



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

**DIRECCION GENERAL DE**  
IMPACTO Y RIESGO  
**AMBIENTAL**

***“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+00 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”***



**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO  
AMBIENTAL MODALIDAD  
REGIONAL**

Julio 2020

## ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
<b>I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.</b>	4
I.1 Datos generales del proyecto.	4
I.1.1 Nombre del proyecto.	4
I.1.2 Ubicación del proyecto.	4
I.1.3 Duración del proyecto.	6
I.2 Datos generales del promovente.	6
I.2.1 Nombre o razón social.	6
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente.	6
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.	6
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.	6
I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio.	6
<b>II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.</b>	7
II.1 Información general del proyecto.	7
II.1.1 Naturaleza del proyecto.	7
II.1.2 Justificación.	8
II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.	10
II.1.4 Inversión requerida.	15
II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.	15
II.2.1 Programa de trabajo.	15
II.2.1.1. Descripción de obras y actividades principales del proyecto.	15
II.2.1.2. Superficie total requerida.	17
II.2.1.3. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas.	24
II.2.1.4. Descripción de los servicios requeridos.	25
II.2.1.5. Estudios de campo y gabinete.	26
II.2.2 Representación gráfica regional.	26
II.2.2.1. Ordenamiento Ecológico Territorial.	28
II.2.2.2. Área Natural Protegida y otras áreas de atención prioritaria.	29
II.2.2.3. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.	30
II.2.3 Representación gráfica local.	32
II.2.3.1. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.	33
II.2.3.2. Situación legal del predio y tipo de propiedad.	37

## ÍNDICE

	<i>Pág.</i>
II.2.3.3. Urbanización del área	37
II.2.4 Preparación del sitio.	38
II.2.5 Construcción	44
II.2.6 Operación y mantenimiento.	56
II.2.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.	59
II.2.8 Residuos.	59
II.2.9 Generación de gases efecto invernadero.	61
II.2.9.1 Por etapa del proyecto.	61
<b>III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.</b>	<b>63</b>
III.1 Ordenamiento Ecológico Territorial estado de Hidalgo.	63
III.2 Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU).	82
III.3 Normas Oficiales Mexicanas	84
III.4 Leyes y Reglamentos.	86
<b>IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.</b>	<b>97</b>
IV.1 Delimitación y justificación del sistema ambiental regional (SAR) donde pretende establecerse el proyecto.	97 105
IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.	105
IV.2.1. Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.	105
IV.2.1.1 Medio abiótico.	105
IV.2.1.2 Medio biótico.	177
IV.2.1.3 Medio socioeconómico.	395
IV.2.1.4 Paisaje	430
IV.3 Diagnóstico ambiental	436
<b>V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL</b>	<b>451</b>
V.1 Identificación de impactos.	451
V.1.1 Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.	454
V.2 Caracterización de los impactos.	466
V.3 Valoración de los impactos.	472
V.4 Impactos residuales.	497
V.5 Impactos acumulativos.	497
V.6 Conclusiones.	499

<b>ÍNDICE</b>		<i>Pág.</i>
<b>VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL</b>		503
VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental		503
VI.2. Programa de vigilancia ambiental		522
VI.3. Seguimiento y control (monitoreo)		528
VI.4 Información necesaria para la fijación de montos para fianzas		530
<b>VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.</b>		531
VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.		532
VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.		535
VII.3. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.		537
VII.4. Pronóstico ambiental.		539
VII.5. Evaluación de alternativas.		540
VII.6. Conclusiones		541
<b>VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</b>		544
VIII.1 Glosario de términos.		544
VIII.2 Bibliografía		548
VIII.3 Fotografías		549
VIII.4 Mapas		549

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

### I.1 Datos generales del proyecto.

#### I.1.1 Nombre del proyecto.

“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”.

#### I.1.2 Ubicación del proyecto.

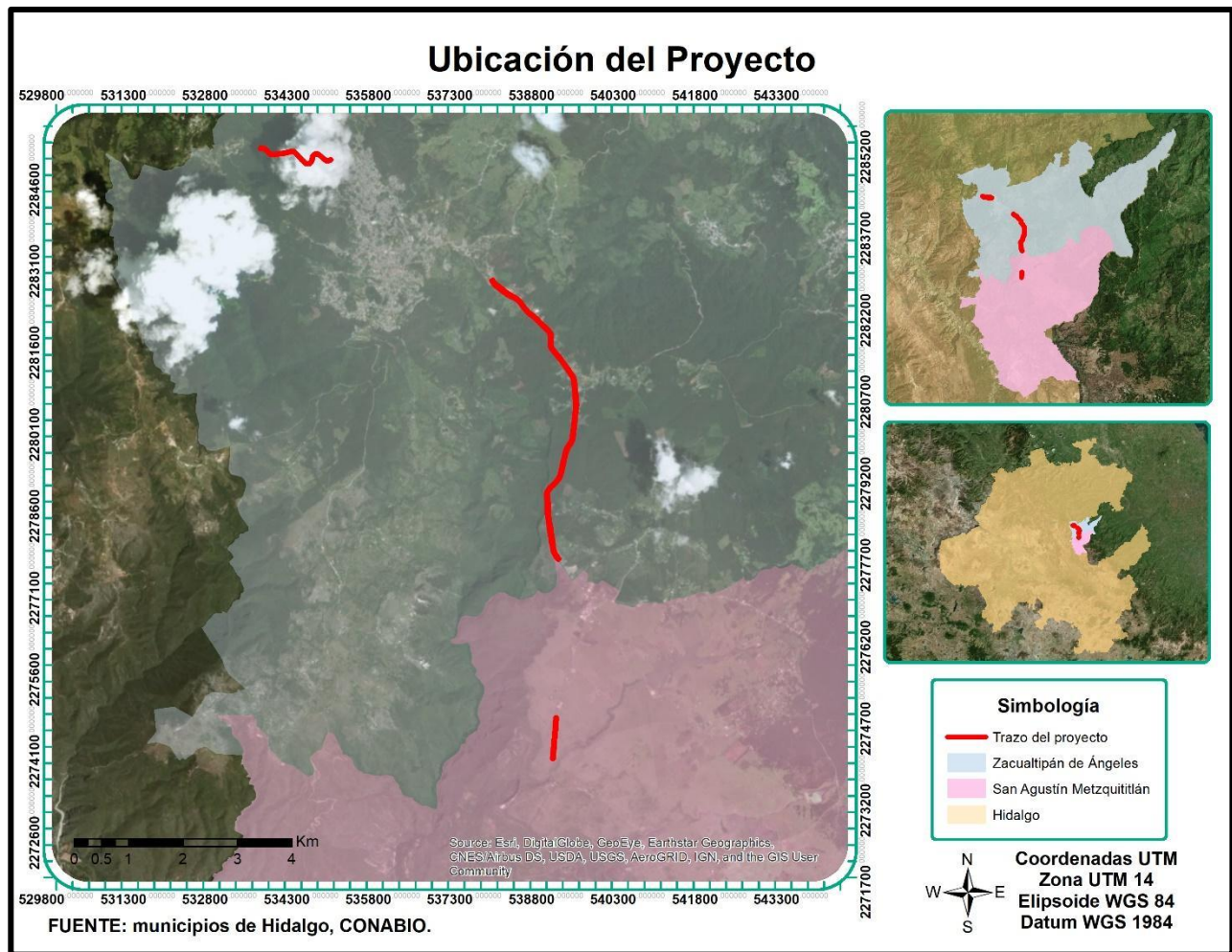


Figura I.1 Ubicación del proyecto.

El proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y Agustín Metzquititlán, en el estado de Hidalgo.

El primer subtramo, del km 85+000 al km 85+760, tiene una longitud de 760 metros, la localidad más cercana es El Banco, San Agustín Tlaxiaca, cuyas coordenadas UTM extremas de inicio y fin que se muestran a continuación.

**Tabla 1.1 Coordenadas UTM extremas del primer subtramo km 85+000 al km 85+760.**

CADENAMIENTO	X	Y
85+000	538923.17	2273882.51
85+760	538984.06	2274640.07

El segundo subtramo, del km 89+000 al km 94+920, tiene una distancia de 5,920 metros, en las cercanías del subtramo están las localidades La Obsidiana, El Enzuelado y La Mojenera, a continuación, se muestran las coordenadas UTM extremas de inicio y fin del subtramo.

**Tabla 1.2 Coordenadas UTM extremas del segundo subtramo km 89+000 al km 94+920.**

CADENAMIENTO	X	Y
89+000	539026.19	2277552.37
94+920	537805.20	2282681.14

El tercer subtramo, del km 98+980 al km 100+560, tiene una longitud de 1,580 metros, cercano al subtramo encontramos las localidades de Los Pinos y Benito Juárez, ambas de Zacualtipán de Ángeles, a continuación, se muestran las coordenadas extremas de inicio y fin del subtramo.

**Tabla 1.3 Coordenadas UTM extremas del tercer subtramo km 98+980 al km 100+560.**

CADENAMIENTO	X	Y
98+980	534798.34	2284871.15
100+560	533549.59	2285105.07

### **I.1.3 Duración del proyecto**

Se anexa diagrama de Gantt, en donde incluye el tiempo de realización de todas las etapas.

## **I.2 Datos generales del promovente**

### **I.2.1 Nombre o razón social**

Gobierno del Estado de Hidalgo.  
Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial.

### **I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del promovente**

GEH690116NV7

### **I.2.3 Nombre y cargo del representante legal**

██  
Director General de Estudios y Proyectos de la Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial del Gobierno del Estado de Hidalgo.

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

Carretera México-Pachuca, Km. 87.5.  
Edificio II-B del Ex Centro Minero Nacional.  
Secretaría de Obras Públicas y Ordenamiento Territorial.  
Estado: Hidalgo.  
Municipio: Pachuca de Soto.  
Ciudad: Pachuca de Soto.  
C.P.: 42080.  
Teléfono: (771) 7178000 Ext. 8623.

### **I.2.5 Nombre del responsable técnico del estudio**

██  
██  
██  
██.



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

### **II.1 Información general del proyecto.**

En los siguientes apartados se describe la información general del proyecto.

#### **II.1.1 Naturaleza del proyecto.**

El proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo.

Este proyecto consiste en la ampliación y modernización de la Carretera Federal México 105, Pachuca-Huejutla, lo cual permitirá agilizar el tránsito vial y así enlazar localidades y sitios de interés para el sector, social, educativo y económico, no solo para los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, también de los diferentes municipios aledaños que conectan a la Huasteca hidalguense, ya que es parte de la planeación del Desarrollo Urbano y el Ordenamiento Territorial del estado de Hidalgo, además, con el fin de cumplir con los objetivos de conectividad del Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Zacualtipán de Ángeles, el proyecto agiliza los accesos hacia el municipio de Zacualtipán de Ángeles, beneficiando directamente al municipio, tal como se describe en el capítulo 3 del presente documento.

El desarrollo de este proyecto plantea la ampliación y modernización, lo cual involucra cortes, preparación de terracerías, riegos asfálticos, etc.

El tipo de camino carretero para los subtramos a modernizar es del km 85+000 al km 85+760 y del km 89+000 al km 94+920 de tipo “A4”, y para el tramo del km 98+980 al km 100+560 corresponde un camino carretero tipo “C”. Por lo anterior, se manejarán dos tipos de ancho de corona, para el camino carretero tipo “A4” será de 22 m, mientras que para el camino carretero tipo “C” será de 12 m.

El camino carretero tipo “A4” contará con 4 carriles de 3.5 m, divididos en dos sentidos de circulación, además de acotamientos de 2.5 m de cada lado y un camellón central de 3.0 m, esto en los subtramos que corresponden del km 85+000 al km 85+760 y del km 89+000 al km 94+920. Por otro lado, el camino carretero de tipo “C”, subtramo que

corresponde del km 98+980 al km 100+560, cuenta con 2 carriles de 3.5, divididos en dos sentidos de circulación, cabe resaltar que la ampliación será únicamente por acotamientos de 2.5 m de cada lado del camino. Además, se contempla la renovación de carpeta asfáltica, colocando señalización adecuada, mejorando las obras de drenaje, modificando los alineamientos tanto horizontal como vertical, de manera que cumpla, con las especificaciones geométricas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La definición del proyecto se apoyará con una poligonal proyectada de acuerdo a las condiciones topográficas existentes en la zona.

## **II.1.2 Justificación.**

### **Sector socioeconómico.**

Con el objetivo de modernizar y hacer más eficiente la red carretera, así como para dotar al estado de la infraestructura apropiada, el Gobierno del Estado de Hidalgo ha decidido ampliar y modernizar estos 8,260 metros lineales, para que cumpla con las características técnicas y geométricas adecuadas para el tránsito circulante por esta zona; además, con la realización de este proyecto se garantizará la adecuada comunicación de las localidades existentes en la región.

Es importante la realización de este proyecto debido a que las características geométricas de la vialidad actual son insuficientes, por lo que no soportan tránsitos elevados y diferentes tipos de vehículo, esto debido a que esta carretera es una de las más transitadas del estado de Hidalgo, ya que comunica la zona de la Huasteca con la capital del estado y además es utilizada por todo tipo de vehículos, entre ellos el transporte pesado que llega a entorpecer la fluidez de la circulación, aumentando los tiempos de recorrido. Es por ello, que se hace necesario mejorar los tiempos de traslado, agilizar el flujo vehicular, así como garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios de la carretera, en el subtramo que pertenece al municipio de Zacualtipán de Ángeles y San Agustín Metzquititlán y con ello beneficiar a las localidades aledañas de la región; proporcionando vías de comunicación que les permitan generar un desarrollo económico, social y cultural.

El desarrollo económico y social de una región está estrechamente relacionado con la condición o el estado de los sistemas carreteros. Las distintas regiones crecen tanto en el ámbito cultural, como social y económico, en la medida en que existe mayor posibilidad de comunicarse y trasladarse.

Los beneficios atribuibles a un proyecto carretero, se distinguen por la reducción de los costos de de gastos vehiculares de los usuarios, como el tiempo de viaje y los costos de operación vehicular (costos de combustible, lubricantes, desgaste del vehículo, entre otros), y la reducción de costos de accidentes.

El tener una carretera mejorada permite a los usuarios viajar a una mayor velocidad y llegar a su destino en un menor tiempo. De igual forma, los costos de operación vehicular dependen de las condiciones físicas y geométricas de la carretera, así como del flujo vehicular. La ampliación de una vía permite que el flujo vehicular circule con una mayor libertad, reduciendo el consumo de combustible y lubricantes.

### **Sector jurídico.**

Para el caso de este proyecto la obra o actividad que recae es la del sector de vías generales de comunicación, pues la actividad a realizar es la ampliación y modernización de una carretera ya existente, misma que se encuentra en operación desde antes de 1988, por lo que se considera que la construcción de este camino, antecede a la publicación de la Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) en el Diario Oficial de la Federación; derivado de lo anterior y considerando lo establecido en el artículo 14 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que menciona “A ninguna ley se dará efecto retroactivo en perjuicio de persona alguna”, se concluye que el camino en cuestión no necesitó previa autorización por parte de SEMARNAT.

De acuerdo con la **Ley general del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente** publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998 (última reforma publicada el 5 de junio de 2018), En el **Título Primero Disposiciones Generales, Capítulo IV Instrumentos de la Política Ambiental, Sección V Evaluación del Impacto Ambiental**, se especifica que:

***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*

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, publicada en el Diario Oficial de Federación el 30 de mayo de 2000 (última reforma publicada el 31 de octubre de 2014) señala lo siguiente:

*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 [...].*

*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 [...].*

En este caso, la obra o actividad es de vías generales de comunicación, pues la actividad a realizar es la de una ampliación y modernización de un camino carretero.

### **Sector ambiental.**

Los responsables del proyecto comprenden y entienden la importancia de la perspectiva ambiental en el proceso de desarrollo de la obra, lo que significa reconocer que existe una relación muy íntima en dos direcciones entre cada una de las acciones que comprenden las etapas del proyecto (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento) y cada atributo de los factores del medio físico: fisicoquímico, ecológico y socioeconómico.

### **II.1.3 Ubicación física y dimensiones del proyecto.**

El sitio donde se realizará la construcción del proyecto Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000

al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo. Los subtramos sujetos a Manifestación de Impacto Ambiental tienen una longitud de 8,260 metros.

