiento del sistema ambiental sin el proyecto, con el proyecto pero sin medidas de mitigación y con el proyecto incluyendo las medidas de mitigación, a efecto de evaluar el desempeño ambiental del mismo, garantizando que se respetará la integridad funcional del ecosistema a partir de una proyección teórica de las posibles implicaciones ambientales que generaría el proyecto de manera espacial y temporal.

VII.1 ESCENARIO AMBIENTAL TENDENCIAL (SIN CONSIDERAR EL PROYECTO)

VII.1.1 DESCRIPCIÓN DEL ESCENARIO ACTUAL

Tal y como se describió en el capítulo IV, apartado IV.7 (Diagnóstico Ambiental Regional) el desarrollo acelerado, generado por el cambio de economía rural a urbana en el Estado de México, el grado cada vez mayor de urbanización del espacio y el impulso al crecimiento del turismo con consideraciones ambientales insuficientes, se expresa en el deterioro ambiental y modificación del paisaje en el Sistema Ambiental Regional.

Para saber la tendencia del SAR, se aplicó la misma metodología para realizar el diagnostico que a continuación se presentan los escenarios ambientales para el proyecto ferroviario dentro del sistema A) **SIN** y B) **CON** la aplicación de los criterios y medidas de prevención, mitigación, restauración o compensación que se han presentado en el capítulo VI de este estudio.

VII.1.2 CRITERIOS PARA LA PROYECCIÓN DE ESCENARIOS

Para visualizar el estado que guardan los componentes del Sistema Ambiental Regional (SAR) en la actualidad, directamente sobre la zona donde se construirá la vía férrea y poder evaluar sus cambios esperados a futuro, con o sin el proyecto, como se presentó en el capítulo IV, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema. Estos indicadores fueron evaluados dentro de su derecho de vía, ya que la afectación directa del proyecto se espera que ocurra en esta área (16 m) y de esta manera evaluar las afectaciones a estos indicadores ambientales debido a la vía férrea.

VII.1.2.1 Estimación de la calidad ambiental

La calidad ambiental es un atributo de un sistema que queda integrado por la combinación de sus diversos componentes del medio físico, biótico y social. La calidad ambiental representa, por definición, las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas. La conforman las características cualitativas y cuantitativas de los elementos y procesos naturales, ecológicos y sociales del ambiente en general, que permiten el desarrollo, el bienestar individual y colectivo del ser humano y la conservación de la diversidad biológica y que son susceptibles de ser modificados y degradados.

Esta calidad está dada por el funcionamiento integral de sus componentes, por lo que es importante de manera inicial reconocer dichos componentes indicadores.

En la Tabla VII.1 se hace referencia a los factores que fueron considerados como indicadores del estado de conservación o deterioro del sistema a lo largo la vía férrea.

Tabla VII. 1 Indicadores de calidad ambiental del sistema

	Factor	Indicador
Medio abiótico	Suelo	Sensibilidad a la Erosión ante el despalme dada por propiedades texturales, estructura y contenidos de materia orgánica
		Presencia de evidencias de erosión
		Presencia de evidencia de sellamiento de superficie por infraestructura
	Hidrología	Presencia de ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados
		Cruce por intermitentes que pudieran ser afectados
		Presencia de humedales o zonas inundables
	Geomorfología	Cambios en el relieve original existente
Medio biótico	Vegetación y Uso de suelo	Tipo de vegetación que será afectada en función de su resiliencia
		Predominancia de formas vegetales (árboles, arbustos, hierbas, vegetación secundaria)
		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener
		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar (Índice de Pielou)
		Uso del suelo aledaño al sitio
	Fauna	Riesgo de atropello en el sitio y radio de 1Km
		Presencia de especies protegidas, endemismos o especies generalista y oportunistas
		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Índice de Shannon-Wiener
		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar (Índice de Pielou)
		Evidencia de atropello de fauna silvestre (tramo cercano o aledaño)

A partir de los anteriores indicadores, se evaluó en campo cada uno de los sitios donde se realizarán las obras de la vía férrea, para caracterizar mediante una escala ordinal, la condición ambiental de cada una de las variables en una escala de 1 a 5 con criterios de evaluación estandarizados para evitar sesgos. Una escala ordinal (categórica y comparativa) ubica al objeto con números que indican su posición relativa con relación a otros objetos, lo que permite calcular percentiles, cuartiles, medianas, correlaciones, Friedman y Anova.

De acuerdo a la evaluación individual de los indicadores, se obtuvo un valor indicativo de calidad ambiental sumatizando las evaluaciones individuales de cada indicador, considerando que el máximo de puntos (88) correspondía al sitio con mayor afectación o incidencia antrópica y por consiguiente, el sitio con menor calidad ambiental, mientras que valores bajos (15) correspondían a sitios no perturbados (prístinos). En este sentido, y considerando una distribución normal de los valores ordinales, para efectos de este estudio se definió la siguiente escala de calificación de condiciones de calidad ambiental:

ESCALA DE CALIDAD AMBIENTAL sumatoria entre:		Clase de calidad
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

A partir de lo anterior se obtuvo una matriz de calificación y su gráfico correspondiente que reflejaban la condición actual de cada sitio que será sometido a la obra, en términos de su calidad ambiental. Esta información se consideró como el punto de partida para realizar la proyección de escenarios posibles al corto (en aproximadamente 5 años), mediano (en 10 años) y largo plazos (en 20 años).

VII.1.3 EVALUACIÓN DE LA TENDENCIA AMBIENTAL

Criterios de evaluación

La calidad ambiental suele ser afectada por la incidencia de factores de cambio, tanto naturales como antrópicos, los que puede ocasionar pérdidas en los niveles de dicha calidad a partir de la reducción en las condiciones prístinas que guarden sus componentes. Por ello, para poder modelar los cambios en la calidad ambiental de cada sitio, fue necesario identificar los factores de cambio antrópico y naturales que inciden sobre éste.

Factores de cambio

Un factor de cambio es un parámetro cuya evolución en el tiempo incide negativa o positivamente en la condición natural de algún factor ambiental (indicador); y ello consecuentemente en la calidad ambiental de cada sitio y del sistema en lo general.

Tabla VII. 2 Parámetros de cambio considerados para estimar la presencia antrópica representativa de la vía férrea.

Parámetros de cambio	
Tasa de incremento poblacional	Cambio en la población durante un período expresado a menudo como un porcentaje del número de individuos existentes en un país o lugar a fines de un año sobre la población inicial en el mismo año.
Tasa de deforestación	Razón de pérdida de bosque en determinada área con respecto al total preexistente, en un periodo de tiempo.
Tasa de cambio de uso de suelo forestal	El cambio en la cobertura y uso del suelo proporcionan la base para conocer las tendencias de los procesos de deforestación, degradación, desertificación y perdida de la biodiversidad de una zona determinada
Tasa de Incremento en la erosión	Tasa de cambio por la remoción del suelo por agentes físicos, como el agua o el viento, por las cuales las capas superiores y más fértiles dan paso a las pedregosas y áridas.
Tasa incremento TDPA*	Volumen total de vehículos que pasan por un punto o sección de una carretera en un período de tiempo determinado
IKA	Los índices kilométricos de abundancia o atropello (IKA) son una medida de frecuencia que se utilizará en el análisis de resultados, el cual se expresan mediante un valor numérico, obtenido de dividir el número de atropellos localizados por el de kilómetros prospectados.

En este caso, se considera que el principal factor de cambio será antrópico y estará dado por incrementos en las superficies y el índice de erosión, incrementos en la cantidad de población que transitan e inciden en el área de estudio, incrementos en la tasa regional de deforestación, y en la tasa de cambio de uso de suelo forestal por uso antrópico; así como por la propia tasa de incremento en el tránsito promedio diario anual (TDPA), este último se considera debido a que se pretende que se reduzca el TDPA con la operación del tren, lo cual reducirá los niveles de gases contaminantes.

Para poder modelar el efecto sobre el sistema de cada uno de estos factores de cambio, independientes a las obras que se contemplan en este proyecto, se realizaron las proyecciones de la evolución en el tiempo para el corto, mediano y largo plazo de los mismos a partir de datos bibliográficos y reportes oficiales. En las siguientes gráficas se presentan los factores de cambio que se consideraron en el modelo.

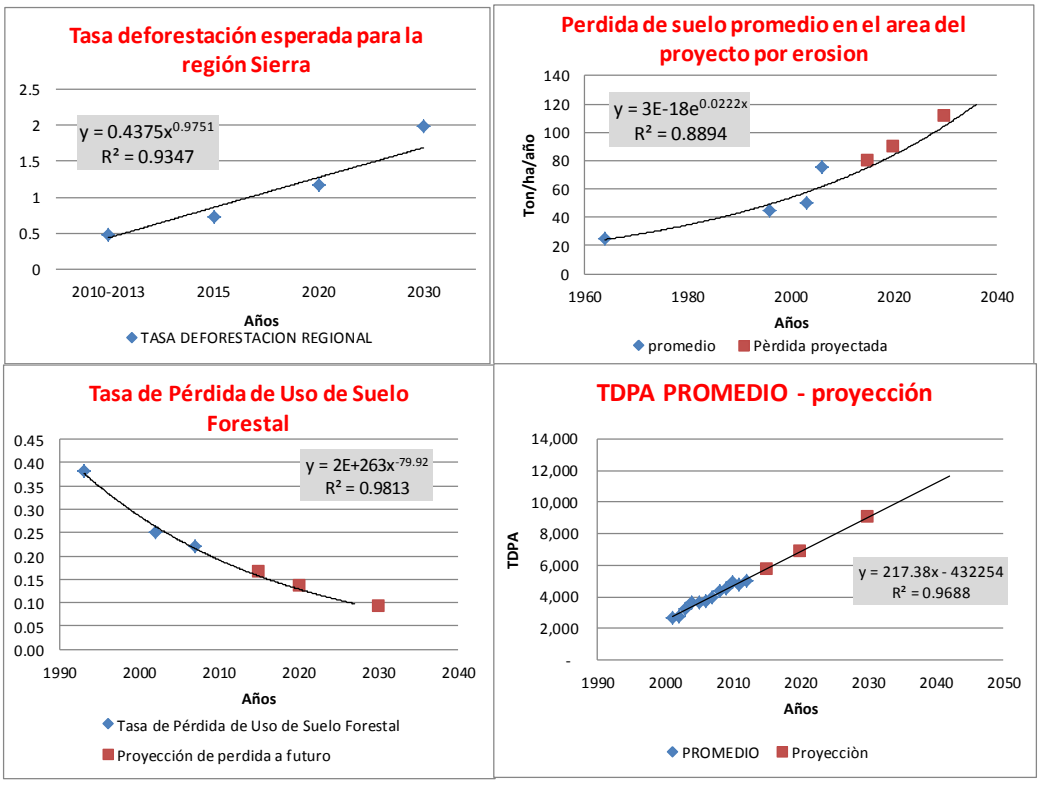


Figura VII.1 Tendencia de cambio a lo largo del tiempo.

Las anteriores gráficas han sido generadas para estimar los modelos con mejor ajuste que permitan proyectar las tendencias de cambio en el tiempo de los factores con un alto valor del coeficiente de determinación (R^2) que es indicio de la bondad del ajuste.

En la realización de estas gráficas y en los modelos estimados para cada variable se incluyeron los valores que se muestran en la siguiente tabla:

INPUT DE DATOS:	actual	5 años	10 años	20 años
	2010-2013	2015	2020	2030
PARAMETROS DE CAMBIO (ACTUAL Y PROYECCIÓN EN EL TIEMPO)	T0	T1	T2	T3
POBLACION ACTUAL	2,704,845	2,859,125	3,034,921	3,459,289
TASA INCREMENTO POBL	0.973	0.946	0.942	0.877
TASA DEFORESTACION REGIONAL	0.485	0.73	1.16	1.98
TASA CAMBIO USO DE SUELO FORESTAL		0.17	0.14	0.09
PERDIDA DE SUELO POR EROSIÒN	75	80.24	89.67	111.95
TASA EROSIÒN		0.9346	0.8949	0.8009
TDPA	5026	5767	6854	9027
TASA INCREMENTO TDPA	1.06	1.07	1.06	1.06
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ESTIMADA (CONSIDERANDO EL INCREMENTO EN EL TDPA Y DETERIORO NATURAL DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO)	80	110	90	80
TASA INCREMENTO VEL	1.00	1.38	0.82	0.89
IKA	0.05	0.01	0.02	0.03
RESILIENCIA DEL SITIO	2	FACTOR DE AJUSTE A DEFORESTACIÓN		
TASA ESTIMADA DE RECUPERACIÓN NATURAL DE LA COBERTURA VEGETAL PARA UN SITIO CON BAJA Y UNO CON ALTA CAPACIDAD DE RESILIENCIA	BAJA= 1	**0.24**	**0.39**	**0.54**
	ALTA= 2	**0.36**	**0.56**	**0.76**

A partir de las anteriores proyecciones, por medio de modelos individuales definidos para cada parámetro ambiental exprofesamente para este estudio, se realizaron cálculos sobre la valoración de calidad en cada uno de los indicadores de la calidad ambiental, para obtener la proyección de escenarios tendenciales de cada uno de los sitios de los proyectos al corto, mediano y largo plazos.

Es importante señalar que en el área de estudio, en las zonas mejor conservadas se presenta vegetación de tipo Bosque de pino-encino, pino y oyamel, se considera que existe capacidad de resiliencia media en el sitio; factor que también fue tomado en consideración en esta modelación. En este sentido, si bien existen factores de cambio antrópicos que contribuyen a la disminución de la calidad ambiental en el sitio con el paso del tiempo, la vegetación en el sistema muestra una respuesta de recuperación alta, por lo que el efecto al largo plazo del

sistema, con respecto a la calidad actual, muestra una reducción gradual, como la que se obtuvo en la modelación de los escenarios sin proyecto, que representa en la siguiente gráfica, misma que se incluyó en el capítulo IV del estudio.

Estimación del valor del impacto ambiental

La estimación del efecto del proyecto en el sistema bajo el peor de los escenarios, implica el integrar la evaluación del impacto ambiental realizada en el capítulo V de este estudio, como un factor de cambio adicional y severo sobre la tendencia natural de cambio que lleva el sistema. Para ello, en este estudio se identificaron los valores promedio del índice de impacto, estimado a partir de la metodología de Bojórquez-Tapia et al. (1998). Se obtuvieron los promedios por sitio en términos de los factores abióticos, flora y fauna como se presenta en la siguiente tabla:

	SIN MITIGACION	ABIÓTICOS	FLORA	FAUNA
Sitio 1	PROMEDIO DE IMPACTOS NEGATIVOS	-0.605	-0.375	-0.610
Sitio 2		-0.752	-0.472	-0.972
Sitio 3		-0.539	-0.742	-0.733
Sitio 4		-0.801	-0.879	-0.884
Sitio 5		-0.801	-0.909	-0.871
Sitio 6		-0.666	-0.196	-0.680

Este índice de impacto se incluyó en cada uno de los modelos de cada indicador por factor ambiental y sitio para definir el deterioro de la calidad ambiental que implicaría la realización del proyecto **SIN INCLUIR MEDIDAS DE MITIGACIÓN** (el peor de los escenarios considerando el proyecto).

Asimismo, y una vez definidas las acciones de mitigación y evaluado el nuevo índice de impacto, considerando la mitigación propuesta por el estudio, se promediaron dichos índices para obtener el valor correspondiente al proyecto real, **CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS**. El resultado de estos promedios se muestra en la siguiente tabla:

	CON MITIGACION	ABIÓTICOS	FLORA	FAUNA
Sitio 1	PROMEDIO DE IMPACTOS NEGATIVOS	-0.402	-0.160	-0.494
Sitio 2		-0.550	-0.667	-0.733
Sitio 3		-0.532	-0.229	-0.502
Sitio 4		-0.532	-0.506	-0.747
Sitio 5		-0.556	-0.506	-0.731
Sitio 6		-0.556	-0.160	-0.590

A partir de la inclusión en el modelo de cada variable indicadora del factor de impacto ambiental bajo uno y otro caso, se obtuvo el valor de la calidad ambiental actual con proyecto bajo dos escenarios, sin y con la aplicación de medidas de mitigación. No obstante, para poder evaluar la tendencia de cambio en el tiempo de dichos índices de impacto, y poder proyectar las tendencias de cambio en la calidad ambiental bajo estos dos escenarios al corto, mediano y largo plazos, se determinó el efecto de la resiliencia en la recuperación natural de las afectaciones ocasionadas por el proyecto. Para ello se elaboraron unas tablas para cada sitio de realización de las obras en los que se proyectaron los valores del índice de impacto bajo ciertos supuestos de capacidad natural de recuperación.

Por efectos de escala (la valoración de calidad de los factores ambientales se realiza en números enteros, mientras que el índice de impacto se representa con decimales), los valores del índice de impacto fueron convertidos a sus parámetros originales de Magnitud, Extensión y Duración, despejando la fórmula presentada por Bojorquez Tapia, y su promedio fue utilizado en los modelos para lograr la proyección al corto mediano y largo plazos.

Dada la severidad de los impactos y la diferente sensibilidad de los factores abióticos, flora y fauna hacia ellos, se atribuyeron fracciones diferentes del índice que se verían reducidos a partir de la respuesta natural del sistema, lo que forman parte de los supuestos de este modelo ya que resulta difícil poder aseverar a ciencia cierta qué proporción de los componentes ambientales afectados se recupera de manera natural a partir de un impacto. No obstante, permiten visualizar las tendencias de cambio de manera comparativa entre un escenario con y sin la aplicación de las medidas de mitigación, lo que permite ver la importancia de realizar la mitigación de las obras de rectificación propuestas.

A continuación se ejemplifica una de las tablas de proyección del índice de impacto con los valores considerados en el modelo para uno de los sitios. Cabe señalar que cada polígono fue evaluado en materia de impacto ambiental de forma independiente, por lo que se realizó una tabla de cálculos y proyecciones particulares para cada polígono; no obstante solamente se presenta una de ellas a manera de ejemplo.

EJEMPLO DE LA TABLA DE PROYECCION EN EL TIEMPO DEL ÍNDICE DE IMPACTO Y SU CONVERSIÓN A VALORES ORIGINALES DE MAGNITUD, EXTENSIÓN Y DURACIÓN, QUE FUERON PROMEDIADOS, A PARTIR DE LA FORMULA ORIGINAL DE BOJORQUEZ – TAPIA 1998. Ver detalle en el Anexo VII.1

	VARIACIÓN EN EL TIEMPO ESTIMADA DEL INDICE DE IMPACTO BAJO DOS ESCENARIOS: CON Y SIN MITIGACIÓN		INDICE DE IMPACTO BOJORQUEZ			VALOR PROMEDIO DE M.E.D.		
POLIGONO	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años
1	PEOR DE LOS ESCENARIOS EN IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de baja resiliencia			operación en sistema de baja resiliencia		
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.605	-0.575	-0.556	-0.538	5.190	5.133	5.074
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.375	-0.335	-0.310	-0.285	4.334	4.224	4.107
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.610	-0.576	-0.554	-0.533	5.191	5.126	5.059
	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años
	PEOR DE LOS ESCENARIOS EN IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de alta resiliencia			operación en sistema de alta resiliencia		
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.605	-0.545	-0.512	-0.479	5.098	4.992	4.881
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.375	-0.303	-0.263	-0.223	4.192	3.999	3.785
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.610	-0.538	-0.498	-0.458	5.075	4.946	4.810
	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años
	ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de baja resiliencia			operación en sistema de baja resiliencia		
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.402	-0.354	-0.324	-0.294	4.414	4.286	4.149
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.160	-0.100	-0.062	-0.025	2.896	2.476	1.823
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.494	-0.434	-0.397	-0.359	4.725	4.585	4.435
	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años
	ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de alta resiliencia			operación en sistema de alta resiliencia		
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.402	-0.282	-0.215	-0.149	4.092	3.740	3.305
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.160	0.020	0.120	0.220	1.696	3.078	3.767
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.494	-0.314	-0.214	-0.114	4.242	3.733	3.027

Proyección de la tendencia de cambio en la calidad ambiental a partir de la construcción del proyecto bajo dos escenarios: sin y con la aplicación de medidas de mitigación.