Las coordenadas UTM extremas del trazo del proyecto se muestran a continuación:

**Tabla 2.1 Coordenadas UTM del subtramo uno del proyecto.**

CADENAMIENTO	X	Y
85+000	538923.17	2273882.51
85+100	538931.18	2273982.22
85+200	538939.19	2274081.87
85+300	538947.21	2274181.63
85+400	538955.21	2274281.22
85+500	538963.23	2274380.93
85+600	538971.26	2274480.89
85+700	538979.25	2274580.32
85+760	538984.06	2274640.07

**Tabla 2.2 Coordenadas UTM del subtramo dos del proyecto.**

CADENAMIENTO	X	Y
89+000	539026.23	2277552.31
89+100	538967.17	2277633.11
89+200	538931.93	2277725.87
89+300	538915.79	2277824.56
89+400	538901.48	2277923.65
89+500	538886.47	2278022.45
89+600	538871.42	2278121.50
89+700	538857.02	2278220.30
89+800	538841.48	2278319.16
89+900	538830.49	2278418.37
90+000	538830.85	2278518.37
90+100	538826.53	2278617.92
90+200	538814.58	2278717.24
90+300	538836.97	2278813.29
90+400	538902.46	2278888.37
90+500	538973.01	2278959.24
90+600	539034.65	2279037.23
90+700	539070.14	2279130.51
90+800	539093.35	2279228.03

CADENAMIENTO	X	Y
90+900	539116.20	2279325.27
91+000	539139.08	2279422.68
91+100	539162.21	2279520.04
91+200	539201.32	2279611.63
91+300	539256.50	2279695.02
91+400	539287.29	2279789.32
91+500	539298.83	2279888.60
91+600	539310.01	2279987.95
91+700	539321.20	2280087.39
91+800	539332.39	2280186.78
91+900	539343.58	2280286.22
92+000	539351.52	2280385.86
92+100	539344.97	2280485.47
92+200	539335.53	2280585.08
92+300	539326.09	2280684.73
92+400	539316.59	2280784.13
92+500	539295.78	2280881.59
92+600	539246.05	2280968.04
92+700	539188.48	2281049.87
92+800	539130.92	2281131.64
92+900	539073.19	2281213.42
93+000	539011.26	2281291.68
93+100	538946.07	2281367.56
93+200	538891.58	2281450.85
93+300	538884.64	2281549.59
93+400	538888.31	2281649.30
93+500	538846.09	2281738.26
93+600	538775.89	2281809.47
93+700	538704.75	2281879.70
93+800	538633.48	2281950.04
93+900	538560.08	2282017.75
94+000	538479.22	2282076.04
94+100	538413.67	2282151.43
94+200	538352.39	2282230.51
94+300	538288.13	2282307.07
94+400	538206.01	2282363.14
94+500	538116.51	2282407.99

CADENAMIENTO	X	Y
94+600	538033.56	2282463.54
94+700	537955.20	2282525.50
94+800	537876.91	2282587.70
94+900	537813.08	2282662.87
94+920	537805.20	2282681.14

**Tabla 2.3 Coordenadas UTM del subtramo tres del proyecto.**

CADENAMIENTO	X	Y
98+980	534798.34	2284871.15
99+000	534779.29	2284870.54
99+100	534695.38	2284920.89
99+200	534618.79	2284985.04
99+300	534526.88	2284971.29
99+400	534493.81	2284878.28
99+500	534426.62	2284813.54
99+600	534342.03	2284857.49
99+700	534273.68	2284930.49
99+800	534205.33	2285003.48
99+900	534117.04	2285040.49
100+000	534020.26	2285015.47
100+100	533921.79	2284999.12
100+200	533822.41	2284988.01
100+300	533724.79	2284995.38
100+400	533656.89	2285067.86
100+500	533564.84	2285101.25
100+560	533549.08	2285103.46

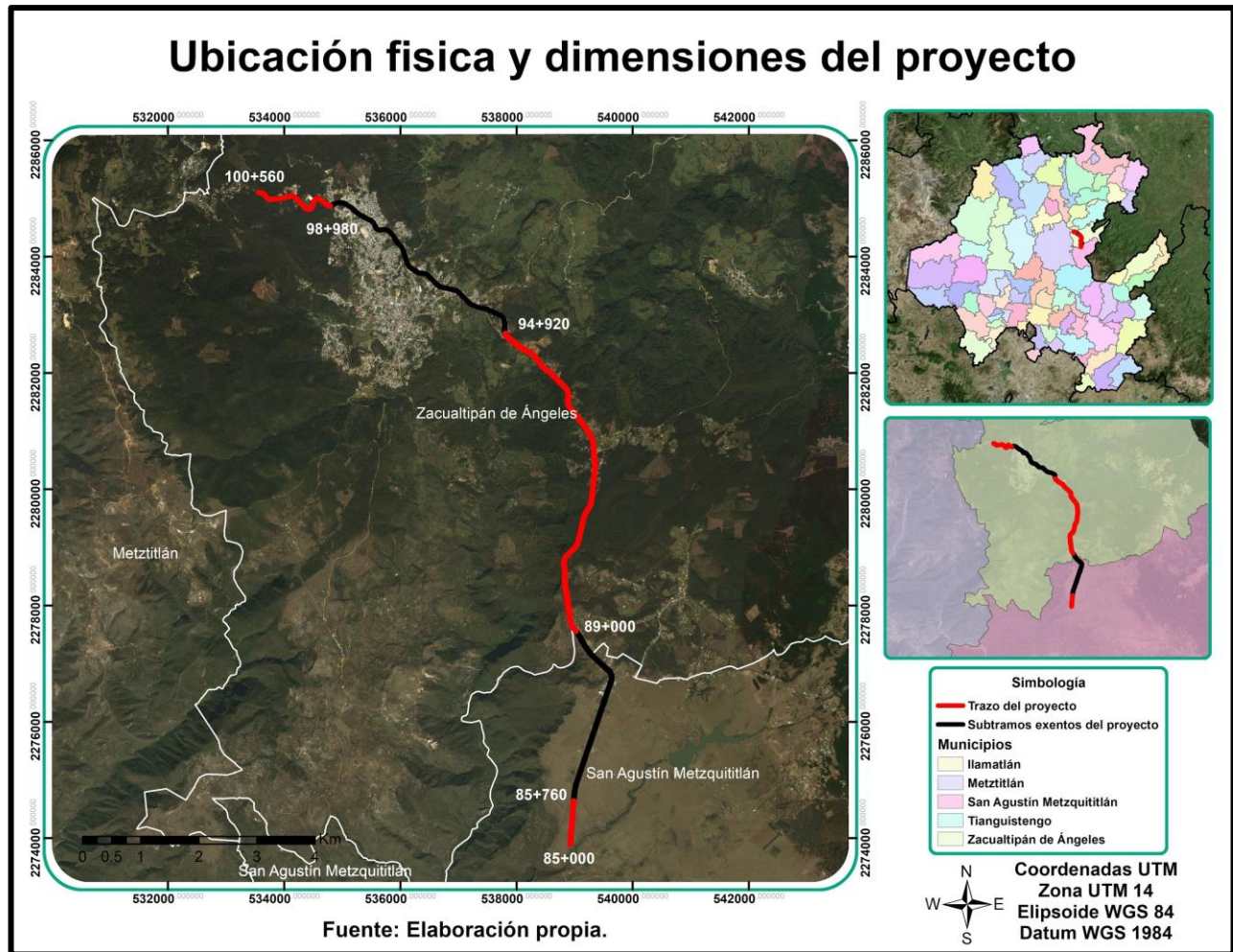


Figura 2.1 Ubicación física y dimensiones del proyecto.

Se anexan las coordenadas detalladas de cada uno de los subtramos que se evalúan en la presente Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional (ANEXO I).

La superficie requerida para la ampliación y modernización del proyecto es de 22.61 Ha, la cual se ubica sobre la carretera federal 105 Pachuca - Huejutla ya existente, por lo que, la superficie considerada a afectar es de 16.83 Ha. De acuerdo con la carta de uso de suelo y de la vegetación y a la visita de campo al área del proyecto, los diferentes usos de suelo actuales son: asentamientos humanos, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, como se describe de manera más específica en el capítulo IV del presente estudio.



## II.1.4 Inversión requerida

El costo del proyecto es de aproximadamente 423.5 MDP; los recursos serán 100% federales.

## II.2 Características particulares del proyecto, plan o programa.

En los siguientes puntos se describen las características particulares del proyecto.

### II.2.1 Programa de trabajo.

El programa general de trabajo está comprendido en tres etapas: Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento. Se anexa diagrama de Gantt (ANEXO II) en el que se incluyen las etapas ya mencionadas.

#### II.2.1.1. Descripción de obras y actividades principales del proyecto.

Este proyecto consiste en la ampliación de la Carretera Federal México 105, Pachuca-Huejutla, los subtramos a modernizar son del km 85+000 al km 85+760 y del km 89+000 al km 94+920 a un camino de tipo “A4”, y para el tramo del km 98+980 al km 100+560 corresponde un camino carretero tipo “C”. Por lo anterior, se manejarán dos tipos de ancho de corona, para el camino carretero tipo “A4” será de 22.0 m, mientras que para el camino carretero tipo “C” será de 12.0 m.

**Tabla 2.4 Caracterización de las obras y actividades por tipo de vía de comunicación.**

TIPO DE VÍA DE COMUNICACIÓN	INFORMACIÓN	
Carretera	1. Características generales. Longitud total: 8,260 m. de los cuales:	
	6,680 metros son carretera tipo A4	1,580 metros son carretera tipo C
	a) Ancho de calzada: 7 m por sentido. b) Ancho de corona: 22.0 m. c) Área de afectación (ampliación y modernización): 16.10 ha. d) Área de construcción: 10.02 ha. e) Velocidad de proyecto: 90 km/h. f) Espesor de carpeta: 0.07 m. g) Pendiente máxima: 6.0 %. h) Curvatura máxima: 7.5°	a) Ancho de calzada: 3.5 m por sentido. b) Ancho de corona: 12.0 m. c) Área de afectación (ampliación y modernización): 0.73 ha. d) Área de construcción: .79 ha. e) Velocidad de proyecto: 60 km/h. f) Espesor de carpeta: 0.07 m. g) Pendiente máxima: 8.0 %. h) Curvatura máxima: 60°

TIPO DE VÍA DE COMUNICACIÓN	INFORMACIÓN	
	2. Parámetros de operación.	
	a) Capacidad operativa: DPA de 8,460 vehículos. b) Tipo de vehículos (carga, particular, pasajeros): Tipo A y B	a) Capacidad operativa: DPA de 580 vehículos. b) Tipo de vehículos (carga, particular, pasajeros): Tipo A y B
	3. Infraestructura adicional.	
	3.1 Intersecciones.	
	a) Áreas de maniobra: Ninguna. b) Elementos para el proyecto en una intersección: No presenta. c) Entronques a nivel: No presenta. d) Entronques a desnivel: Ninguno. e) Pasos a nivel: Ninguno. f) Pasos a desnivel: Ninguno. g) Pasos inferiores: Ninguno. h) Pasos superiores: Ninguno. i) Pasos vehiculares: Ninguno. j) Pasos para ferrocarril: Ninguno.	
3.2 Servicios complementarios y accesos.		
a) Servicios: El agua requerida para llevar a cabo las diferentes actividades de la etapa de construcción y la necesaria para construir las obras de drenaje menor, será transportada en pipas desde las poblaciones más cercanas al área del proyecto. El servicio de luz eléctrica será proporcionado por la planta generadora de luz, propiedad de la compañía constructora, la cual funciona a partir de gasolina y contará con reflectores de 500 watts cada uno. b) Instalaciones marginales: Ninguna. c) Accesos: No aplica. d) Estacionamientos: Ninguno. e) Paraderos de autobuses: No se contemplan. f) Zonas de descanso: Ninguna. g) Sanitarios: Sí, letrinas portátiles. h) Estaciones de servicio de combustibles: No se contemplan. i) Rampas de emergencia: No se contemplan. j) Letreros y señalizaciones: Si se contemplan en el proyecto. k) Casetas: No se contemplan. l) Otros servicios auxiliares para la operación: Ninguno.		
3.3 Obras especiales.		
a) Obras de drenaje: Sólo se contemplan obras de drenaje menor. b) Pasos peatonales, vehiculares, de ganado: Sí se contemplan; en las intersecciones a las localidades. c) Canales: No se contemplan cruces de canales de agua residual o pluvial. d) Cruces con instalaciones (Pemex, CFE, Telmex, etc.): Ninguna		
4. Túneles		
a) El proyecto no contempla la construcción de túneles.		

### II.2.1.2 Superficie total requerida.

El proyecto consiste en la ampliación y modernización de la Carretera Federal México 105 Pachuca - Huejutla, a lo largo de tres subtramos carreteros, conformando una extensión total 8,260 metros; cada subtramo tendrá las siguientes características:

- Primer subtramo, del kilómetro 85+000 al kilómetro 85+760, con una longitud de 760 metros, camino Tipo “A4” con ancho de corona de 22.0 m.
- Segundo subtramo, del kilómetro 89+000 al kilómetro 94+920, con una longitud de 5,920 metros, camino Tipo “A4” con ancho de corona de 22.0 m.
- Tercer subtramo, del kilómetro 98+980 al kilómetro 100+560, con una longitud de 1,580 metros, camino Tipo “C” con ancho de corona de 12.0 m.

El proyecto contempla además la construcción de obras complementarias como cunetas, lavaderos, contracunetas, bordillos, protección de terraplenes, camellón central, obras de drenaje menor y señalización a lo largo de los subtramos.

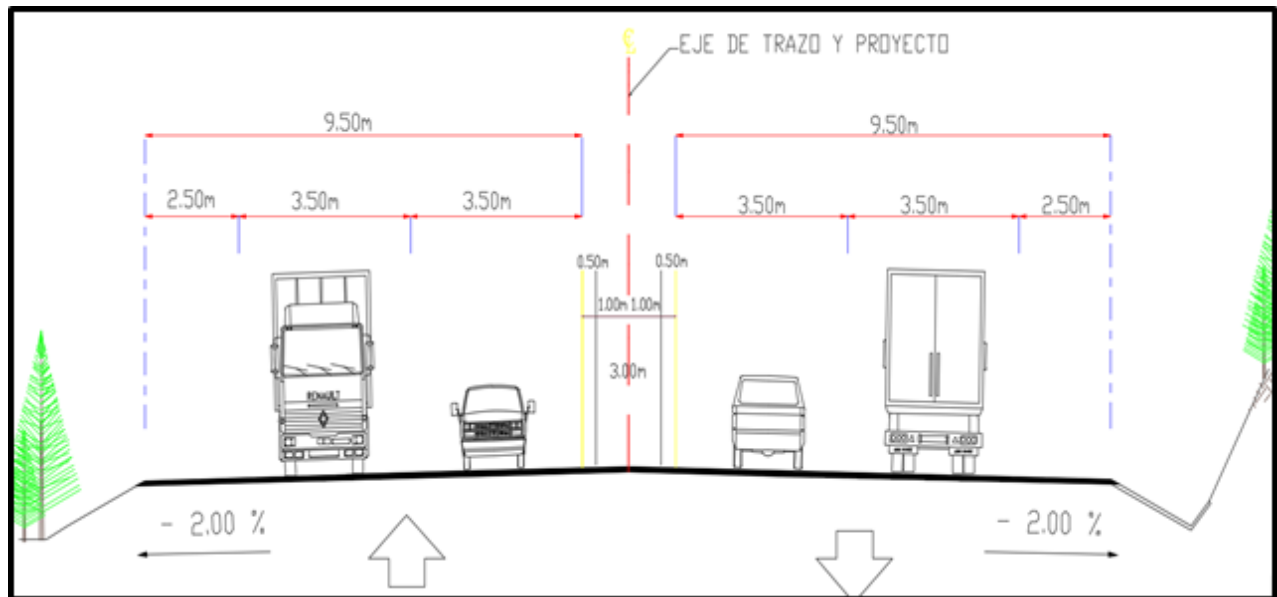


Figura 1.3 Ancho de corona (vialidad y acotamiento) carretera A4

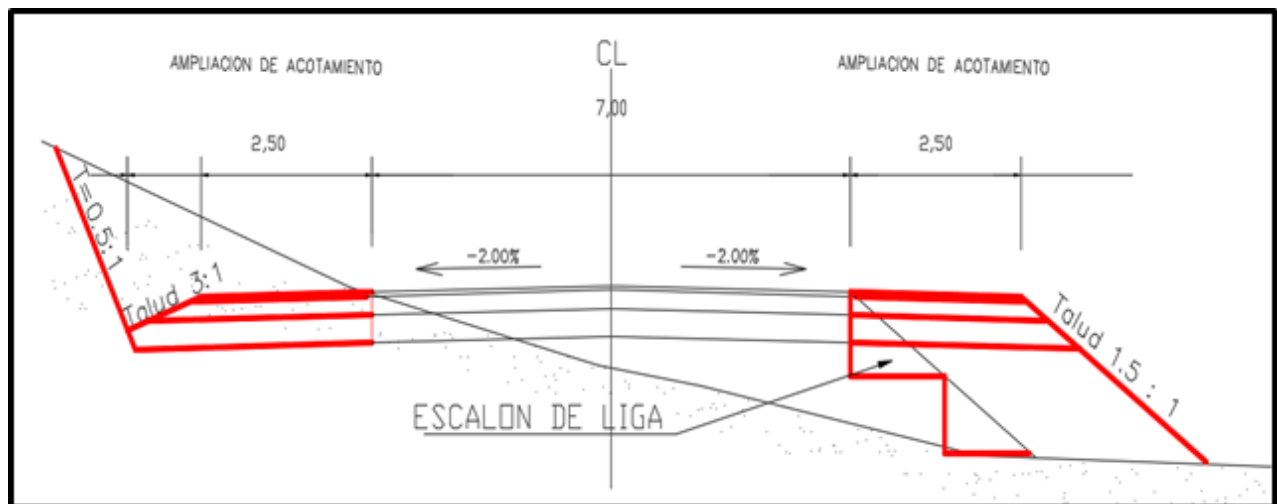


Figura 1.4 Ancho de corona (vialidad y acotamiento) carretera C.

La superficie actual afectada por el carretera existente es de 57,820 m<sup>2</sup> (5.78 ha), y se pretende ampliar el ancho de corona a 22.0 m en 6,680 metros de longitud y, otro ancho de corona de 12.0 m en 1,580 metros de longitud, por lo tanto, se requieren de 15.0 y 5.0 metros adicionales que, multiplicados por 6,680 y 1,580 metros de longitud, respectivamente, del subtramo carretero, se requiere de 10.02 ha y 0.79 ha, respectivamente, que en total son 10.81 ha de ampliación.

Tabla 2.5 Superficies del proyecto.

SUBTRAMO	CADENAMIENTO	LONGITUD (m)	SUPERFICIES			
			CARRETERA ACTUAL (ha)	AMPLIACIÓN (ha)	AFECTACIÓN REAL (ha)	CONSTRUCCIÓN (ha)
1	85+000 a 85+760	760	0.53	1.14	1.60	2.13
2	89+000 a 94+920	5,920	4.14	8.88	14.50	18.64
3	98+980 a 100.560	1,580	1.10	0.79	0.74	1.84
<b>Total</b>		<b>8,260</b>	<b>5.78</b>	<b>10.81</b>	<b>16.83</b>	<b>22.61</b>

Sin embargo, por ampliaciones correspondientes a zonas de transición o en curva se añadirán al ancho de calzada hasta 15.8 metros como ampliación máxima a la izquierda, y 17.3 metros como ampliación máxima a la derecha, en función del grado de curvatura del proyecto. Por lo tanto, el área de afectación real por subtramos es de: primer subtramo de 1.60 ha; segundo subtramo de 14.50 ha y tercer subtramo de 0.74 ha, lo que resulta en un área de afectación total para la ampliación del proyecto de 16.83 ha en los 8,260 metros de longitud.

Por lo tanto, **la superficie total de afectación real por la construcción del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560” es de 168,306.44 m<sup>2</sup> (16.83 ha).**

Finalmente, considerando a la carretera tipo C existente, con un ancho de corona de 7.0 metros que, multiplicados por los 8,260 metros de la longitud del proyecto, se tiene una afectación actual de 5.78 ha, que adicional con los 16.83 ha de afectación para la ampliación y modernización de la carretera, se tiene que el área total de construcción por el desarrollo del proyecto es de 22.61 ha.

A lo largo del trazo, el tipo de vegetación representativa está definida por vegetación secundaria de matorral crasicale, bosque de pino - encino, vegetación secundaria de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña.



Figura 2.2 Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicale.



**Figura 2.3 Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.**



**Figura 2.4 Bosque de pino – encino, kilómetro 90+600.**



**Figura 2.5 Bosque de pino – encino, kilómetro 91+320.**



**Figura 2.6 Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, km 93+020.**



Figura 2.7 Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, km 93+760.



Figura 2.8 Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, km 99+200.





Figura 2.9 Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, km 100+560.

Tabla 2.6 Distribución de la vegetación en el tramo carretero.

CADENAMIENTO	USO ACTUAL DEL SUELO
85+000 a 85+760	Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule
89+000 a 90+030	Remanente de bosque de pino – encino y asentamientos humanos
90+030 a 91+660	Bosque de pino – encino
91+660 a 92+030	Bosque de pino – encino y asentamientos humanos
92+030 a 92+150	Remanente de bosque de pino – encino
92+150 a 92+950	Bosque de pino – encino y asentamientos humanos
92+950 a 94+050	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
94+050 a 94+600	Remanente de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y asentamientos humanos
94+600 a 94+880	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
94+880 a 94+920	Remanente de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y asentamientos humanos
98+980 a 99+070	Remanente de vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña y asentamientos humanos
99+070 a 99+385	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña
99+385 a 100+175	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña y asentamientos humanos
100+175 a 100+560	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña

Se consideran dentro del proyecto obras de drenaje menor para evitar la alteración de las escorrentías que se tienen en el área.

### II.2.1.3. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas.

**Cuadro 2.7 Obras y actividades provisionales y asociadas.**

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	INFORMACIÓN ESPECÍFICA
Construcción de caminos de acceso.	No se contemplan caminos de acceso, en virtud de que el acceso se realizará por el camino actual.
Almacenes, bodegas y talleres, plantas de asfalto, patios de maquinaria, plantas trituradoras.	Se establecerá un almacén temporal de residuos no peligrosos, en donde se clasificará y separará los residuos producto de las actividades del proyecto, para posteriormente reciclar los materiales que puedan ser reutilizados.
Campamentos, dormitorios, comedores.	Se contemplan campamentos, ya que se tendrán almacenes y patio de máquinas. Sin embargo, se establecerán en áreas y perturbadas con anterioridad por actividades antrópicas.
Instalaciones sanitarias.	Se instalarán sanitarios móviles en el sitio. La disposición adecuada de los desechos sanitarios será responsabilidad de la constructora.
Bancos de material.	La empresa contratista es responsable de buscar bancos de materiales autorizados, dentro de la región, con el fin de apoyar la economía local y disminuir los costos de construcción.
Planta de tratamiento de aguas residuales.	No se contempla ninguna.
Sitios para la disposición de residuos.	<p>Los residuos sólidos que generará dicho proyecto podemos clasificarlos en:</p> <p><i>a) Residuos orgánicos producto del desmonte</i>, los cuales, de ser factible, se resguardarán y posteriormente se ocuparán en actividades de restauración de suelos.</p> <p><i>b) Residuos de materiales pétreos</i>, productos de excavaciones. Su disposición final será en los bancos de tiro autorizados por la autoridad correspondiente.</p> <p><i>c) Residuos sólidos no peligrosos</i> como plásticos, cartón, sacos de material, pedacería de madera y acero, que serán depositados en tambos debidamente identificados para poder después ser enviados a reciclado. Aquellos residuos que no puedan ser reciclados serán enviados al relleno sanitario más cercano.</p> <p><i>d) Residuos peligrosos</i> provenientes del mantenimiento de la maquinaria y equipo pesado como aceite lubricante gastado y sólidos impregnados por aceites lubricante gastado.</p> <p>Los residuos generados serán almacenados, recolectados y llevados a disposición final en sitios autorizados por la autoridad competente.</p>
Ductos para sustancias peligrosas.	No aplica.

TIPO DE INFRAESTRUCTURA	INFORMACIÓN ESPECÍFICA
Subestaciones eléctricas.	No aplica.
Líneas de transmisión.	No aplica.
Otras.	No existen otras.

#### II.2.1.4. Descripción de los servicios requeridos.

La construcción de la obra “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, demandará de los servicios de infraestructura siguientes:

El agua requerida para llevar a cabo las diferentes actividades de la etapa de construcción y la necesaria para construir las obras de drenaje menor será transportada en pipas desde las poblaciones más cercanas al área del proyecto.

Para resolver el requerimiento de servicios sanitarios, se instalarán letrinas portátiles, contratadas a una compañía dedicada a este tipo de servicio por parte de la constructora. Durante las etapas de preparación del sitio y construcción se contemplarán campamentos, ya que se tendrán almacenes y patio de máquinas, por lo tanto, se rentarán inmuebles ya existentes que permitan el establecimiento de oficinas técnicas y administrativas, así como para guardar herramientas manuales, mismas que servirán de cuartos para los vigilantes o veladores que se quedarán encargados de la seguridad de la obra.

Suministro de energía eléctrica en baja tensión 220/127.5 volts. Esto con el objeto de funcionamiento de algunos equipos como cortadoras, taladros y revolvedoras. También para algunos señalamientos luminosos para circular con precaución en la noche.

Los residuos sólidos urbanos que generará el proyecto serán basura (envolturas y residuos orgánicos) producto de los trabajadores, será almacenada en contenedores debidamente identificados para su posterior recolección por los servicios de limpia del municipio, y residuos orgánicos productos del desmonte, los cuales, de ser factibles, se resguardarán y se usarán para actividades de restauración de suelo.

Los residuos de manejo especial tales como materiales pétreos; productos de las excavaciones y cortes, serán enviados a disposición final a bancos de tiro debidamente autorizados, y papel, cartón, sacos de material, pedacería de madera y acero, serán

depositados en contenedores debidamente identificados para posteriormente disponerlos conforme la legislación vigente.

De esta manera, se requiere del servicio de limpia del municipio de San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles para la adecuada disposición de los residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial generados durante la construcción del proyecto.

En cuanto a los residuos peligrosos, se generará aceite lubricante gastado y sólidos impregnados (de aceite lubricante gastado) provenientes del mantenimiento de la maquinaria y equipo pesado. Así como, solventes orgánicos producto de las actividades de señalización. Estos residuos se manejarán de acuerdo con todo lo establecido por la reglamentación en materia de residuos peligrosos.

Para los procesos constructivos se requerirán de servicios de rutas de transporte para desplazar a los trabajadores, alimentación, agua para consumo humano, combustibles para la maquinaria y equipo.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, se requerirá de combustible para la maquinaria pesada, contemplando un sitio de almacenamiento de combustible provisional, desprovisto de áreas de cobertura vegetal.

#### **II.2.1.5. Estudios de campo y gabinete.**

El trazo de la carretera existente está ya construido desde hace años, por lo que las ampliaciones a realizar siguen esta misma trayectoria. El proyecto cuenta con el levantamiento topográfico, estudio geotécnico de terracerías y pavimentos. Se tienen conformados los planos de alineamiento horizontal y vertical. *Se anexan planos del Proyecto (ANEXO III).*

#### **II.2.2 Representación gráfica regional**

El proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se ubica en los municipios de San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles, en el estado de Hidalgo.

El Municipio de San Agustín Metzquititlán se encuentra ubicado bajo las coordenadas 20° 31' 54" de latitud norte y de longitud oeste a 98° 38' 24", teniendo una altitud de 1,380 metros sobre el nivel del mar, colinda al norte con Zacualtípán, al sur con Atotonilco el Grande, al este, con el Estado de Veracruz y al oeste con el Municipio de Metztlán. Los centros poblados que encontramos dentro de este municipio son la cabecera municipal, dos cabeceras de subsistema y 16 localidades menores; siendo las principales: Agua Prieta, Tuzanapa, Milpillas y el Carrizal.

El Municipio de Zacualtípán de Ángeles se ubica geográficamente bajo las coordenadas 20° 38' 38" de latitud norte y de longitud oeste a 98° 39' 11", se encuentra entre 500 y 2,300 metros sobre el nivel del mar, colinda al norte con Tianguistengo y Estado de Veracruz; al sur con Metzquititlán; al este con Estado de Veracruz; y al oeste con Metztlán y Xochicoatlán. De acuerdo al Catálogo de Localidades, el municipio cuenta con 46 localidades activas.

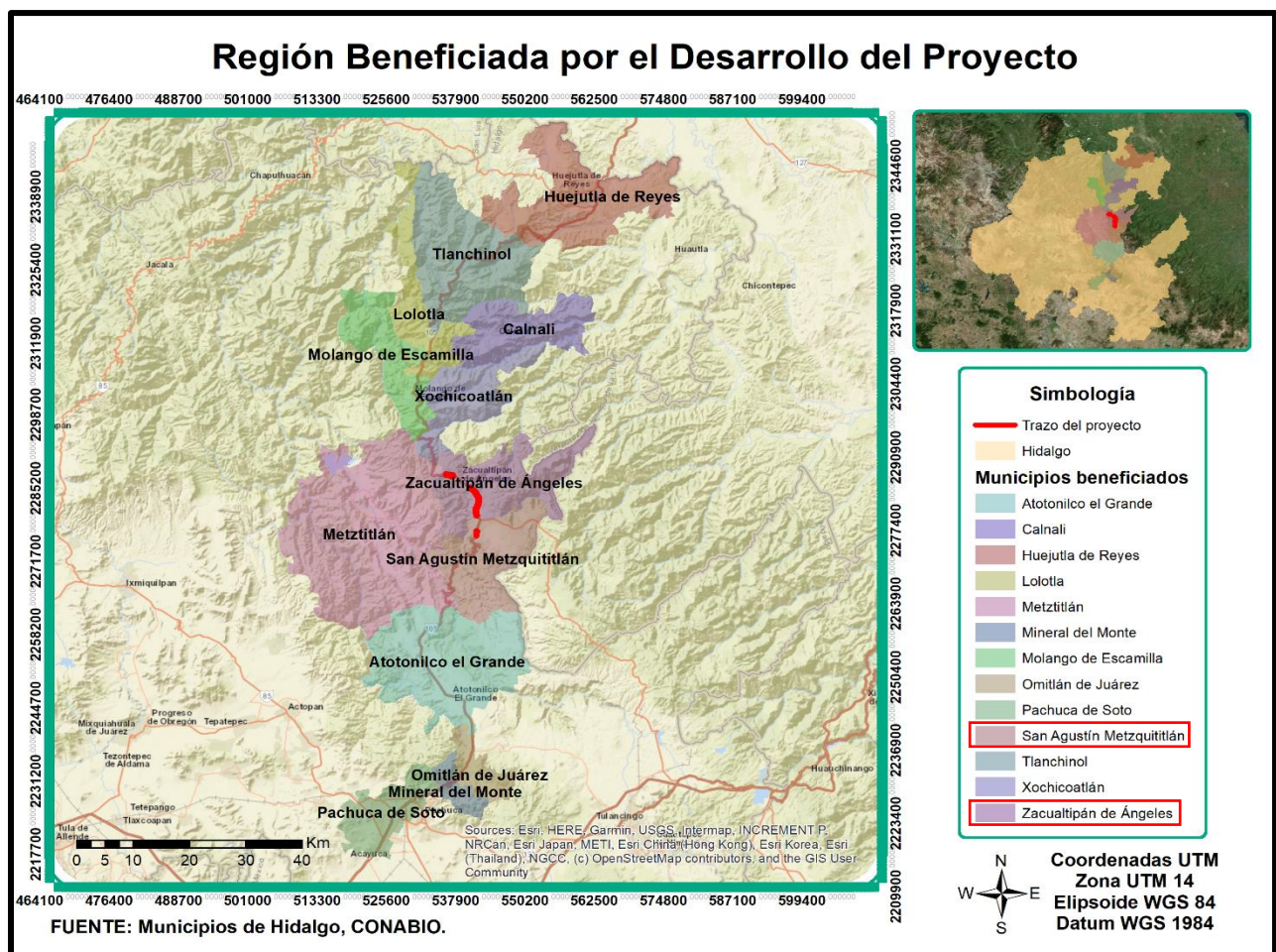


Figura 2.9 Representación del beneficio Regional por el desarrollo del proyecto.

En la figura anterior se muestran los principales municipios que serán beneficiados por la ampliación y modernización de la carretera federal México 105 Pachuca-Huejutla, especialmente en el ámbito socioeconómico.