La proyección con el proyecto debe realizarse sobre un escenario que de por si lleva una tasa natural de cambio, como resulta ser el escenario que se proyectó y presentó en el capítulo IV, donde se aprecia la tendencia a la disminución gradual en la calidad ambiental.

Sobre dichos modelos elaborados para cada componente ambiental de los tres factores, con el fin de proyectar el escenario con el proyecto sin y con las medidas de mitigación, se incluyeron los valores del índice de impacto ambiental esperado tendencialmente, a raíz de la recuperación del sitio por los procesos de resiliencia (valores estimados por el procedimiento que se presentó en la tabla anterior).

Como resultado de estas proyecciones se elaboraron dos gráficos comparativos que más adelante se muestran y se discuten.

VII.2 ESCENARIOS AMBIENTALES DE LOS POLÍGONOS DENTRO DEL SAR CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MEDIDAS DE MITIGACIÓN

VII.2.1 ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

A) Calidad ambiental SIN medidas de mitigación

Como se señaló en el Capítulo IV.7, para visualizar el estado que guardan los componentes del sistema ambiental en la actualidad, directamente sobre la zona que será ocupada por la vía férrea, y poder evaluar sus cambios esperados a futuro, con o sin el proyecto, como se requiere en este capítulo, se seleccionaron algunos componentes ambientales como indicadores del desempeño del sistema. Estos indicadores fueron evaluados a lo largo del tramo dentro del Derecho de vía de 16 m donde se espera que ante la ejecución de la obra se dieran las afectaciones en cambios en las propiedades de los suelos inmediatos a la vía férrea, la inhibición de germinación de algunas semillas y el efecto a poblaciones por atropellamiento durante la construcción de la vía férrea.

Como ya se mencionó anteriormente, adicional a los anteriores indicadores, se estimó el efecto de las distintas obras que implicaría el proyecto bajo dos condiciones extremas: 1) construcción

de la vía férrea proyectada SIN incluir ningún tipo de medida de mitigación, lo que implica el peor de los escenarios y 2) construcción de la vía proyectada bajo las condiciones en que se está considerando la presente obra, CON un diseño de proyecto que busca reducir el impacto en las zonas con buena cobertura vegetal y tomando una serie de medidas de prevención, mitigación, restauración y compensación de cualquier impacto atribuible a la obra. A partir de ambas condiciones, se modelaron dos grupos de escenarios: al corto, mediano y largo plazos, siguiendo la modelación que se presenta en el capítulo IV.7 de este estudio, para el efecto en la calidad ambiental de cada polígono con la construcción del proyecto sin ninguna mitigación ambiental, y con la aplicación de medidas de mitigación.

La calificación de la calidad ambiental esperada en los diferentes factores ambientales para cada uno de los polígonos, considerando dicho proyecto **SIN** medidas de mitigación, se presenta en la Tabla VII.3, Figura VII.2, para corto plazo.

Tabla VII.3 Calificación esperada para cada factor ambiental por polígono en función del cambio en el efecto antrópico estimado para los próximos 5 años, considerando el proyecto SIN mitigación (ver detalle anexo VII.1)

CORTO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2015
ZONAS POR AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL CORTO PLAZO CON PROYECTO, SIN MITIGACIÓN CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN - EL PEOR DE LOS ESCENARIOS- (2015)
1	91	Inexistente, urbano
2	88	Inexistente, urbano
3	80	Deteriorada
4	79	Deteriorada
5	100	Inexistente, urbano
6	106	Inexistente, urbano

VII.2.2 ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

Calificación de la calidad ambiental esperada en los diferentes factores ambientales para cada uno de los polígonos considerando el proyecto **SIN** medidas de mitigación para los próximos 10 años se presenta en el siguiente Tabla VII.4 y en la Figura VII.2

Tabla VII.4 Calificación esperada para cada factor ambiental por polígono en función del cambio en el efecto antrópico estimado para los próximos 10 años, considerando el proyecto SIN mitigación (ver detalle anexo VII.1)

MEDIANO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2020
ZONAS POR AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL MEDIANO PLAZO CON PROYECTO, SIN MITIGACIÓN CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN - EL PEOR DE LOS ESCENARIOS- (2020)
1	86	Deteriorada
2	84	Deteriorada
3	75	Muy baja
4	75	Muy baja
5	97	Inexistente, urbano
6	101	Inexistente, urbano

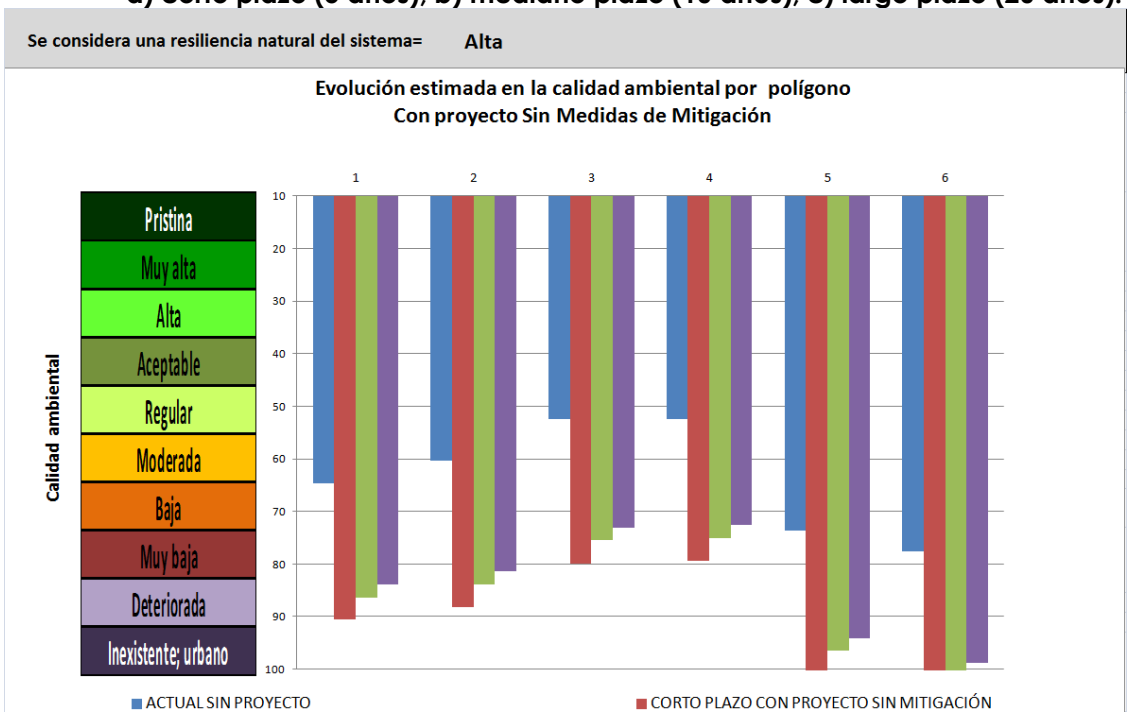
VII.2.3 ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO SIN MITIGACIÓN

La calificación de la calidad ambiental esperada en los diferentes factores ambientales para cada una de los polígonos considerando el proyecto **SIN** medidas de mitigación para los próximos 20 años se presenta en el siguiente Tabla VII.5 y Figura VII.2

Tabla VII.5 Calificación esperada para cada factor ambiental por polígono en función del cambio en el efecto antrópico estimado para los próximos 20 años, considerando el proyecto SIN mitigación (ver detalle anexo VII.1)

LARGO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN		2030
ZONAS POR AFECTAR	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL LARGO PLAZO CON PROYECTO, SIN MITIGACIÓN CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO CON PROYECTO SIN MITIGACIÓN - EL PEOR DE LOS ESCENARIOS- (2030)
1	84	Deteriorada
2	81	Deteriorada
3	73	Muy baja
4	73	Muy baja
5	94	Inexistente, urbano
6	99	Inexistente, urbano

Figura VII.2) Calidad ambiental estimada en los sitios del proyecto SIN medidas de mitigación: a) corto plazo (5 años), b) mediano plazo (10 años), c) largo plazo (20 años).



De los anteriores resultados se desprende que si este proyecto se construye sin ningún tipo de medida de mitigación alguna, y se permite la entrada o salida de vehículos en las zonas conservadas como el Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla, se espera que la deforestación y el cambio de uso de suelo y los atropellamientos de fauna silvestre por la preparación del sitio y construcción de la vía férrea en estas zonas se incremente, en el caso de los polígonos 4, 5 y 6 que están en la zona urbana se espera que se modifiquen hacia zonas de calidad ambiental deterioradas a inexistente o urbana en su totalidad.

En términos generales si este proyecto ferroviario se construye sin cuidado ambiental, se estima que ocurrirá un cambio de uso de suelo de terrenos forestales aledaños hacia zonas urbanas. Al realizar malas prácticas en cada una de las etapas que implican la construcción de la vía férrea daría como resultado lo siguiente: los materiales producto de cortes serían dejados en el sitio o arrojados sobre la vegetación natural, ocasionando importantes daños a la flora y fauna. En lo referente a la remoción de la cobertura vegetal, la tala de árboles y arbustos dejará superficies descubiertas, las que por 5 años sin cobertura vegetal más que la que de forma natural pudiera rebrotar o surgir, podría permitir el surgimiento de procesos erosivos importantes sobre todo en aquellas zonas donde el suelo que existe sea muy superficial, La fauna sería

dañada por la maquinaria y/o el personal si no se realiza actividades de ahuyentamiento y rescate de fauna. (Estos hechos se darían principalmente en el Parque Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla y en la Barranca de Tacubaya).

En el caso de los polígonos que se encuentran en las zonas semirubanas y urbanas, los restos de vegetación y de obra, si fueran dejados en el sitio o predios aledaños, pueden desencadenar incendios y la proliferación de fauna nociva, así como el vertido de residuos urbanos y convertirse en tiraderos clandestinos.

VII.2.4. Conclusión de los diferentes Escenarios ambientales (corto, mediano y largo plazo), considerando el proyecto SIN mitigación

Al construir la vía férrea **SIN** cuidado ambiental, se esperaría una fuerte degradación de la zona, la que de por sí ya muestra un grado de modificación antrópica. No obstante, esta no es la situación real que acompaña esta obra, ya que se deberá construir siguiendo una serie de medidas de mitigación para evitar y reducir los impactos ambientales que el proyecto pueda ocasionar, por lo que la funcionalidad de analizar este esquema radica en poder comparar lo que podría ocurrir en el peor de los escenarios.

La estimación del cambio en los factores ambientales en función de la construcción del proyecto ferroviario, considerando las medidas de mitigación, se presenta en el siguiente inciso para el corto, mediano y largo plazos, considerando las mismas bases y modelos antes señalados.

VII.3 ESCENARIOS AMBIENTALES DE LOS POLÍGONOS DENTRO DEL SAR CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACIÓN

Cabe señalar que en la modelación de escenarios con proyecto, se evaluaron los impactos ambientales y su efecto general en los distintos polígonos bajo estudio. Adicionalmente, se considera que el impacto en las zonas mejor conservadas va reduciéndose con el tiempo, pues el sitio presenta capacidad de resiliencia alta y hay un proceso de recuperación natural, lo que resulta apoyado por las medidas de mitigación para ocasionar un menor daño ambiental y una recuperación más rápida de los sitios impactados; no obstante, el factor humano y el fuerte crecimiento que se presenta en esta zona, son elementos muy importantes a considerar en la pérdida de la calidad ambiental en la región.

VII.3.1 ESCENARIO AMBIENTAL AL CORTO PLAZO (5 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN

La calificación de la calidad ambiental esperada en los diferentes factores ambientales dentro de cada polígono considerando el proyecto **CON** medidas de mitigación, se presenta en la Tabla. VII.6.

Tabla VII.6 Calificación esperada para cada factor ambiental por polígono en función del cambio en el efecto antrópico estimado para los próximos 5 años, considerando el proyecto CON mitigación (ver detalle anexo VII.1)

POLÍGONO	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL CORTO PLAZO CON PROYECTO, CON MITIGACIÓN CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL CORTO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN - ESCENARIO RESULTANTE DEL PROYECTO - (2015)
1	75	Muy baja
2	73	Muy baja
3	64	Baja
4	64	Baja
5	85	Deteriorada
6	90	Inexistente, urbano

VII.3.2 ESCENARIO AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO (10 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN

La calificación de la calidad ambiental esperada en los diferentes factores ambientales dentro de cada polígono considerando el proyecto **CON** medidas de mitigación para los próximos 10 años se presenta en la siguiente Tabla VII.7

Tabla VII.7. Calificación esperada para cada factor ambiental por polígono en función del cambio en el efecto antrópico estimado para los próximos 10 años, considerando el proyecto CON mitigación. (Ver detalle anexo VII)

MEDIANO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2020
POLIGONO	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL MEDIANO PLAZO CON PROYECTO, CON MITIGACIÓN CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL MEDIANO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN - ESCENARIO RESULTANTE DEL PROYECTO - (2020)
1	74	Muy baja
2	71	Muy baja
3	63	Baja
4	62	Baja
5	84	Deteriorada
6	90	Inexistente, urbano

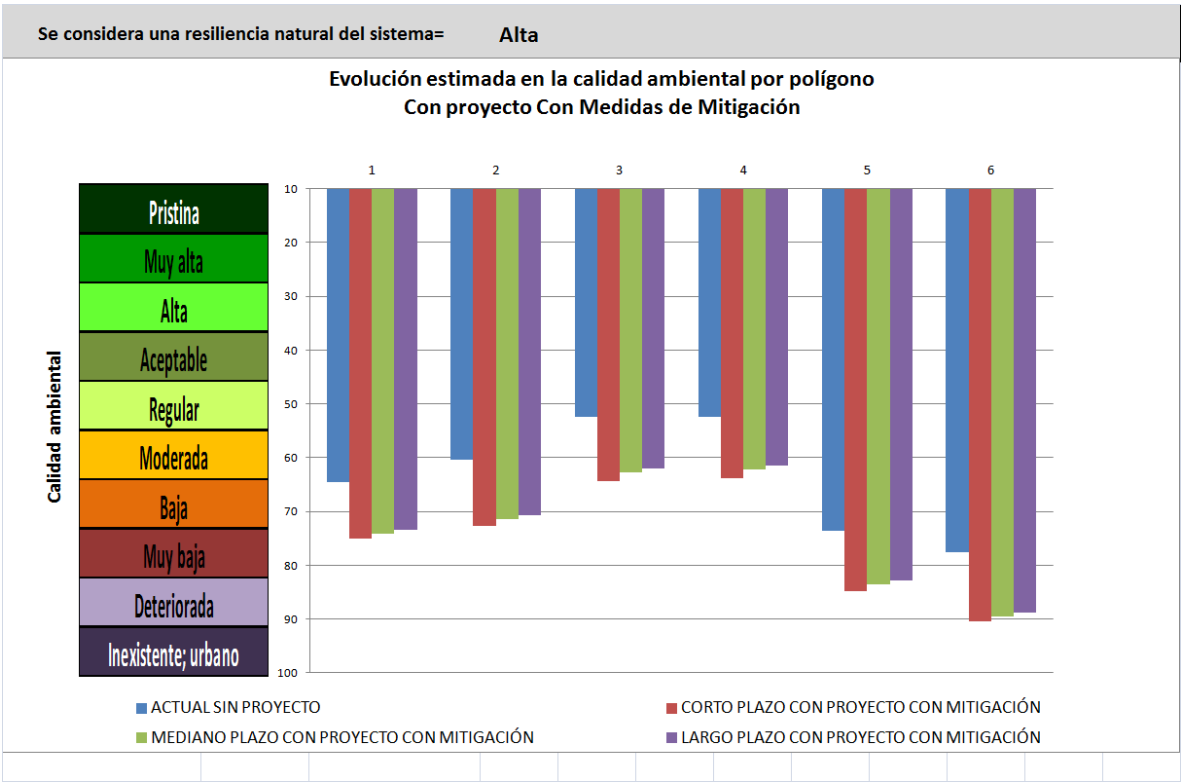
VII.3.3 ESCENARIO AMBIENTAL AL LARGO PLAZO (20 AÑOS) CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN

La calificación de la calidad ambiental esperada en los diferentes factores ambientales dentro de cada unidad considerando el proyecto **CON** medidas de mitigación para los próximos 20 años se presenta en la siguiente Tabla VII.8.

Tabla VII.8. Calificación esperada para cada factor ambiental por polígono en función del cambio en el efecto antrópico estimado para los próximos 20 años, considerando el proyecto CON mitigación (ver detalle anexo VII.1)

LARGO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN		2030
POLIGONO	ESTADO DEL SITIO CON RELACION AL PROYECTO ESTIMADA POR ESTE MODELO ESCENARIO AL LARGO PLAZO CON PROYECTO, CON MITIGACIÓN CON CARRETERA EXISTENTE	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL AL LARGO PLAZO CON PROYECTO CON MITIGACIÓN -ESCENARIO RESULTANTE DEL PROYECTO - (2030)
1	73	Muy baja
2	71	Muy baja
3	62	Baja
4	61	Baja
5	83	Deteriorada
6	89	Inexistente, urbano

Figura VII.3 Calidad ambiental estimada en los polígonos definidos a lo largo del trazo del proyecto CON medidas de mitigación: a) corto plazo (5 años), b) mediano plazo (10 años), c) largo plazo (20 años).



Del análisis se desprende que la calidad ambiental sobre el derecho de vía (16m) pasa a una calidad de deteriorada a baja y prácticamente se conserva a corto, mediano y largo plazo, siempre y cuando si se apliquen las medidas de mitigación señaladas en el presente, los resultados de los programas de restauración y reforestación dentro del Parque Nacional Insurgentes Miguel Hidalgo y Costilla empezarán a ser evidentes, manifestándose como una recuperación de los daños observados en el escenario inmediato por lo que para los primeros cinco años posteriores al proyecto, la vegetación restituida será joven y con escasa cobertura de dosel, más sin embargo, empezará a conformar una comunidad vegetal que brinde refugio a algunos animales silvestres y protegerá el suelo de la erosión. Asimismo, se contempla el ahuyentamiento de fauna previo y durante la obra y el rescate de los organismos que puedan emerger durante ésta. Es importante señalar que aun con medidas de mitigación no se lograra recuperar una calidad ambiental aceptable, claramente tratándose de un sistema modificado por las actividades turísticas que se dan en la zona.

En el caso de las zonas semiurbanas los restos de vegetación y de obra, no se dejaran en el sitio o predios aledaños, evitando ha si se conviertan en tiraderos clandestinos, ya que serán triturados y dispuestos adecuadamente o utilizados como composta en los trabajos de reforestación y restauración. A lo largo del D.V se pretende realizar una arquitectura del paisaje, así mismo se pretende la construcción de jardines en cada una de las estaciones contempladas en el proyecto.

Lo anterior, nos dice que la tendencia general en la zona al mediano plazo con proyecto bajo la aplicación de medidas de mitigación no tendrá un deterioro ambiental significativo al ya existente en la actualidad, éste no será mucho mayor que el que de por sí será derivado por el incremento en la presencia antrópica y el crecimiento urbano.

Finalmente, se estima que al aplicar las medidas de mitigación, dentro de 20 años, la zona se ha podido recuperar de forma natural cuado menos para la zona del derecho de vía dentro de Parque Nacional, ya que las inmediaciones del proyecto estarán conformadas por vegetación secundaria de bosque de pino-encino y oyamel principalmente, en función de que las tasas de crecimiento de muchas especies que conforman estos tipos de vegetación son muy lentas. En este sentido, sería de esperarse que, bajo condiciones de recuperación natural, se recuperarían las condiciones actuales del sitio con la reforestación de zonas afectadas, sembrando especies propias de la región y bajo un esquema de sucesión de comunidades como se propone en este estudio, posiblemente se logre catalizar estos tiempos y se pueda tener una recuperación casi total del sistema a lo largo de estos polígonos en menos de esos 25 años al menos para el derecho de vía de 16 m, no ha si zonas aledañas al sitio, donde se observa claramente que la antropización de la zona sera la resposable de que la calidad ambiental sea modificada por el hombre.