### II.2.2.1. Ordenamiento Ecológico Territorial.

De acuerdo a la regionalización del **Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo (POETH)**, el sitio donde se llevará a cabo todo el proyecto, del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560, se localiza en las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's) número **XII** con política ambiental de aprovechamiento y de uso agrícola y **XIII** con política ambiental de aprovechamiento y uso forestal.

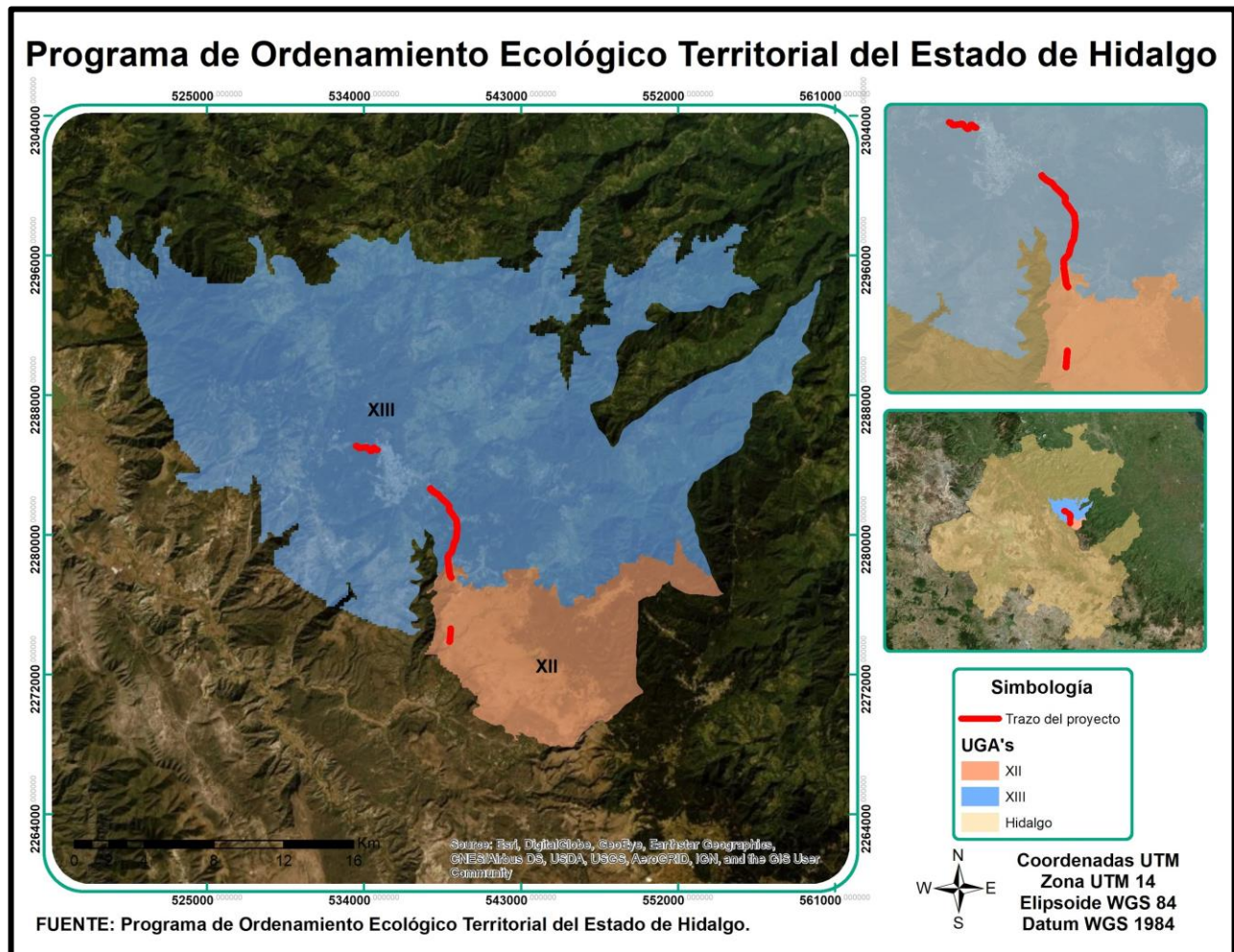


Figura 2.10 Ubicación del proyecto respecto a las Unidades de Gestión Ambiental (UGA).

### II.2.2.2. Área Natural Protegida y otras áreas de atención prioritaria.

La zona donde se realizará el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, no se encuentra dentro de ninguna Área Natural Protegida (ANP), sin embargo, de acuerdo con la CONANP, el área del proyecto se encuentra colindante con la ANP “Reserva de la biósfera Barranca de Metztitlán”, como se puede observar en la siguiente imagen:

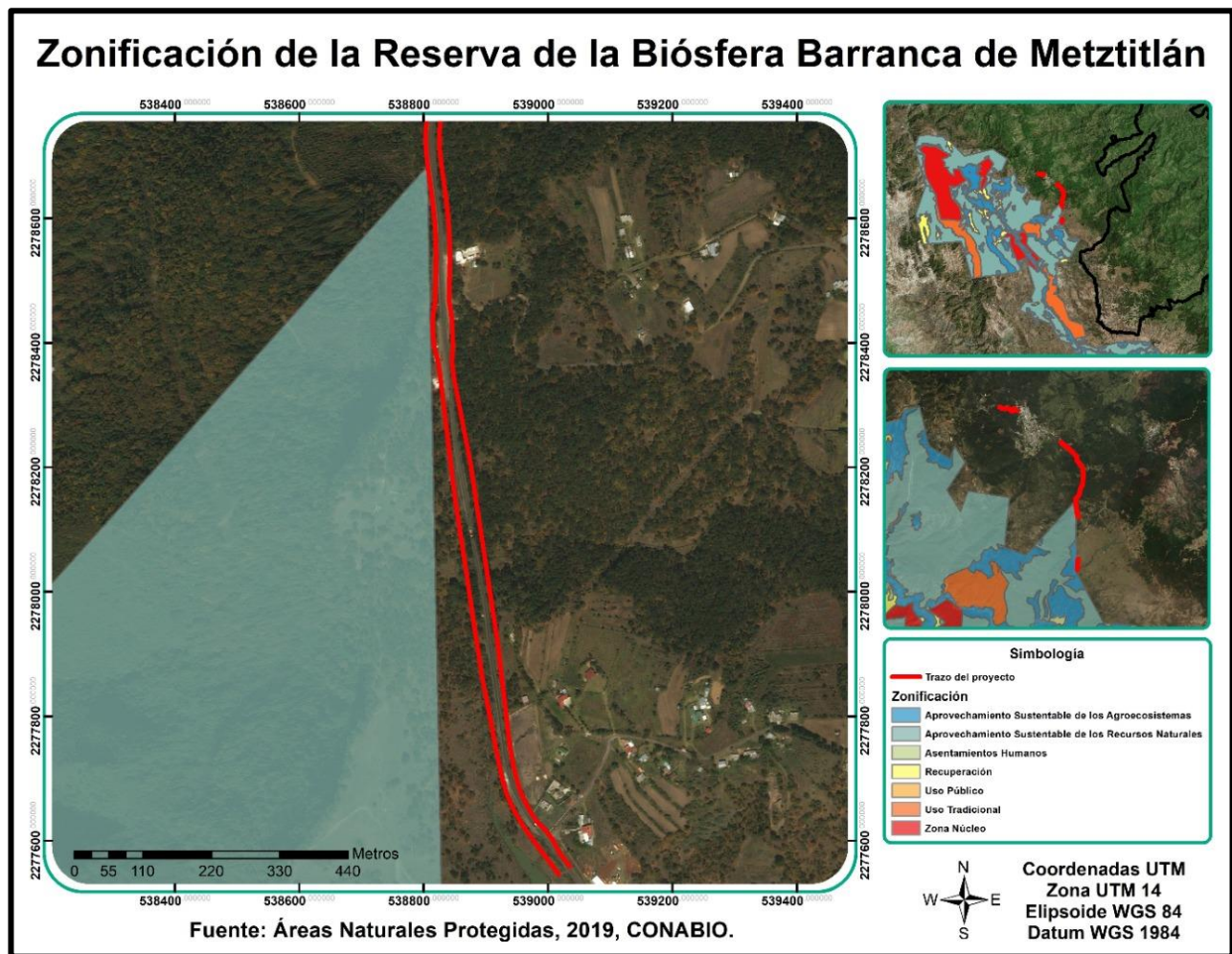


Figura 2.11 Ubicación del proyecto con respecto al ANP “Reserva de la Biósfera Barranca de Metztitlán”.

De acuerdo a las áreas de atención prioritaria, el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km

85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se encuentra en la Región Terrestre Prioritaria (RTP) de los “Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental” (RTP-102), Área de Importancia para la Conservación de las Aves “Tlanchinol-Bosque de Montaña del Noreste de Hidalgo” (AICA-249) y Región Hidrológica Prioritaria “Confluencia de las Huastecas” (RHP - 75), lo cual se describe a detalle en el capítulo IV del presente estudio.

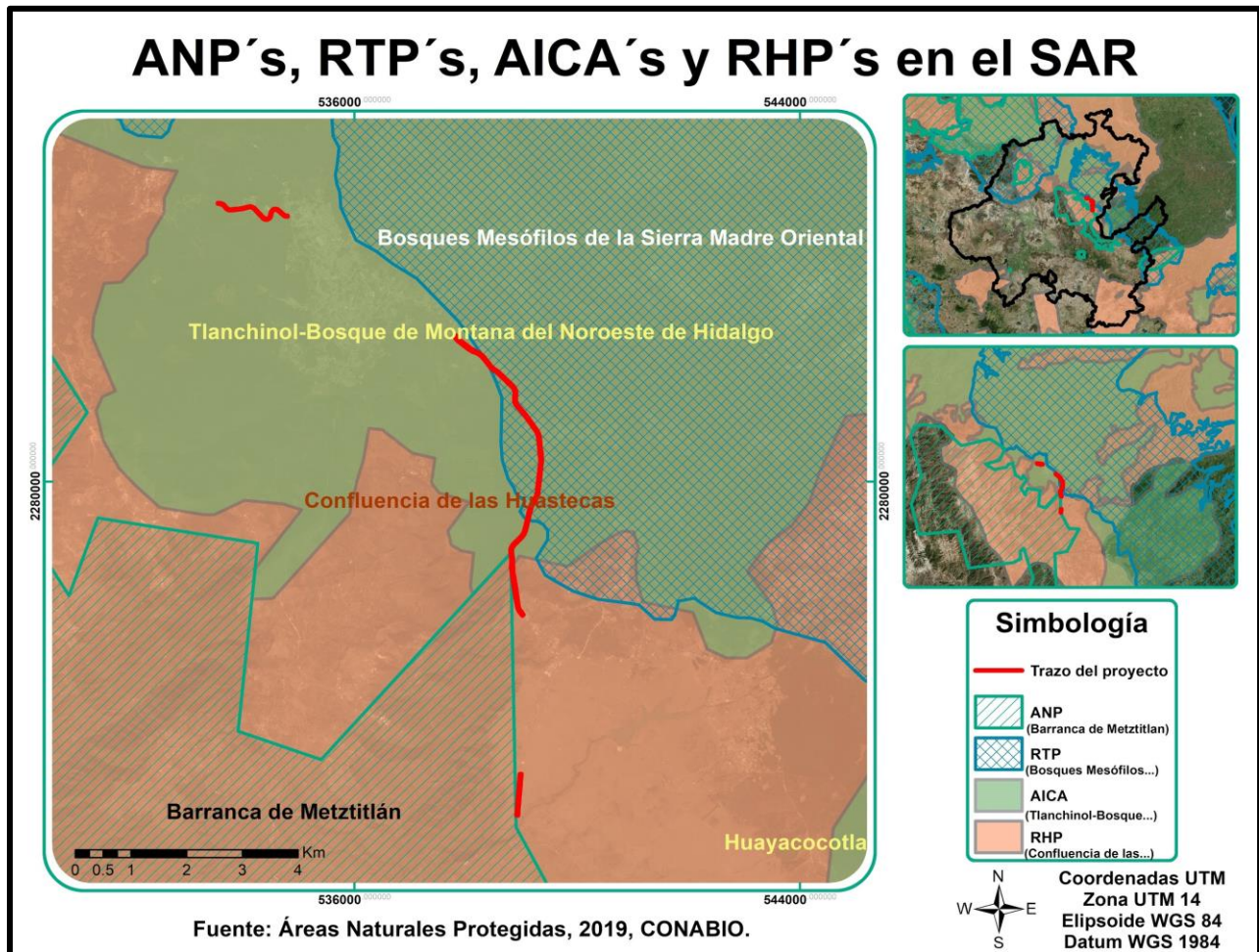


Figura 2.12 Ubicación del proyecto de acuerdo con las áreas de atención prioritaria.

### II.2.2.3. Vías de acceso al área donde se desarrollará la obra o actividad.

La carretera federal 105 Pachuca - Huejutla de Reyes, comienza en la ciudad de Pachuca de Soto en el estado de Hidalgo y termina en el municipio de Tempoal en el estado de Veracruz. Tiene una longitud de 260 km, de los cuales, 216 km se encuentran en el estado de Hidalgo y 44 km en el estado de Veracruz. El acceso al proyecto es en ambos sentidos de la carretera federal.



El proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, como su nombre lo indica, se ubica sobre la carretera federal México 105, por lo cual, en el estado de Hidalgo atraviesa los municipios de Pachuca de soto, Mineral del Monte, Omitlán de Juárez, Atotonilco el Grande, San Agustín Metzquititlán, Zacualtipán de Ángeles, Molango, Lolotla, Ixtlahuaco, Tlanchinol, Acatipa y Huejutla de Reyes. En el estado de Veracruz, atraviesa los municipios de Platón de Sánchez y Temporal de Sánchez.

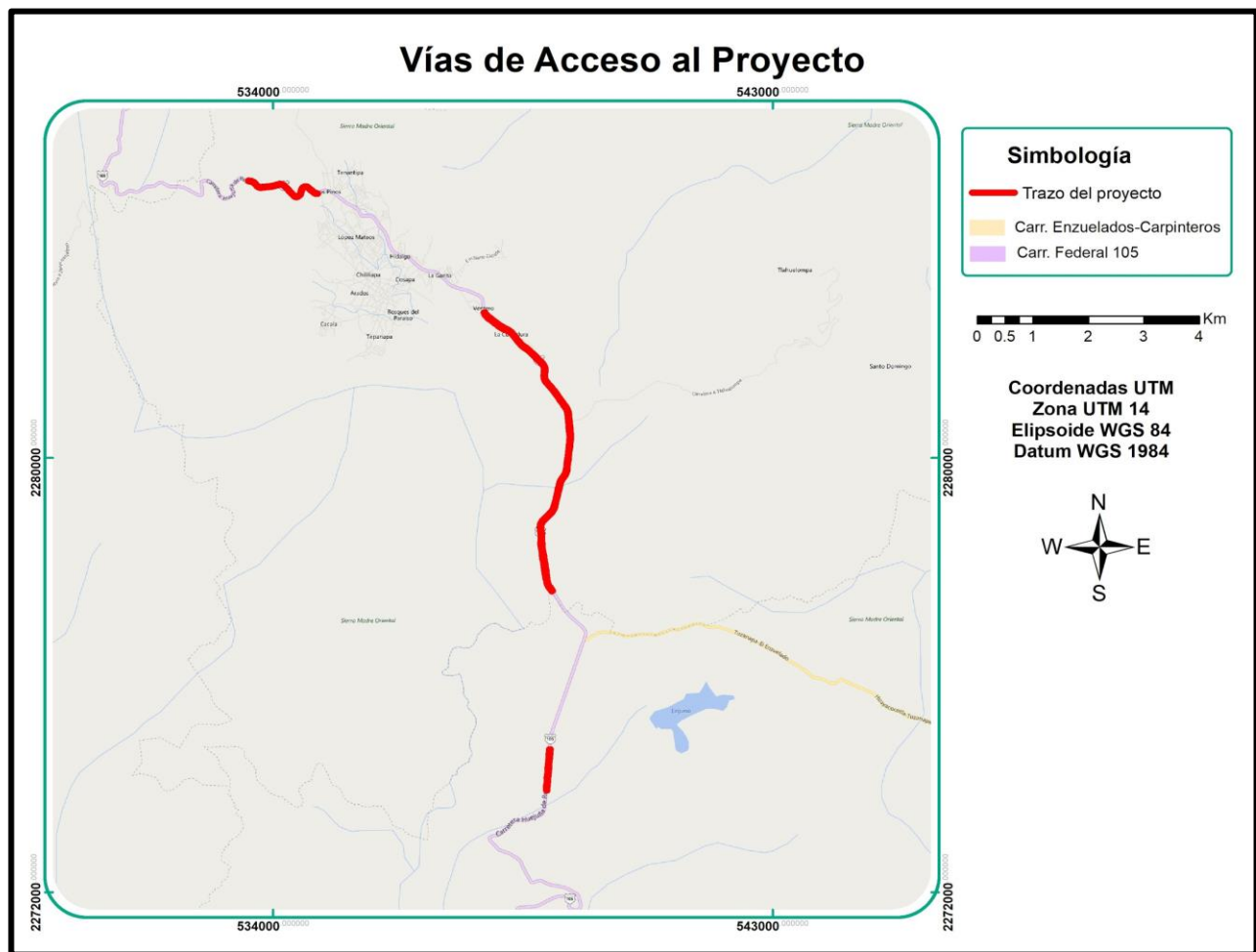


Figura 2.13 Vías de acceso al proyecto.

Cabe mencionar, que para los municipios de San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán de Ángeles el relieve es una limitante a la conectividad de las cabeceras municipales hacia otras partes de la República Mexicana, por lo cual, solo tienen una

vialidad de flujo con salidas hacia Pachuca al sur y a Huejutla hacia el norte, con diversas localidades y comunidades cercanas, pero con vialidades de penetración o de muy baja velocidad que no representan una alternativa de comunicación regional (como lo es la carretera Enzuelados - Carpinteros), por lo tanto, su sistema de conexión se basa en la carretera federal No. 105 Pachuca – Huejutla de Reyes.

### II.2.3 Representación gráfica local.

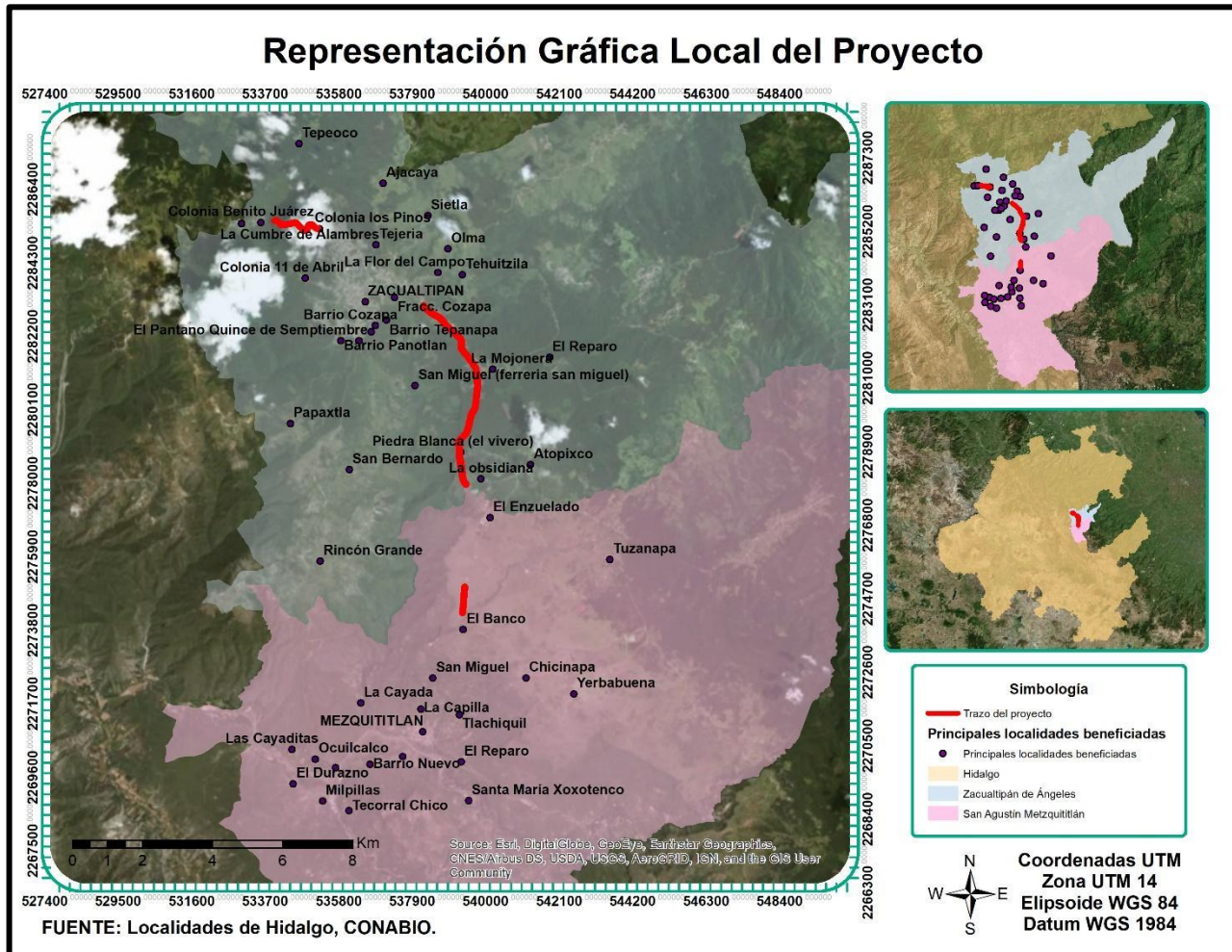


Figura 2.14 Representación gráfica local del desarrollo del proyecto.

La modernización de vías de comunicación está pensada para acortar distancias, no solo geográficas, sino también las sociales y económicas, y para lograr una mejor conectividad e impulsar la economía.

Pero más allá de las bondades en materia de competitividad y comercio exterior que trae consigo la construcción de vías, es indudable que hay otra gran cantidad de beneficiarios, no tan visibles y conocidos, como las comunidades ubicadas en las zonas de influencia directa de los proyectos.

A diferencia de otras actividades, la construcción de vías tiene un impacto posiblemente más notable a nivel local que en el ámbito nacional. Generación de empleo, directo e indirecto; disminución en los costos de transporte; dinamización de la economía por la utilización de bienes y servicios locales y por el aumento de usuarios de las vías; reducción en los tiempos de desplazamiento; apoyo a proyectos productivos para aquellas personas que dependen económicamente de los usuarios; restablecimiento de alguna viviendas para la población vulnerable que es impactada por el trazado de la carretera, capacitaciones a las nuevas generaciones que tendrán que relacionarse a futuro con la doble calzada y formación permanente para los habitantes de la zona en las labores asociadas a la obra, son de los mejores ejemplos que conlleva la construcción de carreteras modernas.

### **II.2.3.1. Uso actual del suelo y/o cuerpos de agua en el sitio del proyecto y en sus colindancias.**

De acuerdo con la carta de uso de suelo en el área del proyecto y en los terrenos adyacentes al subtramo carretero se presenta vegetación de tipo bosque de pino-encino, agricultura de temporal anual, pastizal inducido y asentamientos humanos. Sin embargo, el uso actual de suelo de acuerdo con lo observado en la visita de campo, se distinguen las siguientes comunidades vegetacionales:

- **Bosque de pino-encino**
- **Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña**
- **Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña**
- **Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino**
- **Vegetación secundaria de matorral crasicaule**



Figura 2.15 Uso actual del suelo del km 85+000 al km 85+760.

**Vegetación secundaria de matorral crasicaule (km 85+000 - 85+760):** Compuesta por comunidades vegetales dominadas por arbustos de altura inferior a 4 m. Son propias de climas secos con lluvias escasas y zonas frágiles que favorecen la desertificación. Entre las que se encuentran especies de cactáceas, pastos, y leguminosas.

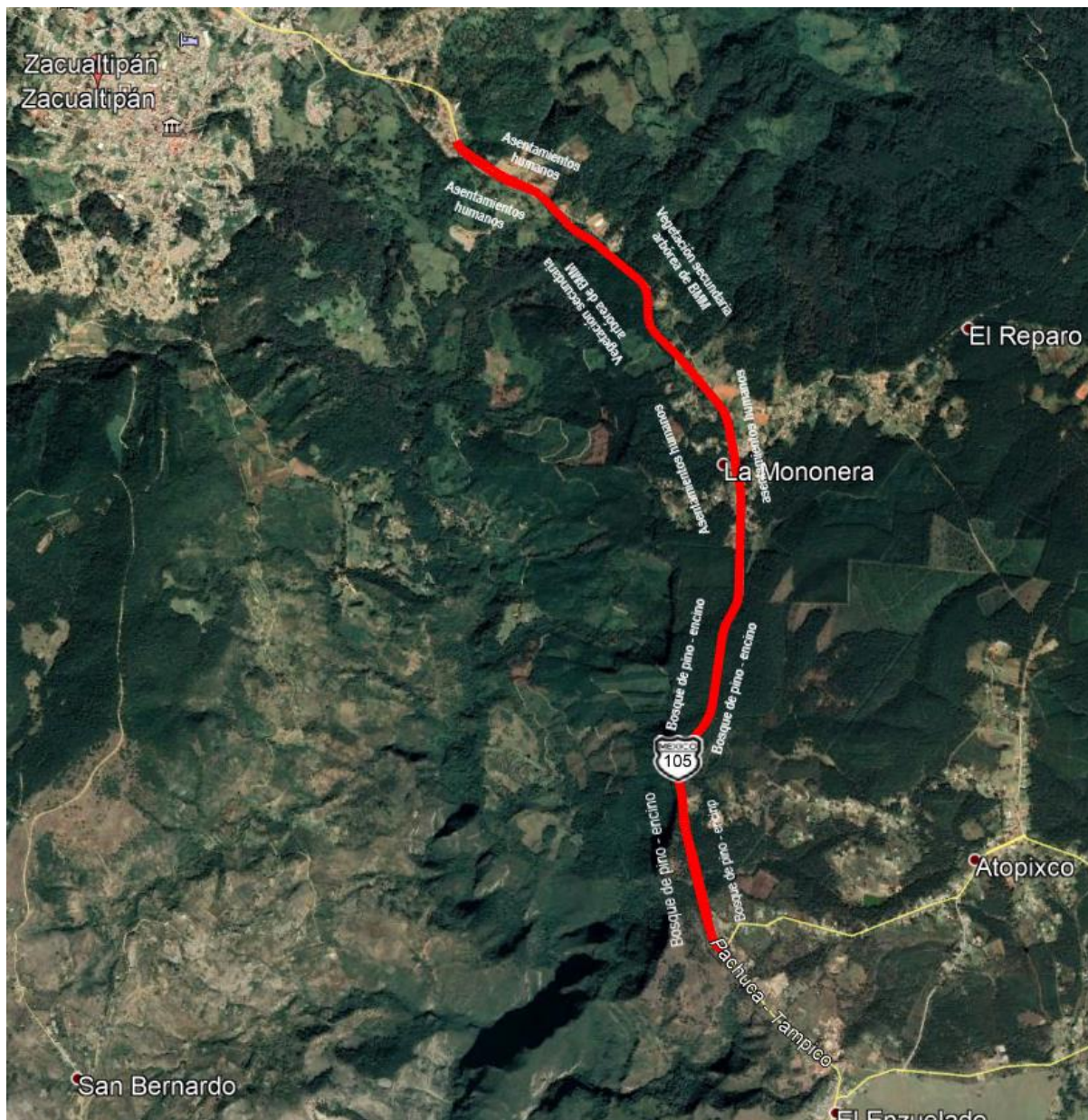


Figura 2.16 Uso actual del suelo del km 89+000 al km 94+920.

**Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña (km 89+000 - 94+920):** Compuesta por un estrato arbóreo de aproximadamente 20m de altura y un estrato inferior dominado por helechos.

**Vegetación secundaria arbustiva de pino-encino (km 89+000 - 94+920):** Compuesta por la asociación de especies arbustivas al estrato arbóreo, además de pastos y helechos.

**Bosque de pino-encino (km 89+000 - 94+920):** bosques mixtos de montaña con predominio de pinos y encinos.

Está conformado por tres estratos, el primero que puede alcanzar hasta unos 40m de altura, generalmente está dominado por pinos. El segundo, que puede alcanzar hasta los 20 de altura; en este se presentan principalmente especies de encino. Y el tercero, un estrato arbustivo que puede llegar hasta los 10 m. Aquí se presentan individuos juveniles de los pinos y encinos, así como otras especies asociadas. En este tramo además se puede observar la presencia de un cuerpo de agua cercano.

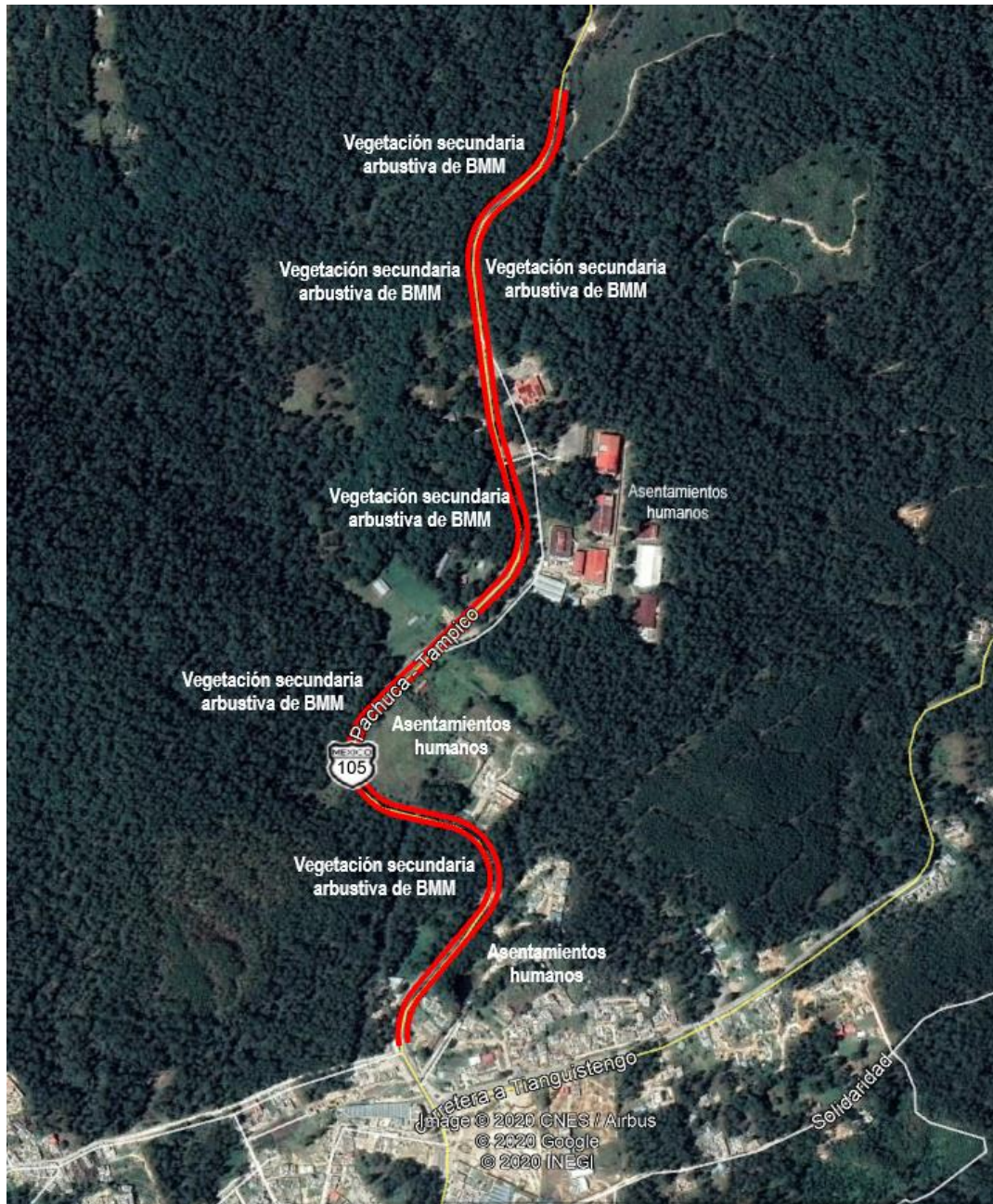


Figura 2.17 Uso actual del suelo del km 98+980 al km 100+560.

**Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña (km 98+980 - 100+560):** Compuesto por especies arbustivas y herbáceas, donde predominan helechos y gramíneas.