VII.3.4. CONCLUSIÓN DE LOS DIFERENTES ESCENARIOS AMBIENTALES (CORTO, MEDIANO Y LARGO PLAZO), CONSIDERANDO EL PROYECTO CON MITIGACIÓN

La conservación de la vegetación y demás factores ambientales en el SAR depende en buena medida de un determinado grado de aislamiento de asentamientos humanos y vialidades. Al construir la vía féerrea con cuidado ambiental, se esperaría una tasa de degradación de la zona más paulatina, similar a la existente en el escenario tendencial.

Es importante señalar que las proyecciones antes mencionadas SOLAMENTE contemplan los efectos al interior del derecho de vía, ya que más allá de dicha distancia, se diluye el efecto directo de la obra, por lo que el deterioro o recuperación que tenga en su totalidad el SAR va a estar dado en función de que tanto el proyecto sea capaz de reducir la actual presión sobre los recursos naturales al interior de este, al permitir el desarrollo de la zona. El único efecto mayor a dicha distancia que si se considera en esta evaluación es el incremento a la permeabilidad de cruce de fauna por efecto de la construcción de pasos para ello.

En conclusión y como resultado final de la modelación, analizando comparativamente ambas gráficas resulta evidente que el impacto al corto mediano y largo plazos del proyecto, con respecto al escenario actual y su tendencia de cambio, se reducirá al aplicar las medidas de mitigación, y que no se estima que los impactos generados impliquen una merma significativa en la calidad ambiental de cada sitio, sino solamente una ligeramente menor calidad que la que se esperaría sin el proyecto a lo largo del tiempo. En contra parte, si no se realizan las medidas de mitigación, los resultados de la modelación de forma comparativa muestran que sitios con calidad ambiental regular, pasarían a tener una calidad ambiental muy baja.

VII.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se realizó un análisis de diferentes trazos dejando tres alternativas para el eje de proyecto. La siguiente tabla muestra algunas características de las alternativas que se analizaron, denominadas p26, p28 y p32 respectivamente.

Tabla VII.9. Características de Alternativas propuestas

Alternativa	Cadenamiento		Longitud m
	Inicial	Final	
p28	-0+599.10	58+168.24	58,767.34
p26	-0+599.10	58+200.00	58,799.10
P32	-0+623.28	57+740.69	58,363

Cabe destacar que las diferencias más notables de los trazos existen solo en el tramo que corresponde al Distrito Federal.

Dichas alternativas se sometieron a un análisis de factibilidad técnica y ambiental, de tal forma que se identificaron los impactos de cada uno de los ejes propuestos determinado que la mejor ruta ambientalmente viable es la alternativa analizada en el presente estudio (p32). (Para mayor detalle ver Anexo II.5)

VII.4 CONCLUSIONES

El área de estudio muestra un considerable grado de antropización y deterioro de sus componentes ambientales originales por efecto de la actividad turística y el avance de la mancha urbana.

La tendencia esperada de evolución de estos factores refleja que ocurrirá una gran pérdida de los elementos de flora y fauna silvestres en un plazo menor a 20 años, quedando zonas desprovistas de vegetación, dando paso a un deterioro del sitio debido principalmente por las actividades turísticas .

Estudios de este tipo, permiten incorporar criterios ambientales en el diseño de infraestructuras viales, lo que resulta considerablemente beneficioso ya que se reducen al máximo las

afectaciones ambientales, por lo que el presente proyecto considera diferentes acciones de restauración y conservación.

Actualmente, la planeación de este tipo de obras considera criterios ambientales, además de los demás criterios que norman su construcción, por lo que bajo este concepto de construcción de vías de comunicación con diseños ambientalmente adecuados, será posible tener un desarrollo cada vez más y mejor integrado en los sistemas naturales de nuestro país.

CAPÍTULO VIII

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

VIII.1 Metodologías utilizadas 2

VIII.1.1 MÉTODO PARA DELIMITAR EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO) 2
VIII.1.2 METODOLOGÍA PARA EL MEDIO FÍSICO 4
VIII.1.3 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN 13
VIII.1.4 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA 20
VIII.1.5 METODOLOGÍA PARA SOCIOECONÓMICO 22
VIII.1.6 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y UNIDADES AMBIENTALES 23
VIII.1.7 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 28
VIII.1.8 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES 32
VIII.1.9 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS Y, EN SU CASO, DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO 33

VIII.2. Bibliografía 44

VIII.1 METODOLOGÍAS UTILIZADAS

A continuación se describen las metodologías empleadas en este estudio.

VIII.1.1 MÉTODO PARA DELIMITAR EL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO)

Se utilizó como herramienta los sistemas de información geográfica (SIG) ArcGis 9.2 e Ilwis 3.3, aunada la evaluación mediante la técnica de sobreposición de mapas temáticos e imágenes. Se consideraron las cartas INEGI en formato digital a escalas 1:50,000 y 1:250,000. El procedimiento y los criterios considerados se presentan a continuación:

1. Se hizo una delimitación preliminar, con base en un análisis espacial de la zona, dentro de la cual quedaron insertos los municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma de Villada y Ocoyoacan; mientras que en el Distrito Federal se cruzan las Delegaciones de Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo.

2. La delimitación definitiva del Sistema Ambiental Regional (SAR) se realizó con base en la uniformidad y continuidad de sus componentes ambientales (geoformas, agua, aire, suelo, flora, fauna, población, infraestructura y paisaje). Apoyado en imágenes de satélite y en Sistemas de Información Geográfica. También se tomaron en cuenta los conceptos establecidos por López Blanco y Villers-Ruiz, 1998. La demarcación del SAR incluyó el espacio afectado por la obra proyectada así como también la identificación de los impactos.

   Para la delimitación definitiva del SAR se requirió de lo siguiente.

   Regionalización.- consistió en la selección de una determinada área, conservando unidades espacialmente homogéneas en lo referente a parámetros del medio ambiente abiótico y biótico. En cada una de estas unidades ambientales se analizó su estructura y funcionamiento y ser diferente de las demás, con el fin de permitir caracterizar los efectos que un proyecto como el que nos ocupa puede ocasionar en ellas, así como sus beneficios. En la definición del sistema ambiental regional, fue necesario utilizar de forma jerarquizada, criterios geomorfológicos, hidrológicos, florísticos, distribución de fauna y sociales, así como la delimitación sociopolítica de la zona, con la intención de identificar unidades espaciales homogéneas tanto en su estructura como su función.

3. Criterios establecidos para la delimitación

1er. Nivel macro: Provincias fisiográficas, Cuencas Hidrológicas y Subcuencas.

2do. Nivel. Unidades Geomorfológicas: A nivel del SAR se definieron cuatro unidades: llanuras lacustres y eólicas, Relieve volcánico, Pie de monte y Sistema fluvial,

3er. Nivel Distribución de los principales tipos de vegetación y fauna

De acuerdo a Miranda y Hernández (1963), en la zona de estudio se encuentran 10 tipos de uso de suelo y vegetación: bosque de encino, bosque de oyamel, bosque de pino, bosque de pino-encino (incluye encino-pino) y Popal-Tular, agricultura de humedal, de riego, de temporal y pastizales inducidos; siendo estos últimos los que ocupan gran parte del área.

En cuanto a la distribución de fauna se consideran:

1. Actividades Conductuales
2. Disponibilidad de recursos
3. Preferencias de Hábitat

Las especies de fauna desempeñan un papel ecológico muy importante en la regeneración y funcionamiento del ecosistema y de manera eficaz contribuye a regular las poblaciones de otras especies. La calidad del hábitat está determinada por la disponibilidad de sus recursos vitales, como alimento, agua, protección y resguardo, anidación y espacio para sobrevivir.

4to. Nivel, División Municipal y Delegacional

a) Los municipios de Huixquilucan y Naucalpan en el Estado de México y las Delegaciones Cuajimalpa y Miguel Hidalgo en el Distrito Federal

   La delimitación municipal y delegacional (en este caso), permite englobar las repercusiones a nivel social en cuanto a uso de suelo, los beneficios y los impactos directos a la población y las medidas que permitirán subsanarlos.

b) Se consideró tomar como límites del SAR aquellos rasgos topográficos y antrópicos que permitieran circunscribir una zona, en donde se incluyeran tanto las obras, como las localidades beneficiadas con el Proyecto.

VIII.1.2 METODOLOGÍA PARA EL MEDIO FÍSICO

Trabajo de gabinete

Para llevar a cabo este tipo de estudios que requieren de una evaluación de impacto ambiental, es necesario conocer y analizar las características que componen el medio físico abiótico del lugar donde se pretende realizar el proyecto, es necesario entonces conocer y evaluar el mayor número de elementos posibles para identificar los impactos que ocasionará la obra y determinar las medidas de mitigación más eficaces.

Con la finalidad de hacer un análisis adecuado, fue necesario consultar diversas fuentes bibliográficas, bases de datos oficiales (INEGI, CONAGUA, IMTA, CONABIO, CONANP, Planes Municipales y Delegacionales de Desarrollo y toda la Normatividad vigente en materia ambiental), publicaciones y la cartografía existente y/o generada a través de un Sistema de Información Geográfica (SIG), con la finalidad de tener un marco de referencia dentro del Sistema Ambiental (SA) que se estableció para el presente proyecto.

Los principales temas abordados en cada una de las fuentes consultadas ya sean oficiales o diversas publicaciones generadas para la zona de estudio, fueron:

Fisiografía: La descripción se llevó a cabo teniendo como base la carta de Provincias y Subprovincias Fisiográficas de México editada por INEGI escala 1:250 000 (2000) y CONABIO. Tomando en cuenta que la fisiografía corresponde a una región natural en la que se puede presentar una o más unidades climáticas, conformada por un conjunto de relieves con afinidad de tipo geológico, litológico y estructuras predominantes que influyen en las características ambientales así como en los tipos de suelos y vegetación, e incluso en actividades económicas. El territorio mexicano se divide en 15 provincias fisiográficas cada una definida como una región de paisajes y rocas semejantes en toda su extensión. En cada una de ellas hay variaciones que a veces determinan la existencia de dos o más subprovincias; por lo anterior, se debe llevar a cabo el análisis fisiográfico de la zona de estudio, ya que este permite evaluar de manera regional las características de la zona del proyecto. . Para el presente proyecto se describió la provincia Fisiográfica del Eje Neovolcánico Transversal, y a su vez la Subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, que es donde se encuentra el SAR y por lo tanto el proyecto.

Clima: El análisis se llevó a cabo teniendo como base la carta climática de INEGI escala 1:250 000 (2000) y la clasificación climática de Köppen modificada para México por Enriqueta García (1987), con estos se hizo la descripción a nivel SAR de los climas de la zona. Se analizaron también las medias climáticas y otras variables, de las estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN-CNA, 2007) que se ubican dentro de la zona de influencia del proyecto. Como ya se mencionó en el capítulo IV.2, en el apartado de clima, el SAR se dividió en tres zonas para realizar un mejor análisis de las condiciones climáticas que prevalecen en cada área. Las estaciones consultadas se muestran a continuación por zona.

Zona Oeste - Llanuras lacustres:

- Estación 15126. Toluca (OBS)
- Estación 15211. Nueva Oxtotitlan
- Estación 15367. Observatorio UAEM
- Estación 15164. Toluca (DGE)
- Estación 15266 CODAGEM

Zona Centro-Relieve volcánico:

- Estación 15045. La Marquesa
- Estación 9019. Desierto de los leones
- Estación 9030. La Venta Cuajimalpa

Zona Este- Estribaciones de la Sierra de las Cruces.

- Estación 9046. Colonia Santa Fe
- Estación 9010. Colonia América
- Estación 15209. San Joaquín

Geología: Para llevar a cabo la descripción de la geología del proyecto se tomó como base la cartografía editada por INEGI y el Servicio Geológico Mexicano: Carta Geológico-Minera Ciudad de México, E14-2, Estado de México, Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Morelos. Esc.1:250,000.

Hidrología: Para llevar a cabo la descripción de la hidrología, fue necesario como primer paso la investigación de la región hidrológica a la que corresponde la zona del proyecto de acuerdo con CONAGUA, posteriormente se hizo un análisis regional por niveles de influencia, como: las cuencas y subcuencas que tienen incidencia sobre dicha área; por último se analizaron las principales corrientes hidrológicas intermitentes y/o perennes como el río Lerma-Toluca, y los cuerpos de agua cercanos, como la Presa José Antonio Alzate.

Edafología: La descripción edafológica de la zona de estudio se realizó de acuerdo con la carta edafológica editada por INEGI 1:250 000, basándose en ella se hizo una primer delimitación y descripción de las unidades edafológicas presentes en la zona del SAR (esta información se corroboró y complementó en campo), la descripción bibliográfica se complementó con la clasificación internacional de la "World reference base for soil resources 2006".

Una vez que se analizó y describió la zona de estudio con base en la bibliografía y cartografía obtenida, se procedió a la elaboración de la cartografía temática-regional pertinente con la ayuda de un SIG y la fotointerpretación del SAR a partir de ortofotos pancromáticas a escala 1:30,000 y el Modelo Digital Terrestre creado a partir de curvas de nivel escala 1:50,000 (con una equidistancia entre curvas de nivel de 20 metros

editadas por INEGI), como resultado de esta fotointerpretación y la superposición de los diferentes mapas temáticos se logró delimitar, también, además de las unidades edáficas las principales unidades geomorfológicas que forman el SAR, las cuales sirvieron como base para la delimitación de las unidades de paisaje.

Para llevar a cabo la planeación de la salida a campo se usó como base esta información cartográfica, con la finalidad de identificar sitios representativos del área de estudio de acuerdo a su estado crítico, basándose en todo el componente ambiental del medio físico abiótico. Toda esta información ayudó a trazar el plan de trabajo de campo a fin de proponer sitios de muestreo y verificación.

Erosión (RUSLE). El cálculo de la erosión se realizó con base a la poligonización de las unidades de paisaje.

La RUSLE expresa el promedio de las pérdidas anuales de suelo a largo plazo (en toneladas métricas por hectárea y año, t/ha/año), y por tanto **no es válida para un año concreto ni para un evento particular**. La ecuación es la siguiente:

A = R*K*LS*C*P

Donde:

A es la pérdida de suelo por unidad de superficie, medida en toneladas métricas por unidad de superficie (t/ha).

R es el factor erosividad de la lluvia; es el producto acumulado para el período de interés (normalmente un año), con cierta probabilidad de ocurrencia (normalmente 50% o promedio), de la energía cinética por la máxima intensidad en 30 minutos de las lluvias. Sus unidades son (MJ/ha.año) (mm/h)/10, pero suelen simplificarse a energía cinética por unidad de superficie (J/ha).

K es el factor erosionabilidad del suelo; es la cantidad promedio de suelo perdido por unidad del factor erosividad de la lluvia (Mg/J), cuando el suelo en cuestión es mantenido permanentemente desnudo, con laboreo secundario a favor de una pendiente del 9% de gradiente y 22,1 m de longitud.

L (adimensional) es el factor longitud de la pendiente; la relación entre la pérdida de suelo con una longitud de pendiente dada y la que ocurre en 22,1 m de longitud, a igualdad de los demás factores.

S (adimensional) es el factor gradiente de la pendiente; la relación entre la pérdida de suelo con un determinado gradiente y el estándar de 9 %, a igualdad de los demás factores.

C (adimensional) es el uso y gestión de suelos; es la relación de pérdidas por erosión entre un suelo con un determinado sistema de uso y gestión (rotación de cultivos, uso de los

mismos, laboreo, productividad, gestión de residuos, etc.) y el mismo suelo puesto en las condiciones en que se definió K, a igualdad de los demás factores.

P (adimensional) es el factor práctica mecánica de apoyo; la relación entre la pérdida de suelo con determinada mecánica (laboreo en contorno, en fajas, terrazas, etc.) y la que ocurre con laboreo a favor de la pendiente, a igualdad de los demás factores.

Escurrimiento: Para el presente trabajo, se ha decidido utilizar el procedimiento que se cita en la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CNA-2000 (CNA, 2002), cuyo objetivo es establecer el método base para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales superficiales y subterráneas, para su explotación, uso o aprovechamiento.

El Coeficiente de escurrimiento anual (Ce), se calcula mediante las siguientes fórmulas:

Ce = K (P-250)/2000, cuando K es menor o igual que 0.15
Ce = K (P-250)/2000 + (K-0.15)/1.5, cuando k es mayor que 0.15

Donde:
Ce = Coeficiente de escurrimiento anual
K = Parámetro que depende del tipo y uso actual del suelo
P = Precipitación anual en mm

Los valores de K, que está en función del tipo, cubierta vegetal y uso actual del suelo, se presentan en la Tabla.

Tabla VIII.1 Valores de K en función del tipo y uso de suelo

Uso del suelo	Tipo de suelo		
	Permeables*	Medianamente permeables**	Casi impermeables***
Barbecho: áreas incultas y desnudas	0.26	0.28	0.30
Cultivos:			
En hilera	0.24	0.27	0.30
Legumbres o rotación de	0.24	0.27	0.30
Granos pequeños	0.24	0.27	0.30
Pastizal (% de suelo cubierto o pastoreo):			
Más del 75% -poco-	0.14	0.20	0.28
Del 50 al 75% -regular-	0.20	0.24	0.30
Menos del 50% -excesivo-	0.24	0.28	0.30
Bosque:			
Cubierto más del 75%	0.07	0.16	0.24
Cubierto del 50 al 75%	0.12	0.22	0.26
Cubierto del 25 al 50%	0.17	0.26	0.28
Cubierto menos del 25%	0.22	0.28	0.30

Uso del suelo	Tipo de suelo		
	Permeables*	Medianamente permeables**	Casi impermeables***
Zonas urbanas	0.26	0.29	0.32
Caminos	0.27	0.30	0.33
Pradera permanente	0.18	0.24	0.30

Fuente: CNA, 2002: * Suelos permeables, tales como arenas profundas y loess poco compactos; ** Suelos medianamente permeables, tales como arenas de mediana profundidad: loess algo más compactos que los correspondientes a los suelos permeables y terrenos migajosos; *** Suelos casi impermeables, tales como arenas o loess muy delgados sobre una capa impermeable, o bien arcillas

Infiltración: Infiltración es el proceso de penetración del agua en el suelo. La velocidad a la cual el agua entra en el suelo es la velocidad de infiltración, la que depende del tipo de suelo; de la estructura del suelo, o grado de agregación; y del contenido de agua en el suelo

Para estimar la infiltración del agua en el SAR y la zona del proyecto se utilizó el Método de Balance de Agua de Thornthwaite.
Para realizar los cálculos fue necesaria la siguiente información:

- Precipitación media mensual.
- Temperatura media mensual.
- Ubicación del sitio, latitud.

Esta información se obtuvo de las estaciones descritas en el apartado de climas que se encuentran en la zona del proyecto.

Como primer paso se calcula el índice mensual de calor, con la relación:

$$i = \left(\frac{T}{5}\right)^{1.514}$$

Donde:

- i = índice mensual de calor, tomando meses de 30 días con 12 horas diarias de sol;
- T =temperatura media mensual registrada, [°C].

Como segundo paso se calcula la evapotranspiración potencial utilizando utiliza la relación:

$$ET = 1.6\left(\frac{10T}{I}\right)^{a}$$

Donde:

- ET = evapotranspiración potencial, [mm];
- T = temperatura media mensual, [°C];
- I = suma de los índices mensuales;
- a = coeficiente que está en función de la suma de los índices mensuales de calor.

$$a = 0.49239 + 1972x10^{-5} * I - 771x10^{-7} * I^2 + 675x10^{-9} * I^3$$

Obtenidos estos valores se puede realizar el cálculo de la infiltración en la zona del SAR y el proyecto, para este caso se estimó la infiltración para cada uno de los diesiciete polígonos correspondientes a las unidades de paisaje delimitados dentro del SAR.

Para estimar la cantidad de agua que puede llegar a infiltrar se considera lo siguiente:

$$I = hp - ETa - ES$$

Donde:

- hp = precipitación promedio mensual, [mm];
- Inf = infiltración promedio mensual, [mm];
- ETa = Evapotranspiración media mensual ajustada, [mm];
- ES = Escurrimiento medio mensual, [mm];

Bajo estas condiciones se estimó la infiltración para cada uno de los diecisiete polígonos del SAR a partir del balance de agua realizado para los polígonos de las unidades de paisaje del SAR, considerando un coeficiente de escurrimiento determinado en función del tipo y uso de suelo, y del volumen de precipitación anual.