### II.2.3.2. Situación legal del predio y tipo de propiedad.

Se realizarán las gestiones necesarias para los terrenos de particulares o ejidales, según su caso, en donde está contemplada la ampliación y modernización del camino que involucre aspectos jurídicos.

### II.2.3.3. Urbanización del área.

El sitio del proyecto cuenta en sus alrededores con los siguientes servicios básicos:

- Energía: Cuenta con servicio de energía eléctrica en las localidades cercanas al trazo. Se visualizan líneas de alta tensión (CFE).
- Agua potable: Se cuenta con sistema de agua potable en las localidades cercanas a la zona del proyecto. Extraída de ríos y pozos.
- Tratamiento de aguas residuales: No se cuenta con tecnología para el tratamiento de agua residual. No aplica.
- Drenajes: Las localidades cercanas al proyecto cuentan con sistemas de alcantarillado sanitario, a lo largo de la trayectoria del camino no se cuenta con este servicio.
- Vías de acceso: El acceso al área donde se realizará la ampliación y modernización del proyecto “**Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560**” desde Pachuca de Soto, Hidalgo es el siguiente: tomar boulevard Luis Donald Colosio en dirección noreste, hacia el corredor turístico, toma salida en dirección Huejutla, Huasca y Real del Monte, en la siguiente bifurcación continúa recto hacia Tampico, Atotonilco, Huejutla, pasando el puente continúa recto hacia Huasca de Ocampo, Huejutla, continúa recto por 63 kilómetros aproximadamente, en la bifurcación pasando el puente de Los Venados, sigue derecho hacia Huejutla por 22 kilómetros y se llega al inicio del proyecto en el kilómetro 85+000.

- Líneas telefónicas: La cabecera municipal y las localidades cercanas al proyecto cuentan con líneas telefónicas.

## II.2.4 Preparación del sitio.

### Limpieza, trazo y nivelación.

Las cotas y los niveles existentes se obtienen mediante equipo de topografía. Posteriormente se establecen los puntos de la poligonal abierta con estacas y cintas de medición donde se realizará el desmonte y despalme.

En esta actividad se considera realizar la limpieza general a base de rastrilleo y machete, con el fin de retirar la maleza y hierba existente.

### Despalme y desmonte.

El desmonte es la remoción de la vegetación existente en las áreas que se destinen para el proyecto, con objeto de eliminar la presencia de material vegetal, impedir daños a la obra, de acuerdo con la N-CTR-CAR-1-01-001/00, el desmonte comprende:

- Tala, que consiste en cortar los árboles y arbustos.
- Roza, que consiste en cortar y retirar la maleza, hierba, zacate o residuos de siembras.
- Desenraice, que consiste en sacar los troncos o tocones con o sin raíces.
- Limpia y disposición final, que consiste en retirar el producto del desmonte al banco de tiro ex profeso y autorizado por la autoridad correspondiente, y será responsabilidad del contratista.

El despalme es la remoción del material superficial del terreno, de acuerdo con lo establecido en el proyecto, con objeto de evitar la mezcla del material de las terracerías con materia orgánica o con depósitos de material no utilizable de acuerdo a la N-CTR-CAR-1-01-002/00.

#### a) Tipos de vegetación que serían afectados por los trabajos de desmonte.

El proyecto afectará un área total por obras de ampliación y modernización 10.81 ha y consistirá en el despeje de la vegetación existente de tipo vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo



de montaña, en el área adyacente de la carretera actual, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños en la misma y permitir buena visibilidad, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.

**Cuadro 2.8 Superficie y número de individuos de la vegetación que se verá afectada por el proyecto.**

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	CADENAMIENTO	SUPERFICIE A OCUPAR POR EL PROYECTO (HA)	NÚMERO DE INDIVIDUOS AFECTADOS POR COMUNIDAD VEGETACIONAL
Asentamientos humanos	Del km 89+000 al 94+920	0.94	---
Bosque de pino-encino	Del km 89+000 al km 94+920	8.92	120,554
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	Del km 98+980 al km 100+560	0.73	18,987
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	Del km 89+000 al km 94+920	4.64	119,932
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicale	Del km 85+000 al km 85+760	1.60	4,104
<b>TOTAL</b>		<b>16.83</b>	<b>263,577</b>

En el área se removerán **263,577** individuos, entre los que destacan: *Bursera fagaroides*, *Bouteloua sp.*, *Mammillaria magnimamma*, *Muhlenbergia sp.*, *Parapolystichum glabellum*, *Phlebodium areolatum*, *Microsorium pustulatum*, *Microsorium diversifolium*, *Pteridium arachnoideum*, *Erigeron karvinskianus*, *Chenopodium album*, *Pteridium aquilinum*, entre otras. La descripción completa de las especies vegetales afectadas en el área de estudio se detalla en el capítulo IV.

Para mayor detalle del tipo y ubicación de la vegetación forestal que será afectada por los trabajos de desmonte en el área de estudio, se detalla en el capítulo IV del presente estudio.

Dentro del Sistema Ambiental Regional, descrito en el Capítulo IV del presente estudio, si existen especies consideradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo,

es importante señalar que **ninguna especie listada se verá afectada por la realización del proyecto.**

### **Transporte y disposición de materiales producto de limpieza.**

Durante la etapa de Preparación del sitio, la actividad de desmonte del terreno generará residuos de tipo vegetal y orgánico si es factible dichos residuos deberán ser utilizados como mejoradores de suelo en todo lo largo de la vía.

El material natural producto del despalme se empleará para el recubrimiento de los taludes de terraplenes, fondo de las excavaciones, o se distribuirá uniformemente en áreas donde no impida el drenaje o que no invada cuerpos de agua, para favorecer el desarrollo de vegetación.

La empresa contratista será la responsable de su acarreo el cual se realizará de acuerdo con la norma N-CTR-CAR-1-01-013, así como de su disposición final en lugares ex profesos para tal fin.

### **Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.**

Las emisiones a la atmósfera serán en su mayor parte partículas de polvo generadas durante el transporte, cortes, movimiento de tierras y compactaciones, además de los humos y gases producto del funcionamiento de camiones, maquinaria y equipo.

Se generará aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceite lubricante gastado proveniente del mantenimiento de la maquinaria y equipo pesado. Se manejará de acuerdo con todo lo establecido por la reglamentación en materia de residuos peligrosos.

### **II.2.5 Construcción.**

Los procedimientos de construcción serán realizados con base en las Normas para Construcción e instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT):

#### **Movimiento de Tierras.**

Es la operación de cortar y remover cualquier clase de material independientemente de su naturaleza o de sus características, dentro o fuera de los límites de construcción, para incorporarlo en la construcción, en los cuales se incluyen:

## A. Cortes, rellenos y excavaciones.

### Cortes.

Los cortes son las excavaciones ejecutadas a cielo abierto que se desarrollarán en el terreno natural, en ampliación de taludes; con maquinaria pesada como barrenadoras y retroexcavadoras. Se ejecutarán de manera que se permita el drenaje natural del corte, con el talud establecido en el proyecto.

Se ha determinado que una parte importante en la evaluación de las carreteras es conocer el desempeño de cada talud de corte que se tenga en el tramo evaluado. En este sentido, la gestión de cortes carreteros ayudará a crear soluciones asociadas al desempeño, riesgos y gastos que representa el talud durante toda la vida útil de la vía en que se encuentra. Para lo cual, se deben aplicar los procedimientos siguientes:

1. Recopilación de datos que definan las características físicas del corte y sus alrededores (geología, ángulo del talud, altura, localización, condiciones de humedad, etc).
2. Recopilación de datos que definen las condiciones presentes de los cortes, que se basan primordialmente en las observaciones de inspecciones visuales.
3. Creación de base de datos con la información recopilada, dónde se debe registrar cualquier cambio en las características del corte.
4. Evaluación del corte. realización de estudios geotécnicos con el fin de evaluar el grado de inestabilidad del corte.

Los materiales producto de los cortes se cargarán y transportarán al sitio o banco de tiro indicado por la empresa constructora por medio de cargadores frontales. El transporte y disposición de los materiales se sujetarán a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. Cuando los acarreos se hagan sobre caminos de terracería, la superficie de rodamiento se mantendrá húmeda, regando periódicamente con agua, para impedir el levantamiento de polvo que afecte a terceros o contamine el entorno.

La altura máxima de corte del lado izquierdo será de 9.0 m y del lado derecho será de 10.5 m. Las afectaciones mayores serán dentro del primer y segundo subtramos del

tramo carretero, (se anexan planos de secciones, Anexo III). A continuación, se muestran los cadenamientos en donde se ubican:

**Cuadro 2.9 Cadenamientos de los cortes más significativos del proyecto.**

CADENAMIENTO	
INICIO	FIN
85+000	85+280
89+090	89+160
89+280	89++480
90+900	91+020
91+100	91+242.61
91+600	91+760
92+500	92+640
93+140	93+180
93+460	93+840
93+937.80	94+021.80
94+720	94+800

### **Rellenos.**

Esta actividad se llevará a cabo con materiales seleccionados producto de cortes (Material tipo A aprovechable) y excavaciones, previo oreado y homogeneización del material y/o con materiales procedentes de banco que cumplan con los requisitos de calidad que se indican en la especificación de referencia. El traslado del material trasladará con cargador frontal y acarreado en camiones volteo.

### **Excavación.**

Las excavaciones para estructuras serán ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural o en rellenos existentes, para alojar estructuras y obras de drenaje, entre otras, según los requerimientos del proyecto, de acuerdo con la N-CTR-CAR-1-01-007/00 (la ubicación está considerada en el plano de alineamiento horizontal).

La ubicación de las obras de drenaje y características hidráulicas necesarias para la instalación se muestran a continuación:

**Cuadro 2.10 Obras de drenaje y volúmenes de excavación.**

CADENAMIENTO	DATOS HIDRÁULICOS			TIPO DE OBRA	SENT. DEL ESCURRIM.	NOTAS
	A	C	AHN			
85+200.00	11.60	0.30	0.35	LOSA 1.5x1.2m	---->>>>	Obra nueva
85+600.00	19.94	0.30	0.52	LOSA 1.5x1.2m	---->>>>	Obra nueva
89+049.60	7.19	0.30	0.24	TUBO DE Ø=1.2m	<<<<----	Obra existente
89+260.00	9.79	0.30	0.30	LOSA 1.5x1.2m	<<<<----	Obra nueva
89+520.00	495.54	0.30	5.77	BOVEDA 2x1.5m	<<<<----	Obra existente
90+689.32	9.87	0.30	0.31	LOSA 1.5x1.2m	<<<<----	Obra existente
91+387.70	163.14	0.30	2.51	2 TUBOS DE Ø=1.5m	<<<<----	Obra existente
91+739.72	27.60	0.30	0.66	LOSA 1.5x1.2m	---->>>>	Obra existente
92+214.82	7.30	0.30	0.24	TUBO DE Ø=1.2m	<<<<----	Obra existente
92+715.50	2.79	0.30	0.12	TUBO DE Ø=1.2m	<<<<----	Obra existente
93+118.80	8.88	0.30	0.28	TUBO DE Ø=1.2m	<<<<----	Obra existente
93+406.50	7.98	0.30	0.26	LOSA 1.5x1.2m	<<<<----	Obra existente
93+918.40	3.60	0.30	0.14	TUBO DE Ø=1.2m	<<<<----	Obra existente
94+216.13	4.86	0.30	0.18	TUBO DE Ø=1.2m	<<<<----	Obra propuesta
94+500.00	2.00	0.30	0.09	LOSA 1.5x1.2m	<<<<----	Obra propuesta
94+868.40	1.00	0.30	0.05	TUBO DE Ø=1.2m	---->>>>	Obra existente

## B. Terracerías.

### Preparación de la cama de corte.

El tratamiento del piso descubierto o terreno natural de la cama de corte o desplante de terraplén se deberá escarificar, incorporar agua y compactar con equipo mecánico (pata de cabra o rodillo vibratorio) hasta alcanzar el 90 % de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) del material, en un espesor de 20 cm.

### Cuerpo de Terraplén.

El cuerpo de terraplén se construirá en los casos donde por requerimientos viales éste sea necesario para alcanzar el nivel de la rasante del proyecto. Se colocará sobre el terreno natural una vez que la cama de corte haya recibido el tratamiento indicado en la etapa anterior.

La altura del terraplén variará de acuerdo al proyecto de perfil, se tenderá y colocará en capas con espesor máximo de 20 cm, compactándose al 90% de su peso volumétrico seco máximo (P.V.S.M.), respecto a la prueba PROCTOR Estándar (E.C.=6.04 kg-cm/cm<sup>3</sup>). La superficie terminada del cuerpo de terraplén deberá situarse a 75 cm por abajo del nivel restante del proyecto.

El cuerpo de terraplén se formará con materiales que cumplan los requisitos de calidad y provenientes de bancos de materiales. Dichos bancos aún no están definidos, debido a que la mayoría de las veces la empresa contratista cambia la ubicación de la extracción, sin embargo, la empresa contratista que ejecute la obra será la responsable de tramitar las autorizaciones en materia de impacto ambiental de dichos bancos de materiales.

### **Capa Subrasante.**

La capa subrasante se formará por un material que cumpla con los requisitos de calidad. El material seleccionado deberá ser oreado y homogeneizado previo a su utilización. La capa subrasante tendrá un espesor de 30 cm, y se tenderá en dos capas que se compactarán hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo, según la Norma AASHTO Estándar T99-74 variante “A” (E.C=6.04 kg-cm/cm<sup>3</sup>), se utilizará un rodillo liso vibratorio.

El material utilizado se tenderá y compactará con una humedad cercana a la óptima preferentemente del lado seco de la curva de compactación. En caso de ser necesario para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se podrán dar riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure dicho proceso.

La superficie de la capa subrasante compactada deberá situarse 45 cm por debajo del nivel rasante que se indica en el proyecto de vialidad. La capa de subrasante se colocará en un ancho adicional de 40 cm respecto al paño interior de las guarniciones, y en todo el ancho de la zona de acotamiento.

Para dar por terminada esta capa, se verificará el alineamiento, la sección niveles, espesor, grado de compactación, y acabado de acuerdo a las tolerancias fijadas de esta especificación.

### **Sub base hidráulica.**

Sobre la capa subrasante se colocará la capa de sub base hidráulica que tendrá un espesor de 30 cm compacto, y se conformará utilizando materiales granulares que cumplan con los requisitos de calidad que se describen en la Normativa de la SCT. La construcción de esta capa se realizará tendiendo el material en una capa de 30 cm de espesor la que se compactará con una humedad cercana a la óptima al 95% de su peso volumétrico seco máximo de acuerdo a la norma AASHTO Modificada, utilizando rodillo liso vibratorio.

El tendido y compactación del material se hará, cuidando que éste contenga una humedad cercana a la óptima preferentemente del lado seco de la curva de compactación. En caso de ser necesario para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se podrán dar riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure dicho proceso.

La superficie de la capa sub-base compactada deberá situarse a 25 cm por debajo del nivel de rasante que se indica en el proyecto de vialidad. Para dar por terminada esta capa se verificará el alineamiento, la sección, niveles, espesor, grado de compactación, y acabado de acuerdo a las tolerancias fijadas.

### **Base Hidráulica**

Sobre la capa de subbase se colocará la capa de base hidráulica que tendrá un espesor de 20 cm compacto, y se conformará utilizando materiales granulares que cumplan con los requisitos de calidad que se describen en la Normativa de la SCT. Se recomienda emplear agregados pétreos que hayan sido obtenidos mediante tratamientos de trituración. La construcción de esta capa se realizará tendiendo el material en una capa de 20 cm de espesor la que se compactará con una humedad cercana a la óptima al 100% de su peso volumétrico seco máximo de acuerdo a la norma AASHTO Modificada, utilizando rodillo liso vibratorio.

En caso de ser necesario para compensar la pérdida de humedad por evaporación, se podrán dar riegos superficiales de agua, durante el tiempo que dure dicho proceso.

La superficie terminada de la capa de base deberá situarse a 10 cm por abajo del nivel de rasante del proyecto. Para dar por terminada esta capa se verificará el alineamiento, la sección, niveles, espesor, grado de compactación, y acabado de acuerdo con las tolerancias fijadas.

## **C. Riegos asfálticos.**

### **Riego de impregnación.**

En el momento de concluir los trabajos de compactación de la capa de base, la superficie de ésta se limpiará con escoba para eliminar todo tipo de material suelto (polvo y materias extrañas). Si la superficie por limpiar no es uniforme, es decir se deteriora o destruye, se deberá reacondicionar para continuar con lo indicado en el proyecto.