Trabajo de campo

Una vez generada la cartografía temática del SAR (geomorfología, geología, hidrología y edafología), se establecieron los puntos de muestreo en campo en los cuales se realizaron 5 edafológicos, así como 10 sitios de verificación, adicionalmente se hicieron recorridos a pie y en vehículo en la zona de estudio, con la finalidad de obtener información actual y detallada del lugar, a fin de complementarla con aquella que se originó en la fase de gabinete y enriquecer el presente estudio.

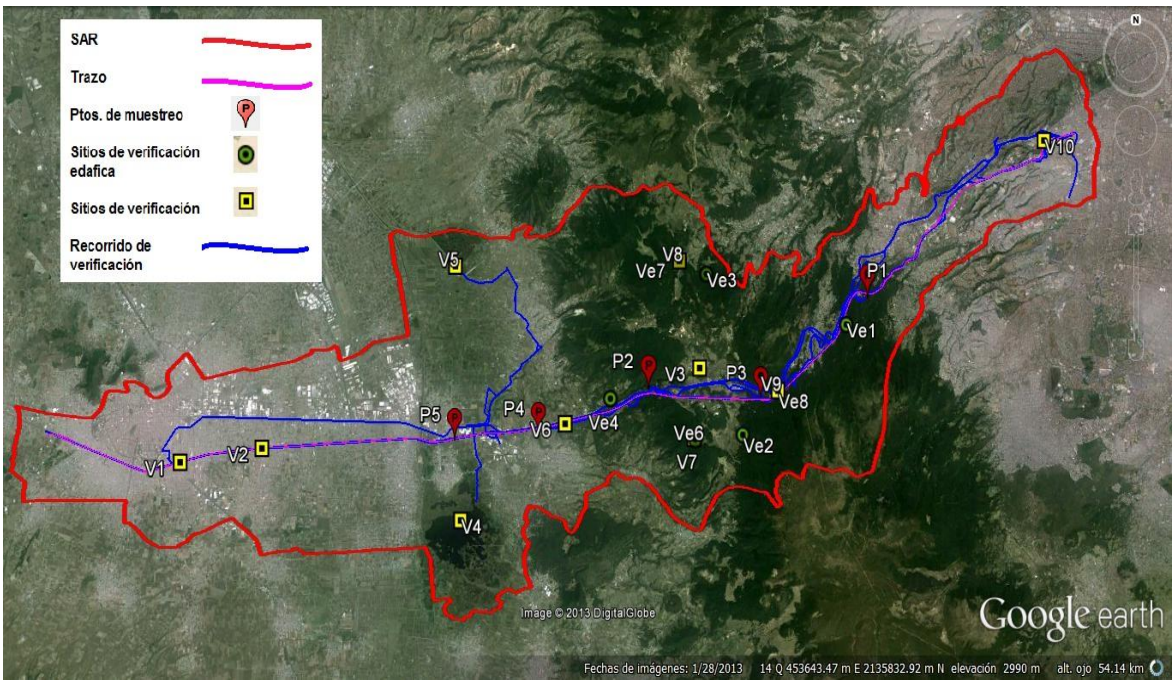


Figura VIII. 1 Recorridos de campo y sitios de muestreo dentro de la zona del SAR y del Proyecto. Fuente: imagen Google Earth 2013.

Metodología para la descripción del perfil edáfico

Gabinete

Con la finalidad de determinar la cantidad de perfiles para su apertura y posterior descripción además de los sitios de verificación, fue necesario consultar las cartas: edafológica, de vegetación, geología y geomorfología de INEGI. El criterio para determinar los puntos donde se llevó a cabo el muestreo y perfiles de suelos, fue cada una de las unidades de suelo que ocupan la zona del proyecto, con la finalidad de determinar si corresponde a lo mencionado por INEGI, además de verificar las condiciones actuales del suelo.

Campo

Una vez ubicados los sitios de muestreo en campo, se inició la apertura del perfil edáfico de acuerdo con el protocolo establecido para ello, posteriormente, se procedió a su descripción valorando diversas características como: profundidad, textura, color en seco y en húmedo, pedregosidad, pH, contenido de carbonatos, humedad actual, estructura, consistencia en seco y en húmedo, estabilidad de agregados, poros y densidad aparente; además se consideró la pendiente, el tipo de vegetación, uso actual del suelo, condiciones ambientales y geológicas así como las coordenadas geográficas del sitio de muestreo; la descripción de los perfiles edáficos fueron realizadas de acuerdo con las metodologías propuestas en los manuales:

- "Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en el campo" (Christina Siebe et al, 2006)
- "Manual para la descripción de perfiles de suelo en el campo" (Cuanalo de la Cerda H, 1975)

Los datos obtenidos en la fase descriptiva de cada perfil, se reportaron en un formato de campo

Elaboré:		Perfil:			Fecha:				Foto:				Exposición:				
Coordenadas	X:				Y:				Pto gps:				Clasificación de suelos en campo				
Horizonte					1			2			3			4			5			6		
Profundidad en cm																					
Limite	claridad		topografía																		
Ca Co3%																					
Humedad actual																					
Estructura	forma		tamaño	grado																	
Porosidad	Abundancia		forma																		
	distribución		tamaño																		
Color en seco																					
Color en húmedo																					
Textura %																					
Concreciones y nódulos	Abundancia		forma	tamaño																	
	distribución		dureza	color																	
Raices	grosor		densidad																		
Cementación	endurecido		fuerte	débil																	
Est. Agregados																					
Densidad aparente																					
Pedregosidad	%		forma	clase																	
pH de campo																					
Horizorte																					
Denominación de horizontes																					
Clasificación de campo																					

Infiltración:	1a púlgada de agua		(w) 1er tiempo de infiltración (minutos)	* 1ra infiltración (in/hr)	2a púlgada de agua		(w) 2do tiempo de infiltración (minutos)	* 2da infiltración (in/hr)	Conversion de tiempo a pugadas por hora (in/hr); in/hr=(1/W)x60
	Inicio	Fin			Inicio	Fin			

Observaciones:

Figura VIII.2 Hoja de campo tipo para la descripción del perfil y evaluación edafo-ecológica del sitio.

Fecha:	Punto de muestreo:		Fotos:	Autor:	
Proyecto:	Localidad:		Cadenamiento:		
Municipio:	Coordenadas UTM	X:	Y:	Altitud:	msnm
Uso de suelo:		Vegetación:			
Condiciones climaticas actuales:			CC. Pasadas		
Material parental tipo de roca					
Contraste mecanico:			Discontinuidades:		
Intensidad de fracturamiento:			Dureza de la roca:		
Descripción del sitio					
Unidad de paisaje:		Geoforma principal 1er N:		2do nivel:	
Gradiente %	Intensidad del relieve (m Km^{-1}):		Densidad de drenaje potencial:		
3er nivel (solo si aplica):		Posición dentro de la geoforma			
Pendiente	Orientación		Forma de la pendiente		
Afloramiento o exposición de Material parental %:			Distancia entre afloramientos (m):		
Profundidad del suelo:	Mantillo (%):		Fragmentos gruesos superficiales		
Tipo de erosión:	Área afectada por Erosión:		Cobertura (%):	Tamaño (cm):	
Grado:	Actividad:				

Estatus del paisaje:	
CLÍMAX	Mantiene sus características originales y prevalece una estabilidad equilibrio entre los subsistemas abiótico, biótico y entrópico, tienen alta capacidad de resilencia y bajo nivel de deterioro. Existen procesos edafogenéticos y recolonización vegetal que garantizan el mantenimiento de la riqueza y el equilibrio del paisaje
PARA CLÍMAX	Presenta una situación de estabilidad favorable, aunque puede ser frágil debido a acciones antrópicas sobre los componentes bióticos que han simplificado el sistema, incrementando su sensibilidad a impactos externos. No obstante, la baja incidencia e inestabilidad no compromete el equilibrio alcanzado, de tal forma que los desajustes espaciales y temporales del potencial ecológico pueden ser restaurados.
DEGRADADO	Presentan diversas situaciones de deterioro en distinto grado y manifiesta una sensible inestabilidad.
DEGRADADO PROGRESIVO	Sistema que tras haber sufrido importantes perturbaciones en su estructura y dinámica naturales, al cesar tales acciones se registra una tendencia a la recuperación del equilibrio, mediante la regeneración progresiva de los elementos bioticos .Esta tendencia puede implicar una recuperación mas o menos lenta del paisaje o conducir a configuraciones diferentes, relativamente estables pero más simples y sensibles.
DEGRADADO REGRESIVO	Sistema perturbado, frágil y sujeto a presiones naturales y antrópicas que favorecen la aparición y desarrollo de paisaje cada vez empobrecidos e inestables. La actividad erosiva y la creciente pérdida edáfica y vegetal incrementan su inestabilidad y lo conducen a una situación de mayor degradación

IMPACTOS/ ETAPA			
Preparación del sitio	Construcción	Operación y mantenimiento	Abandono de obras provisionales
Actividad:			
Factor:			
Descripción de impacto			
Implicación			
Consecuencias			

Tipo de impacto:		Sinérgico		Acumulativo		Controversial	
Mitigación:							
Observaciones:							

Figura VIII.3 Hoja de campo tipo para la descripción puntos de verificación.

Con los datos obtenidos en campo, se procedió a corroborar la unidad edáfica basándose en la clasificación vigente de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO, 2006). A su vez también se corroboraron los datos obtenidos sobre geología, hidrología y geomorfología.

Elaboración cartografía

La elaboración de la cartografía, fue basada en el Conjunto Vectorial del Marco Geoestadístico Nacional, 2009 editado por INEGI (Escalas 1: 250 000 y 1:1 000 0000), así como los datos provistos por CONABIO, CONANP, CNA; además de diversos mapas temáticos que las autoridades municipales, delegaciones y estatales, han editado sobre el área de interés. Con la finalidad de enriquecer cada uno de estos productos y que al mismo tiempo la información obtenida en los trabajos de campo sea reflejada en el presente estudio; se agregó a la cartografía elaborada, la información obtenida en campo. Es importante mencionar que en la elaboración de los mapas se empleó un Sistema de Información Geográfica como herramienta (Arc Gis 9.2), apoyándose en los programas OziExplorer y Google Earth Pro, con la finalidad de manipular adecuadamente cada uno de los datos vectoriales y Raster de la zona de estudio.

Con base en todas las herramientas descritas a lo largo de la descripción de la presente metodología, se logró describir de una manera eficaz y sobre todo apegada a las condiciones actuales del sitio, obteniendo así la caracterización y evaluación del medio físico abiótico del Sistema Ambiental, poniendo énfasis en las zonas críticas para los impactos ambientales y de esta manera proponer las medidas de mitigación adecuadas.

VIII.1.3 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA VEGETACIÓN

En este apartado se describe la metodología utilizada para la obtención de los resultados obtenidos en el capítulo IV.

Muestreo

Esta es la parte medular de cualquier tipo de muestreo. Para su aplicación, se toman en cuenta las siguientes consideraciones:

- Diseño de muestreo que se empleará
- Intensidad de muestreo
- Tamaño de la muestra
- Distribución de la muestra
- Forma y tamaño de las unidades muéstrales

Por lo anterior, se hizo un recorrido preliminar para saber en dónde, cómo y qué condiciones presentan actualmente las comunidades vegetales forestales del lugar de emplazamiento del Proyecto, de modo que nos sirviera en la planeación del muestreo, a fin de obtener datos confiables, tomando las estrategias adecuadas y equipos necesarios para la toma de datos.

Además la información tomada, para datos de control e información complementaria del sitio de muestreo, tales como: pendiente promedio, exposición, cobertura de estratos bajos y datos ecológicos, así como coordenadas geográficas de los mismos.

Los materiales y equipo utilizado para la obtención de la información fueron:

Tabla VIII.2 Material de campo utilizado

Material y equipo	Función
GPS Garmin	Toma de coordenadas ubicación de sitios
Cinta métrica	Medición
Tabla con broche	Apoyo
Cámara fotográfica	Registro fotográfico de vegetación y trabajos de campo

La evaluación y cuantificación de la vegetación localizada en el sitio y que será afectada por el Proyecto, se llevó a cabo bajo el siguiente procedimiento:

a) Fotointerpretación sobre el material cartográfico de apoyo, correspondiente al área de estudio en general, y complementado mediante recorridos de campo.
b) Delimitación en el material cartográfico del polígono con vegetación de interés, de acuerdo con su condición de vegetación y uso del suelo.
c) Calculo de individuos a afectar e identificar las especies existentes.
d) Colecta de especímenes para determinación taxonómica, con apoyo de guías.

Posterior a esto, se definió el tipo de muestreo a emplear, utilizando imágenes satelitales de alta resolución (Quick bird) de una definición de pixel de 0,6 x 0,63 m, también se consultó de Google Earth, fotografías tomadas en campo y cartas editadas por INEGI, para obtener la máxima confiabilidad de la toma de datos.

Ubicación

El muestreo se realizó a lo largo de todo el derecho de vía del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México con una longitud de 57+757.11 Km. Dicho proyecto inicia en el municipio de Zinacantepec y límites del municipio de Toluca, Estado de México y termina en la zona Poniente del Distrito Federal, específicamente en la Delegación Álvaro Obregón.

Para tomar las coordenadas de cada uno de los sitios, así como los límites de vegetación, se utilizó un GPS marca Garmin.

Diseño e intensidad de muestreo

Se utilizó el muestreo sistemático, con sitios de dimensiones fijas de tipo cuadrangular de 400 m^2, para estudiar las diferentes condiciones de la vegetación observadas en campo, las cuales se caracterizan porque no se encuentran de forma continua en la franja del trazo proyectado. Las unidades muestrales se distribuyeron en las diferentes comunidades y/o asociaciones vegetales sobre la línea de muestreo.

Para el caso del SAR solo se observaron las diferentes condiciones de vegetación, los sitios se determinaron en base al tipo de vegetación y su distribución, para obtener un panorama general de su composición.

En el Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México con una longitud de 57+757.11 Km, se muestrearon un total de 10 sitios representativos de toda la vegetación existente, de los cuales 7 se consideraron de muestreo intenso y 3 fueron sitios de verificación.

Tamaño de muestra

La superficie total muestreada durante los trabajos de campo corresponde a 7 sitios de muestreo mismos que arrojan un total de 2,800 m^2 (0.28 Ha) y 3 sitios de verificación con un área de 1,200 m^2 (0.12 ha).

Forma y tamaño de los sitios

Se utilizaron unidades muestrales cuadrangulares de 400 m^2. Este tamaño de sitio se empleó con la finalidad de abarcar las diferentes condiciones de vegetación y con esto hacer más representativo el muestreo.

En la siguiente Tabla VIII.3 se enlista la distribución aproximada de los sitios de muestreo:

Tabla VIII.4 Sitios de Muestreo Intenso levantados, coordenadas UTM, datum de referencia WGS 84, zona 14.

	PM	
Sitio	**X**	**Y**
1	446539	2131776
2	454523	2132918
3	456398	2133652
4	464062	2134283
5	466883	2137595
6	467934	2137900
7	477235	2143966

Distribución de la muestra

El número total de sitios resultantes, se distribuyeron a lo largo y ancho de la trayectoria del Proyecto, siguiendo una dirección de Norte a Sur y de Este a Oeste en las diferentes comunidades y/o asociaciones vegetales observadas.

Muestreo en zona urbana

Se realizó un recorrido preliminar de reconocimiento de campo para identificar y determinar las especies presentes. Por la cantidad, composición, calidad y distribución de la vegetación presente, no se hace necesario la realización de una metodología específica de muestreo de vegetación aplicando algún esquema determinado, ya que la vegetación se distribuye básicamente en camellones.

El sitio propuesto para la construcción del Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México en la zona urbana del Estado de México y Distrito Federal corresponde a un terreno que actualmente tiene uso de camellón, mismo que presentan vialidades e infraestructura de desarrollo urbano.

Calculo de especies a afectar

Se realizó conteo directo de los individuos presentes en el sitio de muestreo, se delimito el sitio con ayuda de un par de cuerdas, esto para ajustar las distancias entre el cuadrado, y la información recabada se traspone a datos por hectárea, esto es se promedian los datos obtenidos por sitio y se multiplican por 10 para determinar la densidad por especie en una hectárea.

El propósito de realizar el muestreo u observación de vegetación en el SAR, fue para obtener la información de los diferentes tipos de vegetación que se encuentran, sus características y las principales variables presentes en la misma.

Cálculo de especies a afectar

Se realizó conteo directo de los individuos presentes en el sitio de muestreo, se delimito el sitio con ayuda de un par de cuerdas, esto para ajustar las distancias entre el cuadrado, y la información recabada se traspone a datos por hectárea, esto es se promedian los datos obtenidos por sitio y se multiplican por 10 para determinar la densidad por especie en una hectárea.

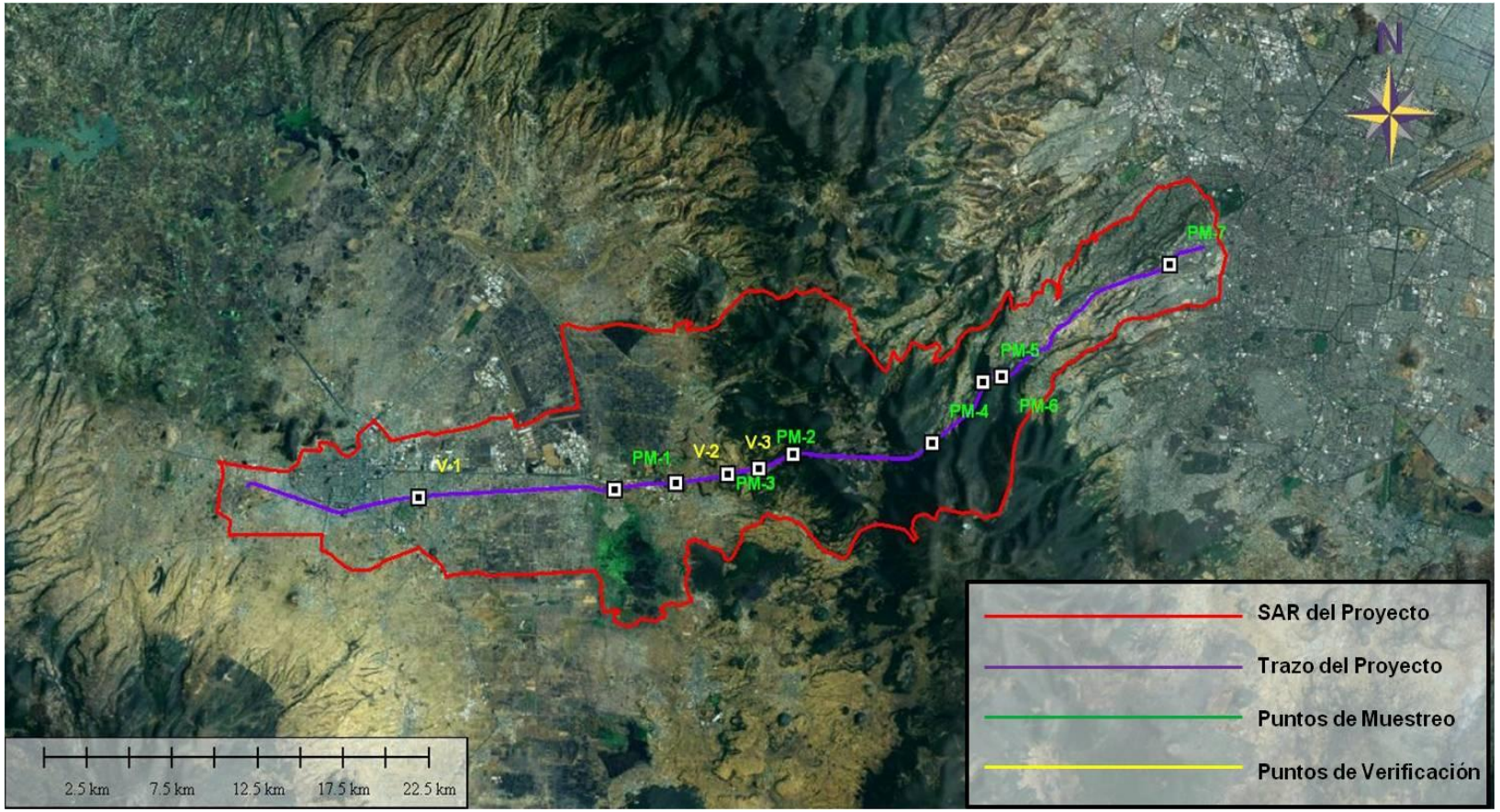


Figura VIII.4 Distribución de sitios de muestreo en el Proyecto Ferroviario Toluca–Valle de México con una longitud de 57+757.11 Km

Composición florística

Con los datos registrados mediante el muestreo, se obtuvieron parámetros estructurales como densidad para todas las especies. Esta medida se expresa como el número de individuos/ha, y con base en esta densidad, se realizaron los cálculos de diversidad que a continuación se describen:

Índice de Shannon

El índice de Shannon contempla la cantidad de especies presentes en un área determinada (riqueza florística) y la abundancia relativa de estas especies, se obtiene mediante la siguiente expresión:

H=-*pi*ln(pi)

Donde:

Pi=ni/N

ni=número de individuos de la especie

N=total de individuos

S= número de especies

Los rangos para este índice en cuanto a diversidad son:

0 – 1.5: Poca Diversidad

1.6 – 3: Mediana Diversidad

3.1 – 5: Alta Diversidad

Índice de Margalef

El Índice de Margalef, o índice de biodiversidad de Margalef, es otra medida utilizada en ecología para estimar la biodiversidad de una comunidad con base a la distribución numérica de los individuos de las diferentes especies en función del número de individuos existentes en la muestra analizada.

El índice de Margalef fue propuesto por el biólogo y ecólogo catalán Ramon Margalef y tiene la siguiente expresión *I=(s-1)/Ln N*, donde *I* es la biodiversidad, *s* es el número de especies presentes, y *N* es el número total de individuos encontrados (pertenecientes a todas las especies). La notación *Ln* denota el logaritmo neperiano de un número.

Valores inferiores a 2,0 son considerados como relacionados con zonas de baja biodiversidad (en general resultado de efectos antropogénicos) y valores superiores a 5,0 son considerados como indicativos de alta biodiversidad.

Índice de Pielou

Mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. El índice de equidad se calcula de la siguiente manera:

$$\bar{e} = \frac{\bar{H}}{\ln S}$$

Donde:

H: Corresponde a los valores de diversidad obtenidos

S: Numero de especies recolectadas

VIII.1.4 METODOLOGÍA PARA EL DIAGNÓSTICO Y CARACTERIZACIÓN DE LA FAUNA

La metodología estuvo orientada a determinar las especies de vertebrados terrestres presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) por medio de técnicas y métodos de observación y captura de vertebrados en los Puntos de Muestreo seleccionados (PM). Para el inventario preliminar de las especies observadas en campo, se realizaron muestreos, los cuales se llevaron a cabo en los distintos hábitats presentes en el área de estudio del Proyecto. En los sitios de muestreo seleccionados, se realizaron censos faunísticos por medio de transectos lineales y cuadrantes, así como observaciones directas.

El inventario preliminar de la fauna silvestre del área de estudio, ayuda a inferir, con base a la distribución y asociación de cada especie a los distintos tipos de vegetación, la abundancia y riqueza de especies de vertebrados (Lazcano-Barrero et al., 1992). Además de las especies susceptibles a ser impactadas por el emplazamiento del Proyecto. Para el inventario taxonómico de las especies (Listado de especies) se realizaron muestreos, los cuales se llevaron a cabo en los diferentes tipos de hábitats presentes en el área de estudio del proyecto.

El proceso desarrollado para la selección final de los sitios de muestreo, consistió en tres etapas.

Etapa I: Revisión bibliográfica

Se consultaron publicaciones sobre la fauna relacionada con el área de estudio o zonas cercanas a ésta. Como resultado de la anterior, se integró un listado bibliográfico preliminar de las especies de vertebrados reportados para el área en cuestión, con la finalidad de conocer el tipo de precauciones y cuidados que se deben tener sobre la fauna que caracteriza la zona. Además, a dichas especies se les asignó su estado de protección de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010).

Con la información contenida en los trabajos consultados, se determinó la posible distribución de algunas familias de vertebrados en la región, además, se consultaron las bases de datos de las colecciones de anfibios, reptiles y mamíferos de la Universidad Autónoma Metropolitana, del Instituto de Biología y Facultad de Ciencias de la UNAM.

Etapa II: Trabajo de campo

El trabajo de campo incluyó la observación, colecta y liberación de vertebrados terrestres, empleando puntos de muestreo a lo largo de la trayectoria de la vía férrea; estos métodos pueden ser directos (observación, captura y liberación de ejemplares) o indirectos (búsqueda de evidencias: huellas, heces, cadáveres o entrevistas informales con gente de la región). Para los diferentes grupos taxonómicos se utilizó la siguiente metodología:

Las metodologías empleadas estuvieron dirigidas a:

a) Clasificación del hábitat; se realizó basado en las características fisonómicas de la vegetación, las cuales reflejan la condición actual del hábitat.

b) Recopilación de la Información; sobre la presencia de especies de anfibios, reptiles, aves y mamíferos presentes en la zona de estudio.

c) Observación; captura-liberación y determinación taxonómica de las especies de vertebrados presentes en el área de estudio.

Para el informe preliminar de campo se llevó a cabo un recorrido general del área del proyecto con el fin de seleccionar de manera preliminar los diferentes sitios de muestreo. Después, se procedió a realizar un reconocimiento de cada uno de los sitios, para determinar el estado en que se encontraban y su accesibilidad, introduciéndose a zonas de difícil acceso, los recorridos se efectuaron a pie.

Los equipos responsables del trabajo de campo visitaron los sitios de muestreo en el año corriente. Una vez identificadas, las especies que se capturaron fueron liberadas; de no ser así, se fotografiaron y se obtuvieron datos importantes para su plena identificación con Guías de campo o con la ayuda de especialistas de la UAM y UNAM. En caso de encontrar algún(os) organismo(s) muerto(s) durante la captura, se colectan, identifican e ingresan a las colecciones científicas respectivas. Cabe mencionar que, las técnicas y trampas empleadas para la captura de las diferentes especies de vertebrados son las más apropiadas para reducir riesgos de mortandad en los especímenes capturados.

Las actividades del trabajo de campo están dirigidas hacia los siguientes grupos de vertebrados:

a) Anfibios y Reptiles

La observación, captura y liberación de anfibios se realizó por medio de la selección específica del hábitat, durante la noche aproximadamente entre las 20:00 a 24:00 hrs. Además de búsqueda de los micro hábitat durante el día.

El muestreo de anfibios se llevó a cabo cerca de los cuerpos de agua, en cada sitio se anotó el número de individuos de cada especie observados, con el fin de calcular la abundancia.

Para identificar las especies de anuros (ranas y sapos) se usaron sus cantos, particularmente los de anuncio que son especie-específicos, con ello determinó cuáles especies se encontraban presentes en los lugares de estudio, aun cuando no fuesen vistas.

Para complementar estas observaciones se utilizaron otras técnicas: captura con red de cuchara, preguntas a los habitantes de la zona así como observaciones directas y en algunos casos con apoyo de binoculares. Las técnicas de muestreo usadas son consideradas como parte de los métodos estándares para el inventario y monitoreo de los anfibios y reptiles (Scott 1982, Heyer et al., 1994, Thompson et al., 1998).

Los reptiles se colectaron a través de transectos al azar en los diferentes tipos de vegetación presentes en cada punto de muestreo durante los dos principales períodos

de actividad, de las 10:00 a las 12:00 hrs., y de las 16:00 a las 18:00 hrs. Además, se realizaron algunos muestreos durante la noche (particularmente para los reptiles de actividad nocturna). Para ello, se caminó lentamente a través del área elegida revisando cada microhábitat potencial: troncos de árboles huecos y hendiduras, tocones, bajo troncos caídos o piedras, entre la hojarasca, plantas epifitas, grietas, charcas temporales y permanentes.

La colecta de anfibios y reptiles se hizo directamente con la mano, en algunos casos con ayuda de gancho y/o pinza herpetológica en otros casos se registró la presencia de las especies por métodos indirectos: cadáveres, huesos, mudas, etc.

Los ejemplares fueron identificados con las guías de campo.

VIII.1.5 METODOLOGÍA PARA SOCIOECONÓMICO

El apartado de Aspectos Socioeconómicos del presente estudio está estructurado como a continuación se enlista:

1. Contexto regional
2. Perfil sociodemográfico
3. Perfil económico
4. Perfil territorial
5. Aceptación del proyecto

Por lo cual, con el objeto de que cada punto reflejará la situación social y económica de la región que compone el Sistema Ambiental Regional del Proyecto y que sirviera de complemento en el análisis ambiental que se realiza en esta manifestación de impacto ambiental, como primer paso de la investigación, se revisó literatura sobre los rasgos sociales y económicos históricos y actual del Estado de México y el Distrito Federal mediante todos los medios disponibles.

Posteriormente fue necesario realizar una recopilación de información bibliográfica, estadística y documental de cada uno de los aspectos señalados.

Se utilizaron los índices de marginación a nivel estatal, municipal y hasta nivel localidad de CONAPO, para las unidades geográficas insertas en el Sistema Ambiental Regional (SAR), además de la información captada en el Censo General de Población y Vivienda del 2010, y los Conteos de Población y Vivienda cuando fue necesario. Para la información histórica de la población a nivel localidad se recopilaron los datos del Archivo Histórico de INEGI; se utilizó también la información a nivel municipal que proporciona la SEGOB, a través de la enciclopedia de los municipios (INAFED) y, se consideraron además las fichas sobre población, actividades económicas y tradiciones de las páginas oficiales del Estado de México y de los Municipios de Toluca, Metepec, San Mateo Atenco, Lerma de Villada y Ocoyoacan; mientras que en el Distrito Federal se investigó sobre las Delegaciones de Cuajimalpa de Morelos, Álvaro Obregón y Miguel Hidalgo.

La información utilizada se organizó en las escalas del Sistema Ambiental Regional (SAR) y buffer, ambas escalas fueron proporcionadas por el departamento de SIG, en donde se identificó una lista de localidades, a partir de las cuales se describieron los diferentes indicadores socioeconómicos como: marginación, población económicamente activa (PEA), migración y dinámica poblacional delegacional y municipal; para desplegar dicha información hasta nivel localidad; en cuanto a la revisión bibliográfica se tomaron los antecedentes, la situación actual y el impacto sobre el medio ambiente de los asentamientos humanos irregulares.

La recopilación de información, pero sobre todo, la sistematización de la información revisada, permitió obtener una radiografía de la zona inmediata, mediata y de la región donde se implementará el Proyecto, identificando la problemática que podría incrementar por su construcción y la que se puede generar a partir de su operación, además se obtuvo una visión general de las condiciones socioeconómicas presentes en la zona, independientemente a la presencia del Proyecto. Y por último la identificación de posibles beneficios, que por la naturaleza del Proyecto, podría traer consigo a nivel social y económico.

VIII.1.6 METODOLOGÍA PARA LA REALIZACIÓN DEL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL Y UNIDADES AMBIENTALES

Se conjuntó toda la información descriptiva del sistema ambiental y se identificaron en reunión de expertos los rasgos de mayor relevancia mediante el análisis de diagramas de flujo. Se presentaron las características generales de los medios abióticos, bióticos y socioeconómicos. A partir de dicha presentación se generaron diagramas sintetizando el diagnóstico ambiental y se discutieron las tendencias de deterioro.

Para conocer el diagnóstico regional sobre los recursos naturales y el estado de su conservación fue necesario lo siguiente:

a) Establecer la funcionalidad de los factores ambientales.

b) Determinar los principales indicadores del SAR

c) Conocer el estado actual de los factores ambientales más relevantes

Considerando los factores ambientales y el estado que éstos guardan dentro del sistema ambiental regional, se estableció una evaluación calificativa asignando valores de 0 al 1, donde uno es el ambiente más frágil y mejor conservado y cero es el menos frágil y más perturbado.

d) Analizar la problemática regional.

Paisaje

El concepto paisaje ha sido utilizado a lo largo de la historia con diversos significados, existiendo actualmente varias maneras de concebirlo y de analizarlo. El paisaje es a menudo percibido como una vista amplia de escenarios o de formas naturales. Para los ecólogos, el paisaje son grandes áreas compuestas de patrones interconectados o repetidos de hábitats o ecosistemas; desde este punto de vista, para que un área en particular se considere un paisaje, ésta debe contener una variedad de componentes los cuales interactúan en un tiempo y un espacio dado cumpliendo una función ecológica.

El primero concibe al paisaje como imagen de un territorio, ya sea pintado, fotografiado y/o percibido por el ojo humano o a través de los sentidos, cuya consideración corresponde más al enfoque de la estética o de la percepción. El segundo tipo sería aquel que concibe al paisaje como un conjunto de elementos de un territorio ligados por relaciones de interdependencia y que cumplen una función ecológica.

Desde el punto de vista del ecólogo, es la segunda percepción del paisaje la que resulta más útil para generar información acerca de un determinado espacio físico. Esto último plantea un problema adicional ya que la evaluación del paisaje se dificulta por la falta de un sistema efectivo para medirlo, siendo que las metodologías utilizadas no pueden prescindir de componentes subjetivos.

Los parámetros que más comúnmente se han utilizado para medir el paisaje son:

Visibilidad.- engloba a todos los posibles puntos de observación desde donde la acción es visible. Algunas de las técnicas utilizadas son: observación directa *in situ*, determinación manual de perfiles, métodos automáticos, búsqueda por sector y por cuadrículas. También es posible utilizar métodos manuales que producen mapas de visibilidad o un microcomputador.

Fragilidad.- corresponde a un conjunto de características del territorio relacionadas con su capacidad de respuesta al cambio de sus propiedades paisajísticas. Se perfila como una cualidad o propiedad del terreno que sirve de guía para localizar las posibles instalaciones o sus elementos, de tal manera de producir el menor impacto visual posible. Normalmente los factores que influyen en la fragilidad son de tipo biofísico, perceptivo e histórico-cultural. Además de estos factores puede considerarse la proximidad y la exposición visual.

Calidad o belleza del paisaje.- exige que los valores se evalúen en términos comparables al resto de los recursos. La percepción del paisaje depende de las condiciones o mecanismos sensitivos del observador, de las condiciones educativas o culturales y de las relaciones del observador con el objeto a contemplar. Si bien es cierto que la calidad formal de los objetos que conforman el paisaje y las relaciones con su entorno pueden describirse en términos de diseño, tamaño, forma, color y espacio, existen grandes diferencias al medir el valor relativo de cada uno y su peso en la composición total. Para

lo anterior, se han desarrollado una serie de métodos que pueden combinarse entre sí para evaluar la calidad del paisaje.

Estos métodos se han divido en métodos directos e indirectos. En los primeros la valoración se realiza a partir de la contemplación de la totalidad del paisaje, mientras que los indirectos incluyen métodos cualitativos y cuantitativos que evalúan el paisaje, analizando y describiendo sus componentes.

Entre los métodos directos se tienen los siguientes:

a) De subjetividad aceptada.- es la más simple a pesar de ser la menos objetiva 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.
b) De subjetividad controlada. Se basa en una escala universal de valores del paisaje, de tal forma que se 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.
c) De subjetividad compartida. 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.
d) 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. Se utilizan fotografías como apoyo.

Entre los métodos indirectos, se tienen los siguientes:

a) 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.
b) 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.

La evaluación del paisaje de proyectos lineales plantea una dificultad adicional, ya que se abarcan extensas superficies y se cruza por innumerables espacios físicos, cada uno potencialmente un paisaje a evaluar con sus propias características intrínsecas y factores de cambio en diverso grado.

Para el presente estudio se definieron cinco unidades ambientales como parámetro para delimitar el área de estudio y realizar el diagnóstico del medio físico, ambiental y socio-económico. Po lo que se agruparon las unidades ambientales como sistemas utilizando criterios fisiográficos. Para efectos de valorar el paisaje, se utilizaron solo tres unidades que serán afectadas por la construcción de la Obra.

Las unidades geomorfológicas predominantes en el área de estudio son: cordones litorales arenosos, lomeríos bajos asociados a planicies y planicie estructural casi horizontal.

Para evaluar la calidad del paisaje se utilizó una combinación de métodos directos de subjetividad compartida y un método indirecto de valoración de los componentes del paisaje, para lo cual se tomará como base la clasificación de las clases de calidad escénica propuesta por USDA, Forest Service, 1974, que se modificaron para adecuarlas a las características del área de estudio y del tipo de proyecto.

Calidad visual intrínseca
Con este elemento se pretende significar el atractivo visual que se deriva de las características propias de cada unidad de paisaje a evaluar. La calidad intrínseca del paisaje se definió gradualmente en función de los atributos biofísicos de cada unidad de paisaje.

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

Valores entre 1 – 3 = Clase C (calidad paisajística baja)
Valores entre 4 – 6 = Clase B (calidad paisajística media)
Valores entre 7 – 9 = Clase A (calidad paisajística alta)

Para fines del proyecto, se considerarán como atributos paisajísticos, los siguientes: morfología o topografía, vegetación, fauna, presencia de agua y grado de humanización, este último constituye un factor extrínseco, pero se consideró para determinar en qué grado el factor humano afecta a las características del paisaje. (Tabla VIII.5).

Clases de calidad

Tabla VIII.5 Atributos del paisaje y clases de variedad paisajísticas del Servicio Forestal de los Estados Unidos, 1974. (Modificada).

Atributos paisajísticos (AP)	Clases de calidad		
	Clase A (3)	Clase B (2)	Clase C (1)
	Alta	Media	Baja
Morfología o topografía (AP-1)	Pendientes entre 50 a 100 %, laderas bruscas, irregulares, con crestas afiladas y nítidas o con rasgos dominantes	Pendientes entre 30 y 50 %, laderas moderadamente bruscas o suaves.	Pendientes entre 0 a 30%, laderas con poca variación sin brusquedades y sin rasgos dominantes
Vegetación (AP-2)	Cubierta vegetal entre 61 y 90 %. Los tres estratos bien representados, alta variedad, presencia comprobada de especies protegidas	Cubierta vegetal entre 31 a 60 %, con poca variedad en la distribución, probable presencia de especies protegidas.	Cubierta vegetal menor a 30 %, sin variación en su distribución, escasa o nula probabilidad de presencia de especies protegidas
Fauna (AP-3)	Comprobada presencia de especies de fauna, presencia de especies protegidas	Alta probabilidad de encontrar especies de fauna, probabilidad de encontrar especies protegidas	Baja o nula probabilidad de encontrar especies de fauna mayor, baja probabilidad de encontrar especies protegidas.
Hidrología (AP-4)	Cursos de agua permanentes con vegetación ribereña bien conservada, cascadas, rápidos, pozas, meandros o gran caudal	Cursos de agua con características bastante comunes en su recorrido y caudal, vegetación ribereña perturbada.	Cursos de agua intermitentes con poca variación en caudal, saltos, rápidos o meandros, sin vegetación ribereña o con alto grado de perturbación.
Grado de urbanización (AP-5)	Baja densidad humana por km^2, nula presencia de vialidades de primero y segundo orden, escasa o nula infraestructura, actividades agrícolas de temporal	Densidad humana media, vialidades de segundo orden (terracerías), actividades agrícolas de riego y temporal, infraestructura media	Alta densidad humana por km^2, varias vialidades de primero y segundo orden, actividades agrícolas de riego, alta infraestructura

La calidad morfológica o topográfica de la unidad de paisaje se valorará en función de dos aspectos, el desnivel y la complejidad de formas. El criterio asigna mayor calidad a las unidades más abruptas, con valles estrechos, frente a las que corresponden a valles abiertos dominados por relieves planos.

De igual forma se asignó un valor mayor a aquellas unidades que presentaran mayor superficie ocupada de forma que indicaran la dominancia de la misma.