Después de realizado el barrido a la superficie, se aplicará un riego de impregnación, utilizando una emulsión catiónica tipo ECM-65 a razón de 1.0 l/m<sup>2</sup>, el cual podrá ser extendido en una o dos aplicaciones. No se permitirá ningún tipo de circulación sobre la base impregnada como mínimo durante 48 horas. El riego asfáltico se podrá sustituir por pliegos de poli estireno.

La superficie impregnada deberá presentar un aspecto uniforme y la emulsión catiónica deberá cubrir totalmente la superficie de la base. En caso de existir exceso de emulsión catiónica acumulada sobre la base, deberá retirarse con cepillos.

### **Riego de liga.**

Al cumplirse el lapso de 48 horas, después de la aplicación del riego de impregnación y antes de tender la carpeta asfáltica, se aplicará un riego de liga con emulsión catiónica tipo ECR-65 ó ECR-70 a razón de 0.8 l/m<sup>2</sup>, con el fin de favorecer la adherencia entre la base y la carpeta asfáltica. La aplicación se realizará después barrer la superficie sobre la que se aplique.

### **Carpeta asfáltica.**

La carpeta que coronará la sección del pavimento tendrá un espesor de 5 cm, la cual se compactará hasta alcanzar el 98% de su peso, determinado por el procedimiento MARSHALL. Empleando para ello agregado pétreo de banco con tamaño máximo de  $\frac{3}{4}$  (19.0 mm) y cemento asfáltico AC-10 ó AC-20, si así lo autoriza la supervisión mezclados en una pavimentadora autopropulsada en un espesor uniforme con la compactación indicada.

El material pétreo deberá ser calentado y secado, para que la humedad que contenga sea inferior al 1% antes de introducirlo a la mezcladora. La temperatura del material pétreo deberá estar comprendida entre 120 y 150°C, al salir de la planta de



elaboración. El concreto asfáltico deberá transportarse en vehículos con caja metálica, cubierta con una lona que lo preserve del polvo, materias extrañas y pérdidas de calor durante el trayecto.

El concreto asfáltico deberá suministrarse a obra con temperatura mínima de 120°C. La mezcla deberá vaciarse sobre la base ya con riego de liga y ser inmediatamente tendida en el espesor y ancho fijados en el proyecto. El concreto deberá tenderse con maquinaria especial la cual contará con dispositivos tales que permitan ajustar el espesor y el ancho de la mezcla tendida, así como con un sistema que permita repartir uniforme la mezcla sin que se presente segregación por tamaños de la mezcla.

Inmediatamente después de tendido el concreto asfáltico, deberá planchase uniformemente por medio de una aplanadora tipo Tándem, adecuada para dar un acomodo inicial; este planchado deberá efectuarse longitudinalmente a media rueda. A continuación, se compactará el concreto asfáltico utilizando compactadores de llantas neumáticas, adecuados para alcanzar un mínimo de 98% de su peso volumétrico, respecto al patrón de compactación MARSHALL. Inmediatamente después se empleará una compactadora de rodillo liso, adecuada para borrar las huellas que dejan los compactadores de llantas neumáticas.

La temperatura del concreto asfáltico, al iniciarse el tendido, deberá ser de 100 a 110°C; en general la compactación de la carpeta deberá terminarse a una temperatura superior a 80°C. No deberá tenderse concreto asfáltico sobre una superficie húmeda encharcada o cuando esté lloviendo.

### **Riego de sello.**

Una vez concluida y aprobada la compactación de la carpeta asfáltica, se continuará con la aplicación del riego de sello, mediante el riego de una capa de cemento Portland, extendiéndolo manualmente. El riego tendrá una dosificación de 0.75 kg de cemento por metro cuadrado y material pétreo 3-A a razón de 1.2 y 10 l/m<sup>2</sup>.

## **D. Estructuras y obras de drenaje complementarias.**

### **Bordillo**

El bordillo será anclado mediante una varilla, tendrá una dimensión de 0.15 m de base por 0.20 m de altura, colocados a 0.20 m de distancia al hombro del camino. El bordillo será de concreto hidráulico de  $f'c=150$  kg/cm<sup>2</sup>.

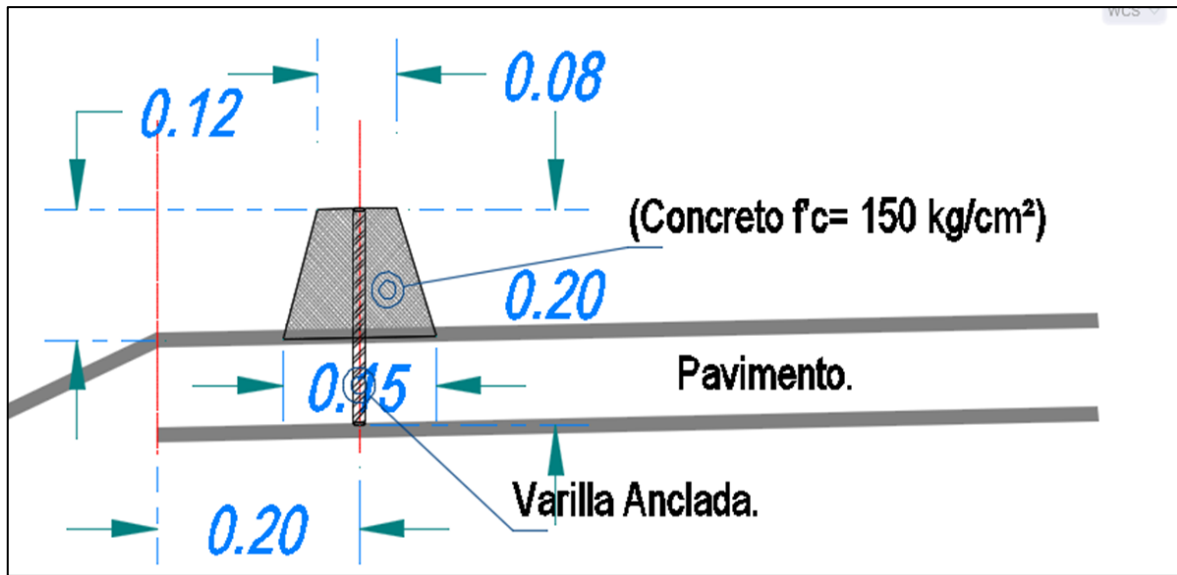


Figura 2.18 Bordillo del proyecto.

Tabla 2.11 Ubicación de bordillo.

BORDILLO			
KILÓMETRO A KILÓMETRO		LONGITUD (m)	LADO
89+000.00 --	89+410.00	410.00	DER
89+440.00 --	89+590.00	150.00	DER
89+940.00 --	90+000.00	60.00	DER
89+490.00 --	89+945.00	455.00	IZQ
Total		1,705.00 metros	

## Cunetas

Las cunetas deberán ser conformadas y revestidas. El revestimiento de cunetas se ejecutará en el lugar, y la geometría será con dimensiones de 1 metro de ancho del hombro del camino al fondo de la cuneta y 0.33 metros de desnivel del hombro del camino al fondo de la cuneta, prolongando la base en el talud del corte hasta una altura de 0.54 metros, y en los sitios indicados por la Secretaría.

El recubrimiento de las cunetas será concreto hidráulico simple de  $f'c = 150 \text{ kg./cm}^2$  y espesor de 8.0 centímetros, con juntas de construcción simples a cada 2.0 metros de longitud, que deberán sellarse con un material asfáltico. Previamente a la colocación del recubrimiento, la superficie de la cuneta deberá estar compactada al 90% de su peso

volumétrico seco máximo, (P.V.S.M.) en un espesor mínimo de 10 centímetros debiéndose afinar y construir con una pendiente longitudinal no menor a 0.3%.

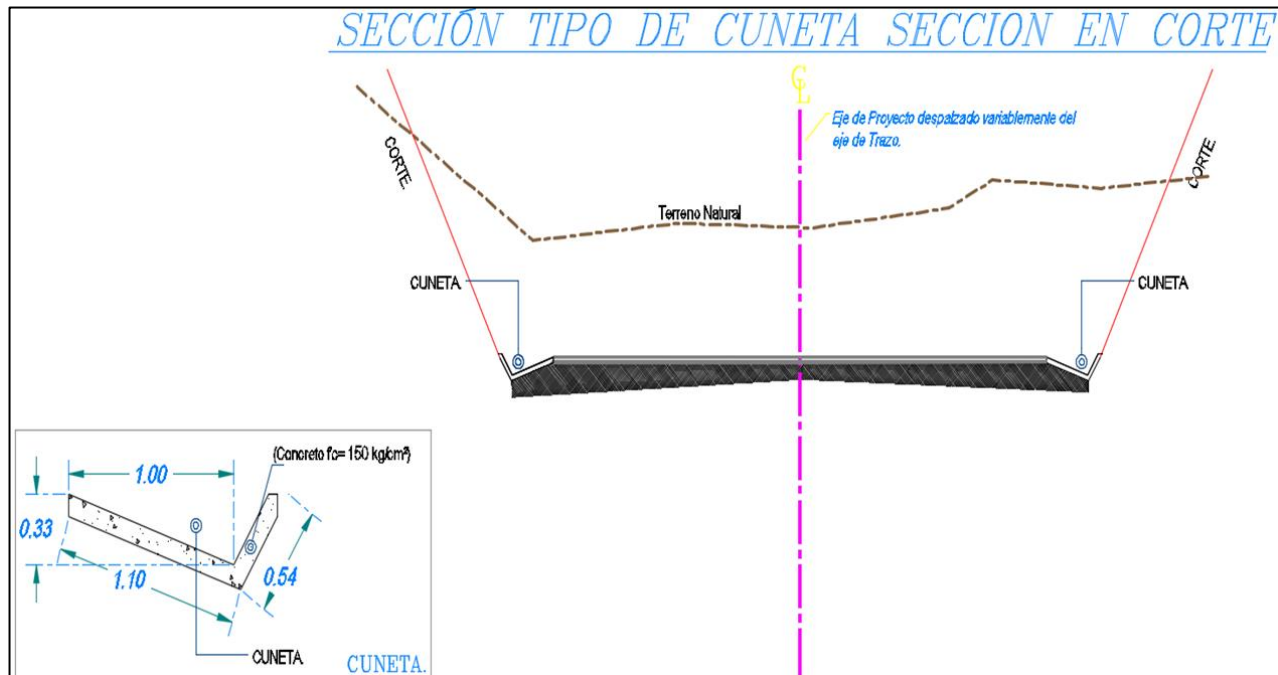


Figura 2.19 Cunetas del proyecto.

Tabla 2.12 Ubicación de cunetas.

CUNETAS					
KILÓMETRO A KILÓMETRO		LONGITUD (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	LADO
85+000.00 --	85+470.00	470.00	0.13	61.10	DER
89+410.00 --	89+430.00	20.00	0.13	2.60	DER
89+570.00 --	89+930.00	360.00	0.13	46.80	DER
Total		850.0 m		110.5 m <sup>3</sup>	
85+000.00 --	85+470.00	470.00	0.13	61.10	IZQ
88+930.00 --	89+055.00	125.00	5.13	641.25	IZQ
89+065.00 --	89+075.00	10.00	6.13	61.30	IZQ
89+085.00 --	89+490.00	405.00	7.13	2887.65	IZQ
89+945.00 --	90+000.00	55.00	8.13	447.15	IZQ
Total		1065 m		4098.45 m <sup>3</sup>	

## Contracunetas

Las contracunetas serán de malla electrosoldada recubierta de concreto de 0.60 metros de altura, 0.80 metros de ancho en el paralelo más largo, mientras, el paralelo más corto o fondo tiene 0.30 metros, con un grosor de 0.08 metros.

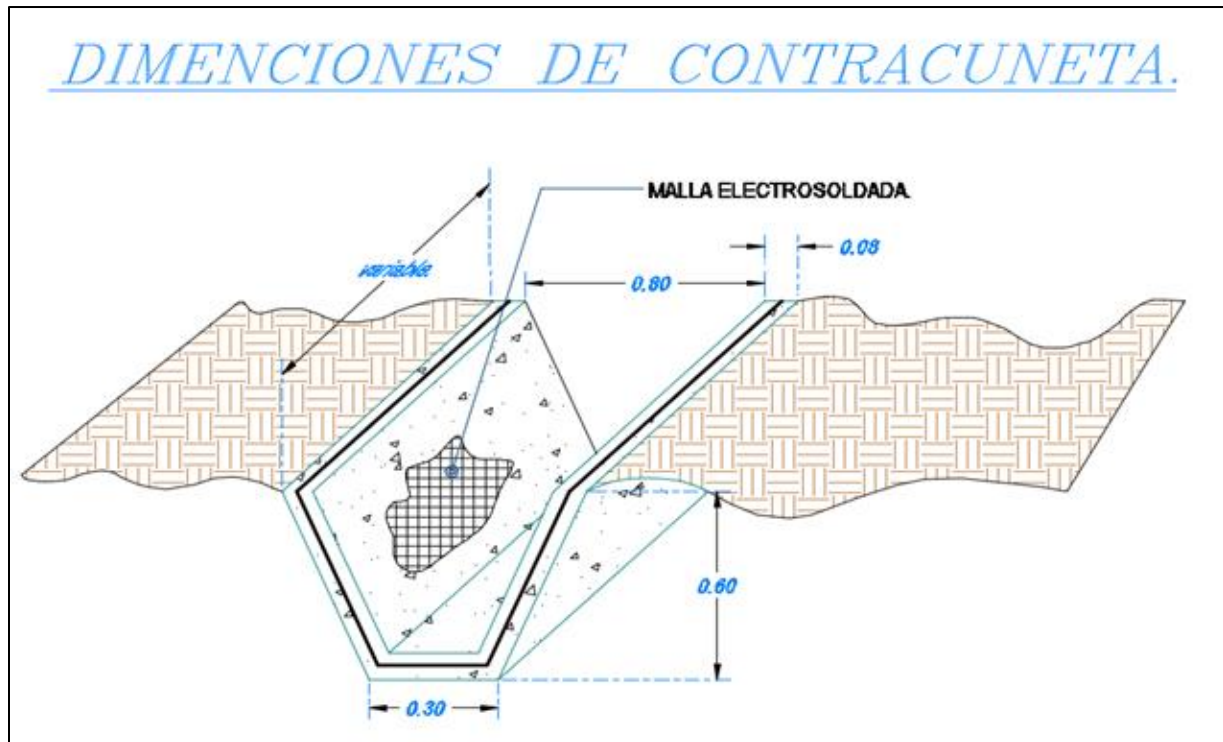


Figura 2.20 Contracuneta del proyecto.

Tabla 2.13 Ubicación de contracunetas.

CONTRACUNETAS						
KILÓMETRO A KILÓMETRO	LONGITUD (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	MALLA ELECTROSOLDADA (m <sup>3</sup> )	EXCAVACIÓN (m <sup>3</sup> )	LADO
88+960.00 - 89+490.00	530.00	0.18	95.40	954.00	318.00	DER
Total	530.00	0.18	95.40	954.00	318.00 m <sup>3</sup> .	

## Lavaderos

Los lavaderos serán de concreto armado, malla electrosoldada y piedra acomodada (tresbolillo), a continuación, se muestran las dimensiones de los lavaderos.