Para valorar la calidad intrínseca de la vegetación se consideró la diversidad de las formaciones y el grado de perturbación de cada una de ellas. Se asignó mayor calidad a

unidades de paisaje con mayor cobertura y mezcla equilibrada de masas arboladas, matorral y herbáceas, que a aquellas zonas con distribuciones dominadas por uno de los estratos. La presencia de especies protegidas por la normativa ambiental añade un elemento complementario de mayor calidad.

Por lo que se refiere al grado de humanización, este es un valor extrínseco del paisaje pero se considerará ya que la abundancia de estructuras artificiales disminuye la calidad del paisaje. Se asigna un mayor valor a las unidades con menor número de vías de comunicación de primer orden, infraestructura, actividades agrícolas y densidades de población bajas.

La presencia de agua en un paisaje constituye un elemento de indudable valor paisajístico. Se valoró la presencia del agua en el conjunto de la unidad paisajística, de tal forma que se asignó mayor valor a la presencia de cuerpos de agua y a las corrientes perennes.

La asignación de los valores a los atributos paisajísticos (AP) se realizará mediante juicios subjetivos del equipo de especialistas que participará en la elaboración el estudio de impacto ambiental, para lo cual se considerará la información recabada durante los recorridos de campo. Las principales amenazas a estas unidades de paisaje están dadas por la ganadería extensiva y por lo procesos erosivos presentes.

VIII.1.7 METODOLOGÍA PARA LA IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

a) Técnica de identificación de impactos ambientales directos e indirectos

Una vez que se obtuvo el conocimiento detallado de las características ambientales del sitio y las particularidades del proyecto, en reuniones multidisciplinarias se identificaron los impactos ambientales directos e indirectos derivados de las diferentes actividades utilizando el programa Mind Manager para generación de diagramas de flujo. A partir de dichos diagramas se seleccionaron los factores ambientales y las acciones del proyecto a ser evaluadas de manera semi-cuantitativa utilizando la siguiente metodología:

b) Técnicas para evaluar los impactos ambientales

Se utilizó una matriz de cribado de impactos ambientales como técnica de evaluación de impactos. Esta matriz se diseñó a partir de diagramas y el programa de obra del proyecto, a fin de considerar la mayor parte de las actividades que se desarrollarán en cada etapa en orden cronológico, y su efecto en los diferentes componentes del sistema ambiental.

El procedimiento de evaluación se describe a continuación:

Se realizó la evaluación de impactos utilizando los criterios propuestos por Bojorquez et al. (1998). De acuerdo a este esquema, los criterios de evaluación se dividieron en básicos y complementarios. Los criterios básicos son 1) magnitud o intensidad (M), 2) extensión espacial (E) y 3) duración (D); los criterios complementarios son: 1) sinergismo entre actividades (S), 2) efectos acumulativos (A) y 3) controversia (C).

Ambos tipos de criterios se evaluaron usando una escala ordinal de 0 a 9, con mínimos efectos sobre el ambiente denotados por el cero, y máximos efectos denotados por el 9. Los criterios de calificación de cada impacto se entregaron de forma desglosada en un anexo y los valores de 0 a 9 fueron asignados considerando valores cuantitativos obtenidos a partir del trabajo de campo y gabinete de este estudio en la medida de lo posible; mismos que se integraron en dicho anexo. Ello con la finalidad de disminuir la subjetividad al asignar los valores de calificación de los criterios básicos y complementarios.

Asimismo, para cada efecto se determinó su naturaleza, esto es, si el impacto es benéfico o perjudicial para el ambiente. Se asignaron calificaciones positivas (+) para impactos benéficos y calificaciones negativas (-) para impactos adversos.

La definición utilizada para evaluar cada criterio fue la siguiente:

1. Naturaleza del impacto: benéfico (positivo +) o perjudicial (negativo -).
2. Magnitud (M): Se refiere a la intensidad del efecto de la actividad sobre el componente ambiental, independientemente del área afectada o duración del impacto. Se utilizaron criterios de evaluación fundamentados en los datos teóricos y de campo, listados de especies, clases de suelo, tipos de vegetación, etc.
3. Extensión espacial (E): Tamaño de la superficie afectada por una determinada acción. Esta se obtuvo a partir de los planos de los proyectos en el SIG. En el caso en que el efecto abarque toda el área de estudio, se le asignó la máxima calificación posible.
4. Duración (extensión temporal) (D): Tiempo en que el componente ambiental mostró los efectos de la actividad. Se asignó el número 9 a aquellos efectos de carácter irreversible, y tomando los demás criterios dentro del marco la vida útil de los proyectos.
5. Sinergismo (S): Actividad que, al estar presente otra, los efectos sobre el ambiente se incrementen más allá de la suma de cada una de ellas.
6. Efecto acumulativo (A): Cuando como consecuencia de una actividad el efecto sobre el componente ambiental se incremente con el tiempo, aunque la actividad generadora haya cesado.
7. Controversia (C): Es una medida del grado en que la sociedad pudiese responder ante la ocurrencia de un cierto efecto de una actividad sobre un factor ambiental, de tal medida que lo "magnifique" con respecto a su valor real.

Con los valores obtenidos se calcularon los índices básicos (IB) y los complementarios (IC) y, con ellos, el Índice Cuantitativo de Impacto (I) siguiendo el procedimiento descrito por

Bojórquez et al. (1998), modificado por Sánchez-Colón y Flores-Martínez (en preparación) mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{I = IB^{(1-IC)}}$$

donde: $IB = \frac{\sqrt[3]{(M * E * D)}}{9}$, IC = (S+A+C) / 27

La clasificación del índice de impacto fue la siguiente:

Valor del índice de Impacto	Calificación del Impacto
0.111 - 0.280	Muy bajo
0.281 – 0.460	Bajo
0.461 – 0.640	Moderado
0.641 – 0.820	Alto
0.821 – 1.000	Muy alto

La matriz de evaluación de impacto estuvo constituida por los diferentes valores del índice cuantitativo de impacto calculados para cada interacción entre las actividades del proyecto y los factores ambientales. Asimismo, la integración de la evaluación en función de los índices cuantitativos de impacto a lo largo del tiempo de duración de las obras y la operación de la vía ferreá se presentaron en una gráfica escenario para facilitar su interpretación y la toma de medidas clave en los tiempos de mayor incidencia de impactos.

Tabla VIII.6 Calificación general de los impacto sobre los factores ambientales.

SCT
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

Carretera Puerto Sabinal – Badiraguato, Entronque Puerto Sabinal – Los Frailes (límite de estados Sinaloa – Durango – Chihuahua) con una longitud de 92.03 km, en su tramo del km 56+580 al km 148+618, en el Estado de Sinaloa

ANEXO V.1

Capítulo V.1- Cálculos para el Indice de impacto en el factor ambiental:

FACTOR AMBIENTAL: *Calidad del aire, Emisiones de gases*

Etapa del Proyecto	Etapa ambiental	No. Actividad	Actividad	IMPACTOS SIN MITIGACIÓN										IMPACTOS CON MITIGACION									
				VALOR PONDERADO							INDICE DE IMPACTO			VALOR PONDERADO							INDICE DE IMPACTO		
				NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSION	DURACION	SINERGISMO	EFECTO ACUM	CONTROV	IB	IC	INDICE	NATURALEZA	MAGNITUD	EXTENSION	DURACION	SINERGISMO	EFECTO ACUM	CONTROV	IB	IC	INDICE
Carretera Puerto Sabinal – Badiraguato, Entronque Puerto Sabinal – Los Frailes (límite de estados Sinaloa – Durango – Chihuahua) con una longitud de 92.03 km, en su tramo del km 56+580 al km 148+618, en el Estado de Sinaloa	Preparación del sitio	1	Desmonte de zona entre linea de ceros (tala arboles)																				
		1a	Retiro de malezas y árbustos																				
		1b	Retiro de tocones	-1	3	2	2	1		2	0.254	0.111	-0.298	-1	1	1	1	1		1	0.111	0.074	-0.131
		2a	Despalme, remoción de capa orgánica de suelo	-1	2	3	1	1			0.202	0.037	-0.214	-1	1	1	1	1			0.111	0.037	-0.121
		2b	Cortes y Generación de residuos de cortes y despalme																				
		3	Requerimiento de insumos de bienes y servicios																				
		4a	Ocupación de personal																				
		4b	Generación de residuos urbanos																				
		4c	Generación de aguas sanitarias								0.000	0.000	0.000								0.000	0.000	0.000
	Construcción	5a	Alcantarillas																				
		5b	Desvío del tránsito	-1	4	3	3	2		5	0.367	0.259	-0.478	-1	1	1	2	1			0.140	0.037	-0.151
		6a	Terracerías (terraplenes)																				
		6b	Acarreo de material de bancos	-1	4	3	3	2			0.367	0.074	-0.395	-1	2	2	2	2			0.222	0.074	-0.248
		7	Puentes																				
		8	Pavimento	-1	4	3	3	2			0.367	0.074	-0.395	-1	3	2	1	1			0.202	0.037	-0.214
		9	Obras de drenaje complientario																				
		10	Pintura y señalamiento																				
		11	Requerimiento de insumos de bienes y servicios																				
		12a	Ocupación de personal																				
		12b	Generación de residuos urbanos																				
		12c	Generación de aguas sanitarias	-1	4	2	3	3			0.330	0.111	-0.364	-1	1	1	3	2			0.160	0.074	-0.184
		12d	Presencia del personal en frentes de obra																				
	Operación	13	Carretera en operación	-1	2	3	8	1	1	1	0.404	0.111	-0.447	-1	2	1	4	1	1	1	0.222	0.111	-0.283

Ejemplo de asignación de valores ordinales (0 a 9) con relación a valores cuantitativos obtenidos a partir de superficies afectadas, o de algún tipo de vegetación particular obtenidas a partir del SIG ó clases de calidad del suelo para uso agrícola, establecidas a partir de diferentes criterios edafológicos. Esta asignación permite reducir la subjetividad al momento de realizar la evaluación de cada criterio (básico o complementario).

Tabla VIII.7 Ejemplo 2.- Asignación de valores de evaluación.

Para variables:	Valor ordinal (escala principal)	Efecto
Sinergismo Efecto Acumul. Controversia	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Nulo Nulo A Bajo Muy Bajo Bajo Bajo a Moderado Moderado Moderado a Alto Alto Muy Alto Extr. Alto
Magnitud	0 = 0 0 y 1 = 0.5 2 y 3 = 2.5 4 y 5= 4.5 6 y 7= 6.5 8 y 9= 8.5	Clase 6 (nulo) Clase 5 (muy bajo) Clase 4 (bajo) Clase 3 (moderado) Clase 2 (alto) Clase 1 (muy alto)
Extensión	0 = 0.0 % 1 = 10% 2 = 20% 3 = 30% 4 = 40% 5 = 50% 6 = 60% 7 = 70% 8 = 80% 9 = 90-100%	Nulo (no se pierde) Nulo A Bajo Muy Bajo Bajo (se pierde poca) Bajo a Moderado Moderado (se pierde la mitad) Moderado a Alto Alto (se pierde mucha) Muy Alto Extr. Alto (se pierde prácticamente tod suelo de cierta calidad)
Duración	3 5 7 9	Bajo (se recupera rápidamente) Moderado (se recupera al corto plazo <5 aí Alto (se recupera al largo plazo >10 años) Extremadamente alto (permanente)

Tabla VIII.8 Ejemplo 3: Fragmento de matriz de calificación de impactos ambientales.

MATRIZ DE CALIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL
PROYECTO CON MEDIDAS DE MITIGACION

				MEDIO ABIOTICO						MEDIO BIÓTICO								
				AIRE		GEOLOGIA GEOMORFOLOGIA	SUELO		HIDRODINÁMICA	PAISAJE	VEGETACION		FAUNA					
				Calidad del aire, Emisiones de gases	Calidad del aire, Emisión de polvos	Cambios en relieve original. Riesgo de derrumbe	Sellado de superficies	Remoción del suelo	Patrón de drenaje	Pérdida/ganancia de paisajes de calidad	Flora dentro de derecho de vía. Vegetación con distribución reducida, árboles >30m y alta densidad	Flora en terrenos aledaños al derecho de vía.	Anfibios	Reptiles	Aves	Mamíferos pequeños	Mamíferos medianos	Mamíferos grandes
Etapa del Proyecto	Etapa ambiental	No. Actividad	Actividad	Monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, CO_2, CH_4 y N_2O	Partículas	Morfología	Infiltración / contaminación suelo y sub suelo	Pérdida de suelo, erosión			Selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña	Selva mediana subperennifolia y bosque mesófilo de montaña	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	percha, anidamiento, conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones	hábitats, desplazamiento y conectividad de poblaciones
Construcción de tramo carretero nuevo	Preparación del sitio	1	Demolición de zona entre línea de torres (tala árboles > 30 m)		-0.391					-0.720	-0.760	-0.448		-0.513	-0.651	-0.586	-0.613	-0.513
			Retiro de malezas y árboles <20m		-0.235					-0.681	-0.626		-0.342	-0.513	-0.356	-0.586	-0.655	-0.485
			Retiro de toxicos	-0.062	-0.248						-0.409		-0.227			-0.334	-0.447	
		2a	Despalme, remoción de capa orgánica del suelo	-0.142	-0.477	-0.504		-0.795	-0.381	-0.453		-0.248	-0.453	-0.409				
		2b	Corte y Generación de residuos de cortes y despalme		-0.263	-0.753		-0.710	-0.535	-0.692		-0.278						
		3	Requerimiento de insumos de bienes y servicios															
		4a	Ocupación de personal															
		4b	Generación de residuos urbanos							-0.296	-0.111	-0.345						
		4c	Generación de aguas sanitarias	-0.171							-0.111	-0.294						
	Construcción	5a	Alcantarillas		-0.201		-0.529		-0.573				-0.282	-0.309		-0.308	-0.323	-0.524
		5b	Desvío del tránsito	-0.151	-0.140					-0.305		-0.294						
		6a	Terracerías (terraplenes)		-0.535	-0.900	-0.724	-0.672	-0.720	-0.715		-0.294						
		6b	Acarreo de material de bancos	-0.410	-0.188					-0.395								
		7	Puentes y túneles			-0.644				-0.586	-0.435	-0.527	-0.468					
		8	Pavimento	-0.426			-0.570			-0.538								
		9	Obras de drenaje complementario				-0.367											
		10	Fresura y señalamiento															
		11	Requerimiento de insumos de bienes y servicios															
		12a	Ocupación de personal															
		12b	Generación de residuos urbanos							-0.329	-0.310	-0.345						
		12c	Generación de aguas sanitarias	-0.184							-0.294	-0.294						
		12d	Presencia del personal en frentes de obra							-0.383	-0.533	-0.478	-0.121	-0.062	-0.174	-0.111	-0.151	-0.140
	Operación	13	Sistema en operación, mayor generación aerodinámica, efecto barrera	-0.373	-0.353		-0.687		-0.626	-0.873	-0.751	-0.319	-0.305	-0.305	-0.498	-0.423	-0.506	-0.852

Valor del índice de Impacto Adverso	Calificación del Impacto	Valor del índice de Impacto Benéfico	Calificación del Impacto
0.111 – 0.280	Muy bajo	0.111 – 0.280	Muy bajo
0.281 – 0.460	Bajo	0.281 – 0.460	Bajo
0.461 – 0.640	Moderado	0.461 – 0.640	Moderado
0.641 – 0.820	Alto	0.641 – 0.820	Alto
0.821 – 1.000	Muy alto	0.821 – 1.000	Muy alto

Intensidad general de los impactos adversos	
22	Muy bajo
42	Bajo
24	Moderado
18	Alto
1	Muy alto

VIII.1.8 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Las medidas que son agrupadas dentro de la "Mitigación" de los impactos ambientales generados por un proyecto, buscan moderar, aplacar o disminuir su efecto negativo hacia el ambiente. Su función es maximizar la compatibilidad e integración del proyecto en su ambiente biótico, físico y socioeconómico.

Las medidas fueron clasificadas de la siguiente manera:

- **a.** PR.- de Prevención: aquéllas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- **b.** MI.- de Mitigación: aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- **c.** RE.- de Restauración: acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- **d.** CO.- de Compensación: acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- **e.** CN.- de Control: su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

Éstas a su vez fueron agrupadas en función del tipo de medida de que se trate, ya que ello facilito la asignación y seguimiento de los responsables de su ejecución y cumplimiento. La agrupación fue la siguiente:

- **a.** CA.- Consideraciones de tipo Ambiental: destinadas a mantener o recuperar un estado de equilibrio aceptable en el ambiente.
- **b.** EC.- Especificaciones de construcción: modificación o adición de obras civiles dirigidas a lograr un mejor desarrollo del proyecto dentro del entorno ambiental, minimizando o eliminando posibles impactos.
- **c.** NR.- Normatividad y reglamentos: acciones dentro de un marco normativo específico; así como creación de reglas y reglamentos particulares de la obra que deban ser observados.
- **d.** PS.- Programas Sociales: acciones tendientes a lograr una mejor integración del proyecto en el entorno socio-económico del sitio.
- **e.** EA.- Estudios COMPLEMENTARIOS (en caso de ser necesarios): la falta de información referente al sistema ambiental y su respuesta ante un posible impacto, dificulta la elaboración de medidas de mitigación del mismo, por lo que se requiere una base de información COMPLEMENTARIA más sólida.

La experiencia en la evaluación de impactos y propuestas de medidas de mitigación en otros proyectos carreteros y no carreteros, nos han permitido optar por presentar las medidas de mitigación a manera de fichas técnicas. Estas facilitan su lectura, evaluación y pueden ser agrupadas y organizadas para optimizar su realización por parte de las contratistas que realizarán las obras. Por ello, en estos estudios se presentarán las medidas de atención a impactos propuestas a manera de fichas técnicas. Asimismo, la adecuada planeación de la realización de estas medidas dentro del cronograma de ejecución de los trabajos propios de la obra, permitirá una mejor realización de la misma.

VIII.1.9 METODOLOGÍA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS Y, EN SU CASO, DE ALTERNATIVAS DEL PROYECTO

La calidad ambiental es un atributo de un sistema que queda integrado por la combinación de sus diversos componentes del medio físico, biótico y social. La calidad ambiental representa, por definición, las características cualitativas y/o cuantitativas inherentes al ambiente en general o medio particular, y su relación con la capacidad relativa de éste para satisfacer las necesidades del hombre y/o de los ecosistemas. La conforman las características cualitativas y cuantitativas de los elementos y procesos naturales, ecológicos y sociales del ambiente en general, que permiten el desarrollo, el bienestar individual y colectivo del ser humano y la conservación de la diversidad biológica y que son susceptibles de ser modificados y degradados.

Esta calidad está dada por el funcionamiento integral de sus componentes, por lo que es importante de manera inicial reconocer dichos componentes indicadores. En este caso, se consideraron como indicadores los siguientes componentes:

SUELO	Sensibilidad a la erosión ante el despalme dada por propiedades texturales, estructura y contenidos de materia orgánica	VEGETACIÓN y USO DEL SUELO	Tipo de vegetación en el sitio en función de su capacidad natural de resiliencia	FAUNA	Riesgo de atropello de fauna en el sitio y radio de 1 km
	Presencia de evidencias de erosión		Predominancia de formas vegetales (árboles, arbustos, hierbas, vegetación secundaria)		Presencia de especies protegidas, endemismos o especies generalistas y oportunistas
	Presencia de evidencias de sellamiento de la superficie por infraestructura		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Indice de Shannon-Wiener		Diversidad Alfa en el sitio por afectar: Indice de Shannon-Wiener
HIDROLOGIA	Presencia de ríos permanentes que pudieran ser o han sido afectados		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar(Indice de Pielou)		Uniformidad o Equitatividad en el sitio por afectar: Indice de Pielou
	Cruce por intermitentes que pudieran ser afectados		Uso del suelo aledaño al polígono por afectar		Evidencia de atropello de fauna silvestre en sitio (tramo cercano o aledaño)
	Presencia de humedales o zonas inundables				
GEOMORFOLOGÍA	Cambios que se realizarán en el relieve original existente				

A partir de los anteriores indicadores, se evaluó en campo el derecho de vía, para caracterizar mediante una escala ordinal, la condición ambiental de cada una de las variables en una escala de 1 a 5 con criterios de evaluación estandarizados para evitar sesgos. Una escala ordinal (categórica y comparativa) ubica al objeto con números que indican su posición relativa con relación a otros objetos, lo que permite calcular percentiles, cuartiles, medianas, correlaciones, Friedman y Anova.

A partir de la evaluación individual de los indicadores, se obtuvo un valor indicativo de calidad ambiental sumatizando las evaluaciones individuales de cada indicador, considerando que el máximo de puntos (85) correspondía al sitio con mayor afectación o incidencia antrópica y por consiguiente, el sitio con menor calidad ambiental, mientras que valores bajos (17) correspondían a sitios no perturbados (prístinos). En este sentido, y considerando una distribución normal de los valores ordinales, para efectos de este estudio se definió la siguiente escala de calificación de condiciones de calidad ambiental:

ESCALA DE CALIDAD AMBIENTAL sumatoria entre:		Clase de calidad
> 88		Inexistente; urbano
87	79	Deteriorada
78	70	Muy baja
69	61	Baja
60	52	Moderada
51	43	Regular
42	34	Aceptable
33	25	Alta
24	16	Muy alta
< 15		Pristina

A partir de lo anterior se obtuvo una matriz de calificación y su gráfico correspondiente que reflejaban la condición actual de cada sitio que será sometido a la obra, en términos de su calidad ambiental. Esta información se consideró como el punto de partida para realizar la proyección de escenarios posibles al corto (en aproximadamente 5 años), mediano (en 10 años) y largo plazos (en 20 años).

PROYECCIÓN DE LA TENDENCIA NATURAL DE CAMBIO EN LA CALIDAD AMBIENTAL

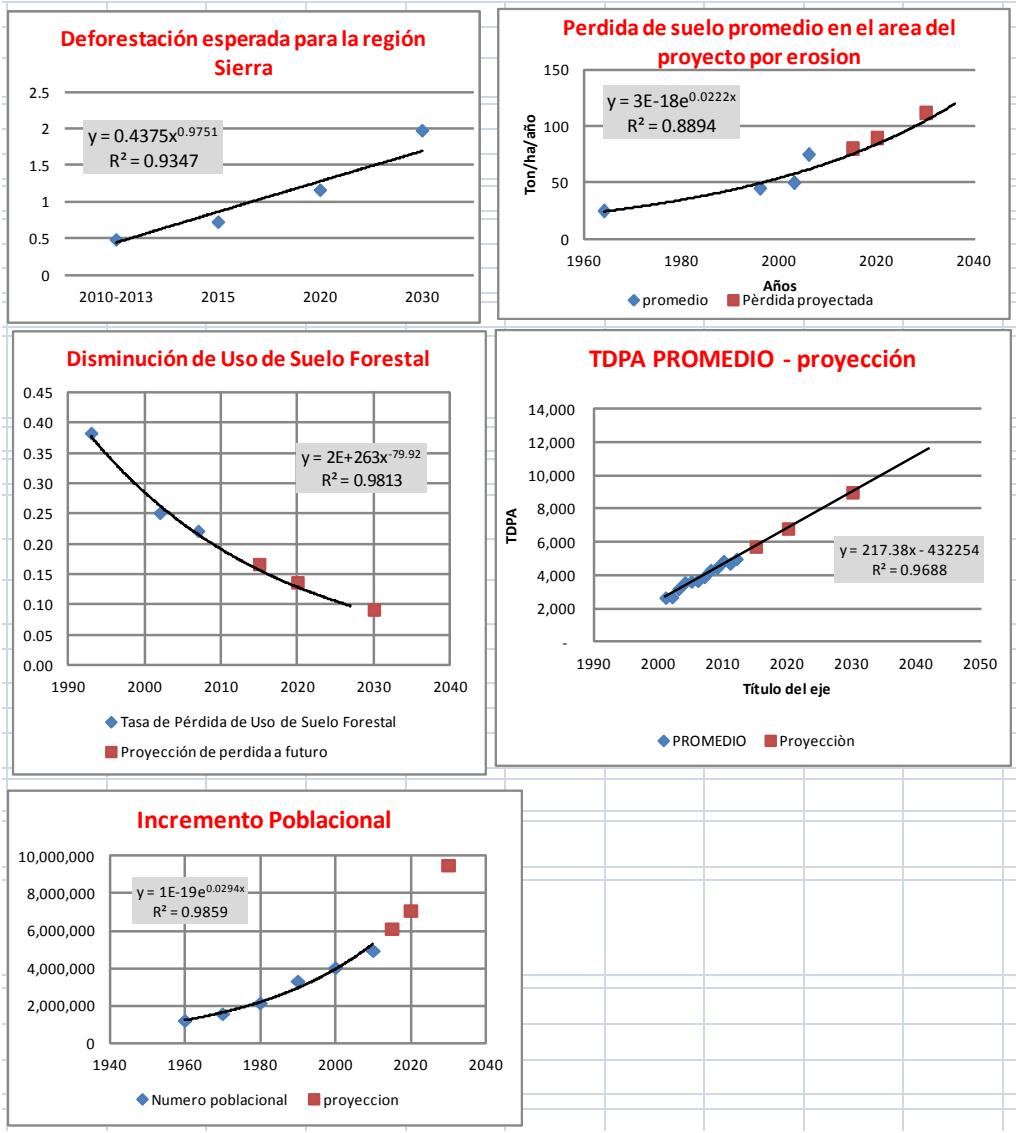
La calidad ambiental suele ser afectada por la incidencia de factores de cambio, tanto naturales como antrópicos, los que suelen ocasionar pérdidas en los niveles de dicha calidad a partir de la reducción en las condiciones prístinas que guarden sus componentes. Por ello, para poder modelar los cambios en la calidad ambiental de cada sitio, fue necesario identificar los factores de cambio antrópico y naturales que inciden sobre éste.

Factores de cambio

Un factor de cambio es un parámetro cuya evolución en el tiempo incide negativa o positivamente en la condición natural de algún factor ambiental (indicador); y ello consecuentemente en la calidad ambiental de cada sitio y del sistema en lo general.

En este caso, se considera que el principal factor de cambio será antrópico y estará dado por incrementos en las superficies y el índice de erosión, incrementos en la cantidad de población que transitan e inciden en el área de estudio, incrementos en la tasa regional de deforestación, y en la tasa de cambio de uso de suelo forestal por uso antrópico; así como por la propia tasa de incremento en el tránsito promedio diario anual (TDPA), dado que se trata de una vialidad en operación.

Para poder modelar el efecto sobre el sistema de cada uno de estos factores de cambio, independientes a las obras que se contemplan en este proyecto, se realizaron las proyecciones de la evolución en el tiempo para el corto, mediano y largo plazo de los mismos a partir de datos bibliográficos y reportes oficiales. En las siguientes gráficas se presentan los factores de cambio que se consideraron en el modelo.



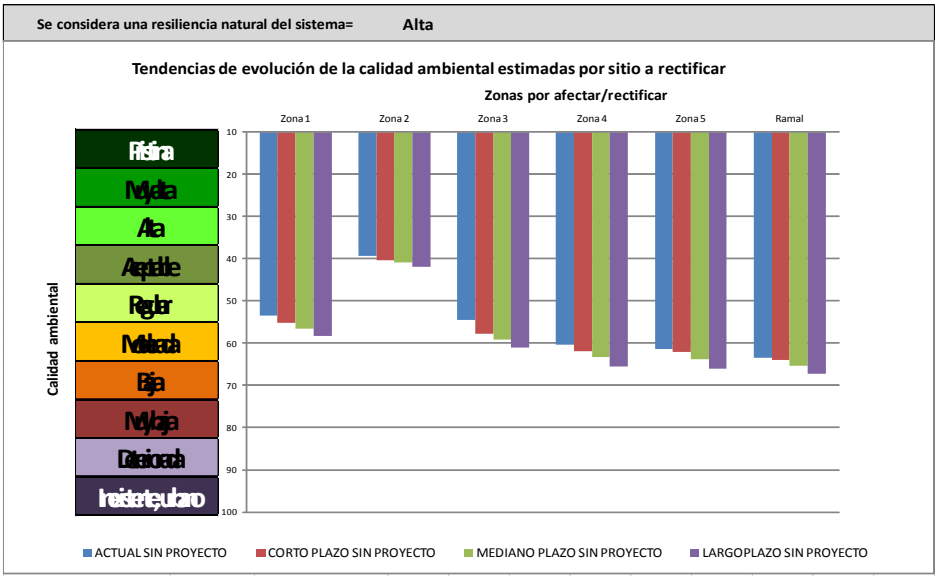
Las anteriores gráficas han sido generadas para estimar los modelos con mejor ajuste que permitan proyectar las tendencias de cambio en el tiempo de los factores con un alto valor del coeficiente de determinación (R^2) que es indicio de la bondad del ajuste.

En la realización de estas gráficas y en los modelos estimados para cada variable se incluyeron los valores que se muestran en la siguiente tabla:

INPUT DE DATOS:	actual	5 años	10 años	20 años
	2010-2013	2015	2020	2030
PARAMETROS DE CAMBIO (ACTUAL Y PROYECCIÓN EN EL TIEMPO)	T0	T1	T2	T3
POBLACION ACTUAL	5,278,772	6,114,870	7,083,397	9,504,961
TASA INCREMENTO POBL	0.932	0.863	0.863	0.745
TASA DEFORESTACION REGIONAL	0.485	0.73	1.16	1.98
TASA CAMBIO USO DE SUELO FORESTAL		0.17	0.14	0.09
PERDIDA DE SUELO POR EROSIÒN	75	80.24	89.67	111.95
TASA EROSIÒN		0.9346	0.8949	0.8009
TDPA	5026	5767	6854	9027
TASA INCREMENTO TDPA	1.06	1.07	1.06	1.06
VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN ESTIMADA (CONSIDERANDO EL INCREMENTO EN EL TDPA Y DETERIORO NATURAL DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO)	80	110	90	80
TASA INCREMENTO VEL	1.00	1.38	0.82	0.89
IKA	0.05	0.01	0.02	0.03
RESILIENCIA DEL SITIO	2	FACTOR DE AJUSTE A DEFORESTACIÓN		
TASA ESTIMADA DE RECUPERACIÓN NATURAL DE LA COBERTURA VEGETAL PARA UN SITIO CON BAJA Y UNO CON ALTA CAPACIDAD DE RESILIENCIA	BAJA= 1	0.24	0.39	0.54
	ALTA= 2	0.36	0.56	0.76

A partir de las anteriores proyecciones, por medio de modelos individuales definidos para cada parámetro ambiental exprofesamente para este estudio, se realizaron cálculos sobre la valoración de calidad en cada uno de los indicadores de la calidad ambiental, para obtener la proyección de escenarios tendenciales de cada uno de los sitios de los proyectos al corto, mediano y largo plazos.

Es importante señalar que en el área de estudio, dado que predomina la vegetación de tipo selva y clima húmedo, se considera que existe una elevada capacidad de resiliencia natural en el sitio; factor que también fue tomado en consideración en esta modelación. En este sentido, si bien existen factores de cambio antrópicos que contribuyen a la disminución de la calidad ambiental en el sitio con el paso del tiempo, la vegetación en el sistema muestra una respuesta de recuperación, por lo que el efecto al largo plazo del sistema, con respecto a la calidad actual, muestra una reducción gradual, como la que se obtuvo en la modelación de los escenarios sin proyecto, que representa en la siguiente gráfica, misma que se incluyó en el capítulo IV del estudio.



ESTIMACIÓN DEL VALOR DEL IMPACTO AMBIENTAL

La estimación del efecto del proyecto en el sistema bajo el peor de los escenarios, implica el integrar la evaluación del impacto ambiental realizada en el capítulo V de este estudio, como un factor de cambio adicional y severo sobre la tendencia natural de cambio que lleva el sistema. Para ello, en este estudio se identificaron los valores promedio del índice de impacto, estimado a partir de la metodología de Bojorquez-Tapia et al. (1998). Se obtuvieron los promedios por sitio en términos de los factores abióticos, flora y fauna como se presenta en la siguiente tabla:

	SIN MITIGACION	ABIÓTICOS	FLORA	FAUNA
Sitio 1	PROMEDIO DE IMPACTOS NEGATIVOS	-0.654	-0.685	-0.762
Sitio 2		-0.780	-0.916	-0.966
Sitio 3		-0.636	-0.718	-0.849
Sitio 4		-0.629	-0.294	-0.771
Sitio 5		-0.637	-0.718	-0.816
Sitio 6		-0.673	-0.718	-0.867

Este índice de impacto se incluyó en cada uno de los modelos de cada indicador por factor ambiental y sitio para definir el deterioro de la calidad ambiental que implicaría la realización del proyecto **SIN INCLUIR MEDIDAS DE MITIGACIÓN** (el peor de los escenarios considerando las rectificaciones del proyecto).

Asimismo, y una vez definidas las acciones de mitigación y evaluado el nuevo índice de impacto, considerando la mitigación propuesta por el estudio, se promediaron dichos índices para obtener el valor correspondiente al proyecto real, **CON LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN PROPUESTAS**. El resultado de estos promedios se muestra en la siguiente tabla:

	CON MITIGACION	ABIÓTICOS	FLORA	FAUNA
Sitio 1	PROMEDIO DE IMPACTOS NEGATIVOS	-0.412	-0.440	-0.578
Sitio 2		-0.541	-0.599	-0.783
Sitio 3		-0.389	-0.454	-0.591
Sitio 4		-0.365	-0.304	-0.581
Sitio 5		-0.394	-0.454	-0.577
Sitio 6		-0.436	-0.454	-0.644

A partir de la inclusión en el modelo de cada variable indicadora del factor de impacto ambiental bajo uno y otro caso, se obtuvo el valor de la calidad ambiental actual con proyecto bajo dos escenarios, sin y con la aplicación de medidas de mitigación. No obstante, para poder evaluar la tendencia de cambio en el tiempo de dichos índices de impacto, y poder proyectar las tendencias de cambio en la calidad ambiental bajo estos dos escenarios al corto, mediano y largo plazos, se determinó el efecto de la resiliencia en la recuperación natural de las afectaciones ocasionadas por el proyecto. Para ello se elaboraron unas tablas para cada sitio de realización de las obras en los que se proyectaron los valores del índice de impacto bajo ciertos supuestos de capacidad natural de recuperación.

Por efectos de escala (la valoración de calidad de los factores ambientales se realiza en números enteros, mientras que el índice de impacto se representa con decimales), los valores del índice de impacto fueron convertidos a sus parámetros originales de Magnitud, Extensión y Duración, despejando la fórmula presentada por Bojorquez Tapia, y su promedio fue utilizado en los modelos para lograr la proyección al corto mediano y largo plazos.

Dada la severidad de los impactos y la diferente sensibilidad de los factores abióticos, flora y fauna hacia ellos, se atribuyeron fracciones diferentes del índice que se verían reducidos a partir de la respuesta natural del sistema, lo que forman parte de los supuestos de este modelo ya que resulta difícil poder aseverar a ciencia cierta qué proporción de los componentes ambientales afectados se recupera de manera natural a partir de un impacto. No obstante, permiten visualizar las tendencias de cambio de manera comparativa entre un escenario con y sin la aplicación de las medidas de

mitigación, lo que permite ver la importancia de realizar la mitigación de las obras de rectificación propuestas.

A continuación se ejemplifica una de las tablas de proyección del índice de impacto con los valores considerados en el modelo para uno de los sitios. Cabe señalar que cada sitio fue evaluado en materia de impacto ambiental de forma independiente, por lo que se realizó una tabla de cálculos y proyecciones particulares para cada sitio; no obstante solamente se presenta una de ellas a manera de ejemplo.

Ejemplo de la tabla de proyección en el tiempo del índice de impacto y su conversión a valores originales de magnitud, extensión y duración, que fueron promediados, a partir de la fórmula original de Bojorquez – Tapia 1998.

	VARIACIÓN EN EL TIEMPO ESTIMADA DEL INDICE DE IMPACTO BAJO DOS ESCENARIOS: CON Y SIN MITIGACIÓN		INDICE DE IMPACTO BOJORQUEZ			VALOR PROMEDIO DE M.E.D.			M= MAGNITUD, E=EXTENSION, D=DURACIÓN en la evaluación de la metodologia de Bojorquez
SITIO	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	supuestos del modelo de impactos
Sitio 1	PEOR DE LOS ESCENARIOS EN IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de baja resiliencia			operación en sistema de baja resiliencia			
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.654	-0.624	-0.605	-0.586	5.332	5.278	5.223	considerando que 1/8 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.685	-0.645	-0.620	-0.595	5.390	5.320	5.247	considerando que 1/6 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.762	-0.728	-0.706	-0.685	5.613	5.558	5.501	considerando que 1/7 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz sin mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	
	PEOR DE LOS ESCENARIOS EN IMPACTO SIN MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de alta resiliencia			operación en sistema de alta resiliencia			
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.654	-0.594	-0.560	-0.527	5.245	5.145	5.041	considerando que 1/6 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.685	-0.613	-0.573	-0.533	5.300	5.182	5.058	considerando que 1/5 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.762	-0.690	-0.650	-0.610	5.515	5.406	5.293	considerando que 1/5 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	
	ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de baja resiliencia			operación en sistema de baja resiliencia			
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.412	-0.364	-0.334	-0.304	4.456	4.330	4.196	considerando que 1/5 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.440	-0.380	-0.343	-0.305	4.521	4.367	4.201	considerando que 1/4 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.578	-0.518	-0.481	-0.443	5.013	4.889	4.758	considerando que 1/4 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	VALOR DEL ÍNDICE DE IMPACTO, DATOS LIGADOS A LA MODELACION CON PROYECTO	T0 actual (promedio matriz con mit)	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	Ti 5 años	Ti 10 años	Ti 20 años	
	ESCENARIO REAL DE IMPACTO CON MITIGACIÓN	prep sitio & constr	operación en sistema de alta resiliencia			operación en sistema de alta resiliencia			
	Promedio del índice de impacto en abióticos	-0.412	-0.292	-0.225	-0.159	4.140	3.798	3.379	considerando que 1/3 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en flora	-0.440	-0.260	-0.160	-0.060	3.984	3.389	2.446	considerando que 1/2 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo
	Promedio del índice de impacto en fauna	-0.578	-0.398	-0.298	-0.198	4.592	4.170	3.639	considerando que 1/2 del impacto se mitiga con la resiliencia natural del sistema en el tiempo

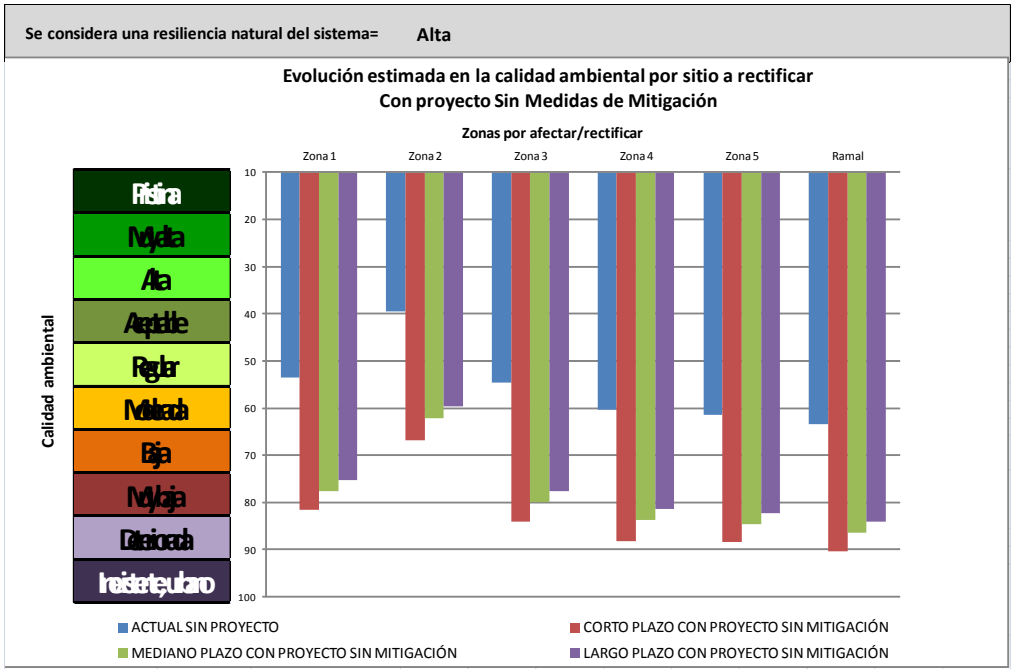
PROYECCIÓN DE LA TENDENCIA DE CAMBIO EN LA CALIDAD AMBIENTAL A PARTIR DE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO BAJO DOS ESCENARIOS: SIN Y CON LA APLICACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

La proyección con el proyecto debe realizarse sobre un escenario que de por si lleva una tasa natural de cambio, como resulta ser el escenario que se proyectó y presentó en el capítulo IV, donde se aprecia la tendencia a la disminución gradual en la calidad ambiental.

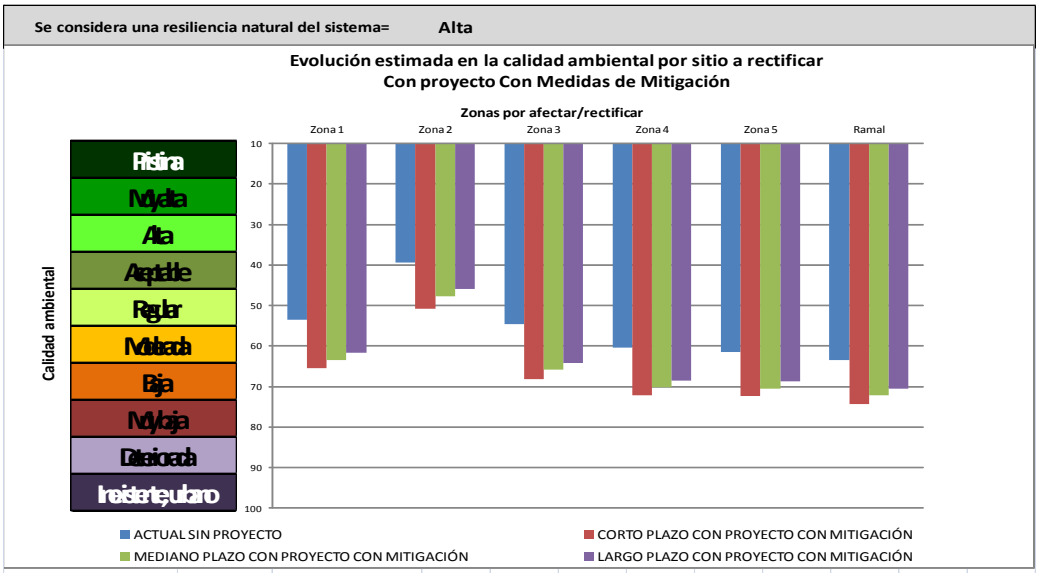
Sobre dichos modelos elaborados para cada componente ambiental de los tres factores, con el fin de proyectar el escenario con el proyecto sin y con las medidas de mitigación, se incluyeron los valores del índice de impacto ambiental esperado tendencialmente, a raíz de la recuperación del sitio por los procesos de resiliencia (valores estimados por el procedimiento que se presentó en la tabla anterior).

Como resultado de estas proyecciones se elaboraron dos gráficos comparativos que a continuación se muestran, y que forman parte del análisis presentado en el capítulo VII de este estudio:

Calidad ambiental estimada en cada sitio con la realización de las rectificaciones SIN la aplicación de medidas de mitigación

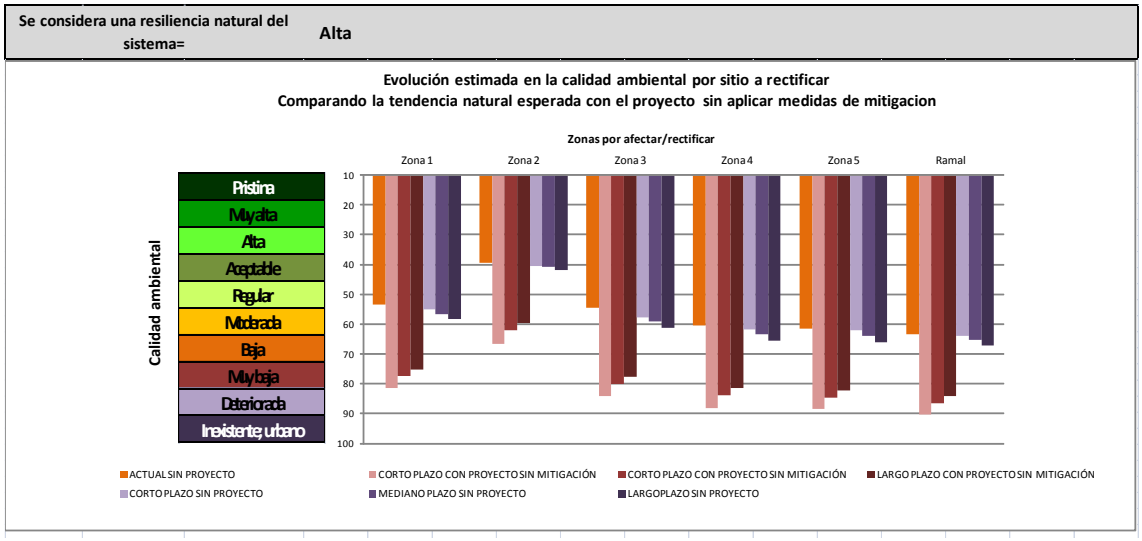


Calidad ambiental estimada en cada sitio con la realización de las rectificaciones CON la aplicación de medidas de mitigación



Como resultado final de esta modelación, analizando comparativamente ambas gráficas resulta evidente que el impacto al corto mediano y largo plazos del proyecto, con respecto al escenario actual y su tendencia de cambio, será considerablemente reducido al aplicar las medidas de mitigación, y que no se estima que los impactos generados impliquen una merma significativa en la calidad ambiental de cada sitio, sino solamente una ligeramente menor calidad que la que se esperaría sin el proyecto a lo largo del tiempo. En contra parte, si no se realizan las medidas de mitigación, los resultados de la modelación de forma comparativa muestran que sitios con calidad ambiental regular, pasarían a tener una calidad ambiental muy baja.

Finalmente haciendo un comparativo de la tendencia de cambio natural esperada en cada uno de los sitios donde se instalará la obra, con respecto a la que se estima se obtendría con la realización de las obras se presenta en las siguientes gráficas, en las que se ratifica lo anterior.



VIII.2. BIBLIOGRAFÍA

SAR

Begon, M., Harper, J. L., and Towsend, C. R. 1986. Ecology: individuals, populations and communities, 3rd edition. Blackwell Science Ltd, Oxford U. K. of Conservation and EnvironmentBegon, M., Harper, J. L., and Towsend, C. R. 1986. Ecology: individuals, populations and communities, 3rd edition. Blackwell Science Ltd, Oxford U. K. of Conservation and Environment.

Birkeland 1984. Soils and Geomorphology. Oxford University Press. U.K. pp. 233.

Foreman R.T., D. Sperling, J.A. Bissonette, A.P. Clevenger, C.D. Cutshall, V.H. Dale, L. Fahrig, R.France, C.R. Goldman, K. Heanue, J.A. Jones, F. J. Swanson, T. Turrentine, y T.C. Winter. 2003. Road Ecology: Science and Solutions. Island Press, Washington, D.C. USA. 481 p.

Medio Físico

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2001. Inestabilidad de laderas. Segunda edición. Serie Fascículos. México, Distrito Federal.

Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2006. Guía básica para la elaboración de Atlas estatales y municipales de peligros y riesgos. Serie: Atlas Nacional de Riesgos. México, Distrito Federal.

Carta Geológico Minera. Ciudad de México E14-2. Servicio Geológico Mexicano .México 2002.

Base Referencial Mundial del Recurso Suelo FAO-WRB. 2006. Informe sobre recursos mundiales de suelo No. 103. FAO. Roma.

Brady, N.C.1999. The nature propieties of soils. 10ª Ed. Mc Millan Publishing Company. New York.

Cuanalo, H. Manual para la descripción de perfiles de suelo en campo. Centro de Edafología, Chapingo, México 1981.

FAO, ISRIC & ISSS. 2000. World Reference base of soil resources. FAO, ISRIC & ISSS. Report on World Natural Resources No.84. Rome, Italy.

García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen, México, D.F.

Google Earth. [http://www.google.es/intl/es/earth/index.html] Consulta agosto octubre de 2013.

INEGI.1986. Síntesis geográfica del Estado de México. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

Lugo, H, J. I Hubp José I. 1989. Diccionario geomorfológico con equivalentes de los términos de uso más común en alemán, francés, inglés y ruso. México Universidad Nacional Autónoma de México.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. 2010. Zonas de riesgo y vulnerabilidad ambiental en barrancas de la delegación Álvaro obregón, Distrito Federal. Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.

Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial del D.F. 2010. Ocupación irregular y riesgo Socio-ambiental en barrancas de la Delegación Álvaro obregón, Distrito Federal. Delegación Cuauhtémoc, México, D.F.

Siebe, C. 2006. Manual para la descripción y evaluación ecológica de suelos en campo. 2ª edición. Sociedad mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo México.

USDA. Agosto 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo.

Cartografía:

- INEGI (2000) Carta Climática 1:250 000
- INEGI (2000) Carta Edafológica 1:250 000
- INEGI (2000) Carta Geológica 1:250 000
- INEGI (2000) Carta Hidrológica 1:250 000
- Inventario Nacional Forestal 2000
- Servicio Geológico Mexicano (2002) Carta Geológico Minera. Ciudad de México E14-2. 1:250 000

Vegetación

Aguilar, V. 2005. Especies invasoras: una amenaza para la biodiversidad y el hombre. Biodiversitas 60: 7-10.

Atmar, W., and B. D. Patterson. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. Oecologia 96:373–382.

Bolfor M. B., Fredericksen, T. S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia.

Canedo Castro, M. "Conservacion y recuperacion de barrancas del poniente de la Ciudad de Mexico." Instituto Nacional de Ecologia. http://www.ine.gob.mx/descargas/dgipea/pon_barranca_poniente_cd_mex.pdf

Ceballos. 2003. Ficha Informativa de los Humedales de Ramsar (FIR). 14 pp. http://ramsar.conanp.gob.mx/docs/sitios/FIR_RAMSAR/Estado_de_Mexico/Cienegas_de_Lerma/Ci%C3%A9negas%20de%20Lerma.pdf

Chen, J., Franklin, J. F. y Spies, T. A. 1992. Vegetation responses to edge environments in old-growth Douglas-Fir forests. *Ecological Applications* 2: 387-396.

Colón-Quezada, David. Composición de la dieta de otoño del pato mexicano (Anas diazi) en el vaso sur de las ciénegas del Lerma, Estado de México Revista Mexicana de Biodiversidad [en línea] 2009, 80 (Sin mes): [Fecha de consulta: 2 de septiembre de 2013]

Corominas, J. 2004. "Tipos de rotura en laderas y taludes". In Carlos López Jimeno (editor). Ingeniería del Terreno (Ingeo Ter 4). E.T.S. I. Minas – Universidad Politécnica de Madrid. Madrid. 447 pp.

Delgado, S.; Amarante, P.; Mariana Hill, M.; Salvo, L.; Clérici, C.; García Préchac, F.& Hernández, J. 2004. Efecto de la intensidad de laboreo sobre la implantación y crecimiento de *Eucalyptus grandis*. In: Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo (19o., Paraná, Entre Ríos). II Simposio Nacional sobre suelos vertisolicos. Entre Rios, Universidad Nacional de Entre Rios. pp. 306.

Durán García, R. 1195. Diversidad florística de los perenes de Campeche. Acta botánica Mexicana, núm. 31. Pp. 55-70.

Fernández G. F. 2002. Indicadores de biodiversidad: el estado actual de la investigación. En Ramírez L. (Ed.) Indicadores ambientales. Situación actual y perspectivas. Organismo Autónomo de Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente, Madrid. Pp. 265 – 294.

Fernández P. J.M., Morici. 2004. Ecología insular / Island Ecology. Asociación española de ecología terrestre (AEET)- Cabildo. INSULAR de la Palma. Pp 181-225.

Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas y Editorial Mundi-Prensa, México. Pp. 77-97.

Gascon, C., Williamson, G. B. y Da Fonseca, G. A. B. 2000. Receding forest edges and vanishing reserves. *Science* 288:1356-1358.

Gelbard, J. L., and J. Belnap. 2003. Roads as conduits for exotic plant invasions in a semiarid landscape. Conservation Biology 17:420–432.

González, M.F. 2004. Las comunidades vegetales de México. Propuesta para la unificación de la clasificación y nomenclatura de la vegetación de México. Segunda edición. Instituto Nacional de Ecología. 81p.

Halffter, G., J. Soberón, P. Koleff & A. Melic (eds.). 2005. Sobre la diversidad biológica: El significado de las diversidades alfa, beta y gama. En: Monografías tercer milenio. V 4. Pp. 1-242.

Hanski, I. 1999. Metapopulation dynamics. –Natura 396: 41 – 49.

Hanski, I., 1998. Connecting the parameters of local extinction and metapopulation dynamics. Oikos 83, 390–396.

Harris, L. D. 1988. Edge effects and conservation of biotic diversity. *Conservation Biology* 2: 330-332.

Hobbs, RJ; Wilson, AM. 1998. Corridors: theory, practice and achievement of conservation objetives. In Dover, JW; Bunce, RGH. (eds.). Key concepts in landscape ecology. Proceedings of the 1998 European Congress of the International Association for Landscape Ecology (IALE), held at Myerscough College 3rd-5th September 1998. Preston, UK, IALE. p. 265-79.

INEGI. 2009. Guía para la interpretación de cartografía uso del suelo y vegetación, escala 1: 250 000, serie III. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. México. 74 p.

Kapos, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. Journal of Tropical Ecology 5: 173-185.

Kapos, V., E. Wandelli, J.L. Camargo y G. Ganade. 1997. Edge-related changes in environment y plant responses due to forest fragmentation in Central Amazonia. Pp. 33-44. En: W. F. Lawerence y O. Bierregaard Jr. (eds.). Tropical Forest Remnants: Ecology, management y conservation of fragmented communities. University of Chicago Press. EE.UU.

Krebs, C.J. 1989. Ecological Methodology. Harper Collins.

Levins, R. 1969. Some demographic and genetic consequences of environmental heterogeneity for biological control. Bulletin of the Entomological Society of America 15:237–240.

Lovejoy, T.E., R.O. Bierregaard, A.B. Rylands, J.R. Malcolm, C.E. Quintinela, L.E. Harper, K.S. Brown Jr., A.H. Powell, H.O.R. Shubart y M.B. Hays. 1986. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. Pp. 257-285. En: M. E. Soulé (ed.). Conservation biology: the science of scarcity y diversity. Sinauer Associates, Sunderland, EE.UU.

Mabberley, 1987. The plant-book. A portable dictionary of the higher plants. Cambridge University Press. Primera edición. 706 p.

MacArthur, R.H. & Wilson, E.O. (1967) The theory of island biogeography. Princeton University Press, New Jersey.

Matteucci, A & A. Colma. 1988. Metodología para el estudio de la vegetación. Monografía núm. 22. Serie de biología. OEA.

McGarigal, K and B. J. Marks. 1994. Fragstats: Spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. http//www.umass.edu/landeco/research/ fragstats/ fragstats.html

Millán López, Javier Antonio. Guía ambiental para evitar, corregir y compensar los impactos de las acciones de reducción y prevención de riesgos en el nivel municipal. Bogotá, Molde Graficas Ltda., 2005. 105p. (Esta guía ha sido formulada con el apoyo técnico del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo territorial y El Departamento Nacional de Planeación).

Mills, L. S. 1995. Edge effects and isolation: Red-Backed voles on forest remnants. *Conservation Biology* 9: 395-402.

Miranda, F., y E. Hernández X. 1963. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Boletín de la Sociedad Botánica de México 28:29-179.

Molina-Freaner, F. 2012. Bosques de cactos y magueyes: murciélagos nectarívoros del noroeste de México. OIKOS No. 6: 14-16.

Murcia, C. 1995. "Edge effects in fragmented forest: implications for conervation". Tree, 10(2). Pp. 58-62.

O'NEIL, R; Mugglestone, P. e Anger, L. 1992. *American dimensions (intermediate)*. Essex: Longman.

Parendes, L.A., Jones, J.A., 2000. Role of light availability and dispersal in exotic plant invasion along roads and streamsin the H. J. Andrews Experimental Forest, Oregon. Conservation Biology 14, 64–75.

Rosete Verges, Fernando Antonio; Perez Damian, José Luis y Bocco, Gerardo. Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Invest. Geog* [online]. 2008, n.67, pp. 39-58. ISSN 0188-4611.

Rzedowski, J. (1972). Contribuciones a la fitogeografía florística e histórica de México. III. Algunas tendencias en la distribución geográfica y ecológica de las Compositae mexicanas. Ciencia (México) 27(4-5):123-132.

Rzedowski, J. (1973). Geographical relations of the flora of Mexican dry regions. En: Graham, A. (Edr.). Vegetation and vegetational history of northern Latin American.Elsevier, Amsterdam, pp. 61-72.

Saunders, D.A., R.J. Hobbs y C.R. Margules. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. Conservation Biology 5: 118-32.

Simberloff, D. 1997. Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era? Biological Conservation 83:247-257.

Tyser, Robin W. and C. A. Worley. 1992. Alien flora in grasslands adjacent to road and trail corridors in Glacier National Park, Montana (U.S.A.). Cons. Biol. 6:253-261.

Williams, G., 1991. "Los bordes de selvas y bosques". Ciencia y desarrollo, 17(97). Pp. 65-71.

Zepeda, C. y A. Lot. 2005. Distribución y uso tradicional de Sagittaria macrophylla Zucc. y S. latifolia Willd en el Estado de México. Ciencia ergo sum (12–3):282–290.

Zepeda-Gómez, Carmen, Lot-Helgueras, Antonio, Nemiga, Xanat Antonio, Madrigal-Uribe, Delfino. Florística y diversidad de Las Ciénegas del Río Lerma Estado de México, México Acta Botánica Mexicana [en línea] 2012, (Enero-Sin mes): [Fecha de consulta: 2 de septiembre de 2013].

FAUNA

Ambuel B. y S. A. Temple. 1983. Area-dependent changues in the bird communities and vegetation the southern Wisconsin forests. Ecology 64: 1057-1068.

Aranda M. 2000. Huellas y otros rastros de los mamíferos grandes y medianos de México. Conabio, Instituto de Ecología A.C. 212 pp.

Arita, H. T. 1993. Diversidad de mamíferos terrestres. Ciencias. 7: 13-22.

Brower J. E., J. M. Zar y C. N. Von Ende. 1990. Field and laboratory methods for General Ecology. WCB publ., Washington, 237 pp.

Casas-Andreu G y Aguilar-Miguel X. 2005. Herpetofauna del parque Sierra de Nanchititla, Estado de México, México. Lista, Distribución y Conservación. Ciencia Ergo Sumk 12:44-53.

Ceballos G. G. y C. Galindo-Leal 1984. Mamíferos silvestres de la Cuenca de México. Ed. Limusa.México D. F. 299 pp.

Cervantes, F. A., R. C. Castro y B. Villa-Ramírez. 1995. Tres mamíferos en peligro de extinción. Ciencia y Desarrollo. 121:48-52.

Chávez c y Ceballos g. 1998. Diversidad y estado de conservación de los mamíferos del Estado de México.

Revista mexicana de mastozoología 3:113-134.

Collingham Y. C. y B. Huntley. 2000. Impacts of habitat fragmentation and patch size upon migration rates. Ecological Applications 10:131-144.

Elbroch M. 2003. Mammal Tracks & Sign: A Guide to North American Species. Stackpole Books. Pennsylvania. 794 pp.

Estrada A. y R. Cortés-Estrada. 1994. La selva de Los Tuxtlas, Veracruz: ¿Islas de supervivencia de la fauna silvestre. Ciencia y Desarrollo 116: 50-61.

Flores, V. O. 1993. Riqueza de anfibios y reptiles. Ciencias. 7: 33-42.

http://www.youtube.com/watch?v=b4navn5li64&feature=player_embedded