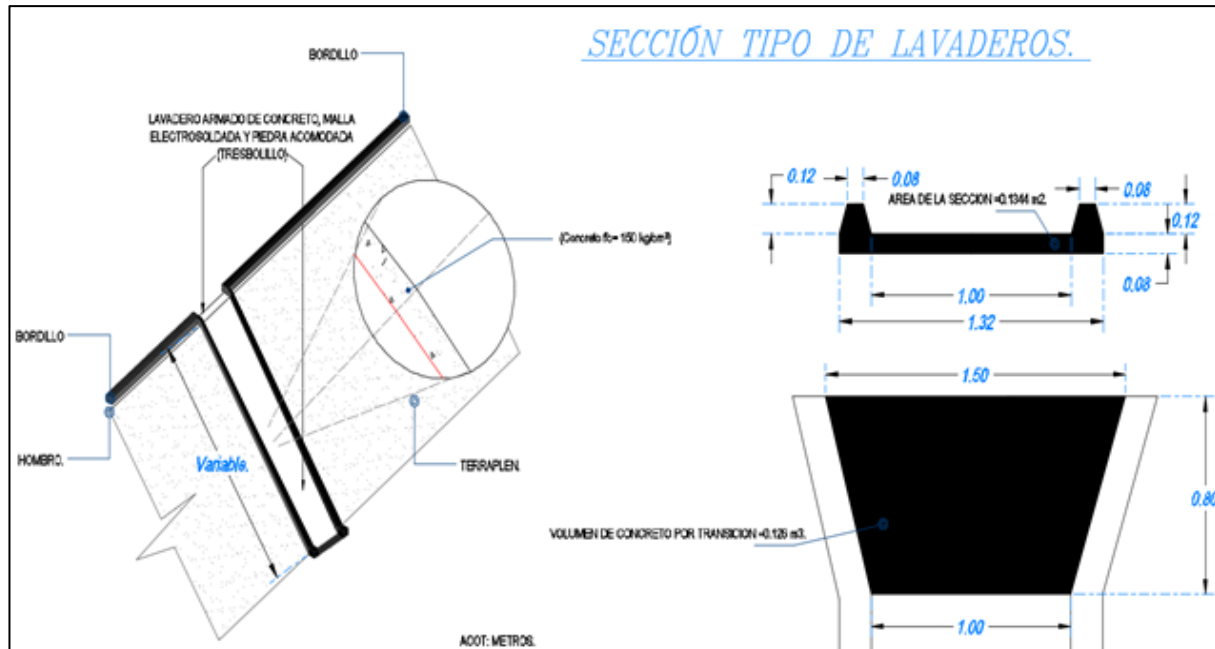


Figura 2.21 Lavaderos

Tabla 2.14 Ubicación de lavaderos.

LAVADERO				
KILÓMETRO	LONGITUD (m)	ÁREA DE LAVADERO (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	LADO
89+000.00	14.20	0.26	3.69	IZQ
89+240.00	8.35	0.26	2.17	IZQ
89+300.00	3.30	0.26	0.86	IZQ
89+480.00	8.65	0.26	2.25	IZQ
89+540.00	8.70	0.26	2.26	IZQ
89+950.00	3.75	0.26	0.98	IZQ
90+000.00	4.80	0.26	1.25	IZQ
85+550.00	2.70	0.26	0.70	DER
85+600.00	3.90	0.26	1.01	DER
85+650.00	5.25	0.26	1.37	DER
85+700.00	6.00	0.26	1.56	DER
85+750.00	5.00	0.26	1.30	DER
89+540.00	12.00	0.26	3.12	DER
89+600.00	6.65	0.26	1.73	DER
89+650.00	5.50	0.26	1.43	DER
89+700.00	14.80	0.26	3.85	DER

LAVADERO				
KILÓMETRO	LONGITUD (m)	ÁREA DE LAVADERO (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	LADO
89+750.00	8.90	0.26	2.31	DER
89+800.00	8.10	0.26	2.11	DER
89+880.00	5.20	0.26	1.35	DER
89+930.00	5.50	0.26	1.43	DER
Total	141.25		36.73	

### Camellón central

El proyecto contempla la construcción de un camellón central de tres metros de amplitud a lo largo del tramo del km 85+000 al km 85+760 y del km 89+000 al km 94+920. A continuación, se muestran las dimensiones del camellón central.

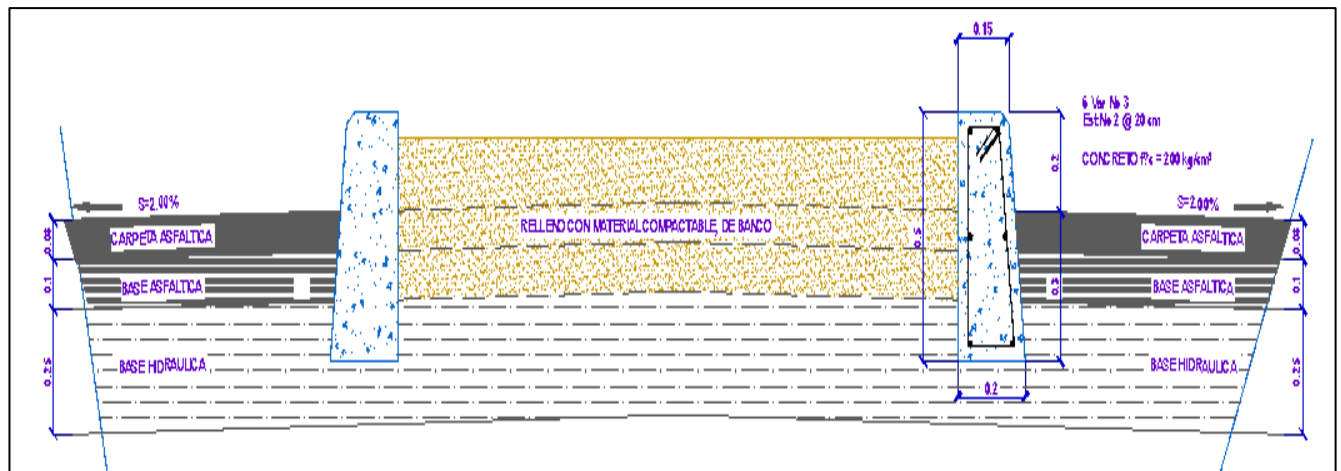


Figura 2.22 Camellón central.

Tabla 2.15 Ubicación de camellón.

CAMELLÓN CENTRAL							
KILÓMETRO	LONGITUD (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	CONCRETO (m <sup>3</sup> )	VAR No 3 (0.560 KG/ML)	ALAMBRON NO 2 (0.250 Kg/m)	RELLENO (0.23 m <sup>3</sup> /ml)	LADO
85+000 -85+760	760	0.09	66.12	2681.28	1428	174.8	IZQUIERDO
89+000 - 90+000	1000	0.09	87	3528	1950	230	IZQUIERDO
85+000 -85+760	760	0.09	66.12	2681.28	1428	174.8	DERECHO
89+000 - 90+000	1000	0.09	87	3528	1950	230	DERECHO
Total	3520		306.24	12418.56	6756	809.6	

## Protección de terraplén

El proyecto contempla la construcción de protectores de terraplenes, evitando así la erosión de la base de la carpeta asfáltica. A continuación, se muestran las dimensiones de estos.

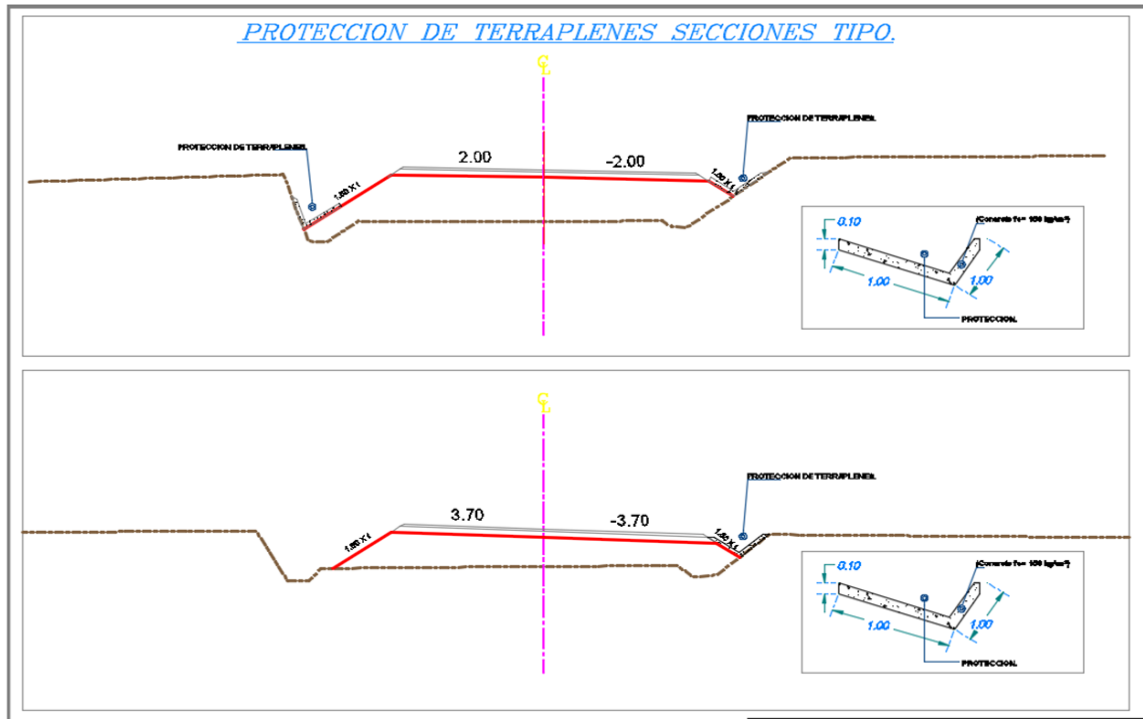


Figura 2.23 Protección de terraplén

Tabla 2.16 Ubicación del terraplén

KILÓMETRO A KILÓMETRO		CONCRETO F'C= 150 KG/CM <sup>2</sup>				
		LONGITUD (m)	ÁREA (m <sup>2</sup> )	ESPESOR (m)	VOLUMEN DE CONCENTRACIÓN (m <sup>3</sup> )	LADO
89+520.00 -	89+590.00	70.00	0.19	0.10	1.33	IZQ
89+870.00 -	89+910.00	40.00	0.19	0.10	0.76	IZQ
Total		110.00			2.09	

## Obras de drenaje menor

Anticipadamente a la ejecución de las obras para la construcción de la superficie de rodamiento, se reconstruirán y/o construirán los elementos de las obras de drenaje, con concreto ciclópeo e hidráulico en los sitios y dimensiones, así como la resistencia que fije el proyecto, ejecutando los trabajos de desazolve en su entrada, salida e interior de las mismas. En todas las actividades a realizar se deberá siempre acatar a lo manifestado la Normativa de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

La ubicación de las obras de drenaje, y características de las estructuras necesarias para la instalación de las obras complementarias se describen en el cuadro siguiente:

**Tabla 2.17 Obras de drenaje del proyecto**

CADENAMIENTO	TIPO DE OBRA	NOTAS
85+200.00	LOSA 1.5x1.2m	Obra nueva
85+600.00	LOSA 1.5x1.2m	Obra nueva
89+049.60	TUBO DE Ø=1.2m	Obra existente
89+260.00	LOSA 1.5x1.2m	Obra nueva
89+520.00	BOVEDA 2x1.5m	Obra existente
90+689.32	LOSA 1.5x1.2m	Obra existente
91+387.70	2 TUBOS DE Ø=1.5m	Obra existente
91+739.72	LOSA 1.5x1.2m	Obra existente
92+214.82	TUBO DE Ø=1.2m	Obra existente
92+715.50	TUBO DE Ø=1.2m	Obra existente
93+118.80	TUBO DE Ø=1.2m	Obra existente
93+406.50	LOSA 1.5x1.2m	Obra existente
93+918.40	TUBO DE Ø=1.2m	Obra existente
94+216.13	TUBO DE Ø=1.2m	Obra nueva
94+500.00	LOSA 1.5x1.2m	Obra nueva
94+868.40	TUBO DE Ø=1.2m	Obra existente

## E. Disposición de materiales producto de la construcción.

Los residuos sólidos que generará el proyecto durante la etapa constructiva consisten en sacos de material, pedacería de madera, acero, serán depositados en tambos debidamente identificados para poder después disponerlos en los lugares previamente autorizados por la autoridad correspondiente.



Los residuos de tipo doméstico, generados en esta fase, se almacenarán en recipientes adecuados y se dispondrán de manera reglamentaria en los lugares ex profesos y de esta manera se requiere del servicio de limpia del municipio de Zacualtipán de Ángeles para la disposición final.

Los materiales pétreos producto de excavaciones y cortes se tratarán de reutilizar en el desplante de terracerías y rellenos; sin embargo, aquel material sobrante que no cumpla con las especificaciones deseadas será dispuesto en los lugares ex profesos y autorizados por la autoridad competente, la empresa contratista será responsable de la disposición final de los mismos.

Los residuos peligrosos que se generarán como aceite lubricante gastado y sólidos impregnados (de aceite lubricante gastado) proveniente del mantenimiento de la maquinaria y equipo pesado, se manejarán de acuerdo con todo lo establecido por la reglamentación en materia de residuos peligrosos y la empresa constructora será la responsable.

## F. Colocación de pintura y señalamientos.

- Marcas en el pavimento. Son el conjunto de rayas, símbolos y letras que se pintan o colocan sobre el pavimento, con el objeto de delinear las características geométricas de las vialidades, regular y canalizar el tránsito vehicular, así como proporcionar información visual a los usuarios.
- Señales verticales. Son el conjunto de tableros instalados en postes, marcos y otras estructuras, con leyendas o símbolos que tienen por objetivo regular el uso de la vialidad, indicar los principales destinos, o transmitir al usuario un mensaje relativo a la carretera. Pueden colocarse de forma elevada (con una altura libre mayor a 5.5 metros) o bien bajas, fijas en postes de forma paralela a la carretera. A continuación, se enlistan los señalamientos verticales del proyecto.

Tabla 2.18 Señalamientos.

SEÑALAMIENTO VERTICAL					
LADO	KM	SEÑAL	TAMAÑO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Derecho	85+000	SII-14	30x120	1 PZA	KILOMETRAJE CON RUTA
Derecho	89+000	SII-15	30x76	1 PZA	KILOMETRAJE SIN RUTA
Derecho	89+340	SP-6	117x117	1 PZA	CURVA
Derecho	89+520	SR-25	117x117	2 PZA	RETORNO PERMITIDO

SEÑALAMIENTO VERTICAL					
LADO	KM	SEÑAL	TAMAÑO	CANTIDAD	DESCRIPCIÓN
Derecho	89+760	SIG-10	86x300	1 PZA	CONTROL
Derecho	89+960	SIS-19	117x117	1 PZA	PARADERO DE AUTOBÚS
Izquierdo	85+000	SII-14	30x120	1 PZA	KILOMETRAJE CON RUTA
Izquierdo	89+000	SII-15	30x76	1 PZA	KILOMETRAJE SIN RUTA
Izquierdo	89+340	SP-6	117x117	1 PZA	CURVA
Izquierdo	89+520	SR-25	117x117	2 PZA	RETORNO PERMITIDO
Izquierdo	89+760	SIG-10	86x300	1 PZA	CONTROL
Izquierdo	89+960	SIS-19	117x117	1 PZA	PARADERO DE AUTOBÚS

### G. Desmantelamiento de la infraestructura de apoyo.

Una vez concluida la realización de la obra, todo tipo de infraestructura de apoyo que se encuentre en el sitio del proyecto como los almacenes temporales de residuos peligrosos y no peligrosos, caseta de vigilancia, almacén de herramientas, etc., será desmantelada y removida en su totalidad.

## II.2.6 Operación y mantenimiento.

### A) Operación.

La construcción del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+00 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, permitirá una afluencia de bienes y servicios hacia el municipio de Zacualtipán de Ángeles y San Agustín Metzquitlán y a toda la zona conurbana de la huasteca hidalguense, de manera más rápida y segura, lo que traerá como consecuencia un incremento de empleos e ingresos económicos para los pobladores de la región.

### B) Mantenimiento.

#### Actividades de mantenimiento y su periodicidad.

Los programas de conservación preventiva y correctiva con que cuenta la Dirección General de Conservación de Carreteras Estatales deberán de llevarse a cabo para el adecuado mantenimiento de este subtramo carretero, con el objeto de que tenga un

adecuado funcionamiento y una mayor vida útil, entre otros aspectos este programa contempla las siguientes actividades:

#### Programa de conservación preventiva y correctiva

1. Prever el programa mensual inicial de conservación preventiva y correctiva, el cual deberá ser actualizado anualmente.
2. Inspeccionar la respectiva evaluación de la señalización.
3. Evaluar las obras de drenaje que presenten problemas en el momento de la inspección, remitir reporte y actuar conforme sea necesario.
4. Inspeccionar las condiciones físicas que presenten problemas.
5. Identificar e inspeccionar terraplenes que presenten en el momento de la inspección, problemas de inestabilidad, erosiones, etc.
6. Realizar periódicamente los estudios necesarios para verificar el estado de la vialidad y llevar a cabo las alternativas de solución que indiquen dichos estudios, conforme a una programación pertinente y realizando el control de calidad de las obras requeridas.

**Tipo de reparaciones a sistemas, equipos y obras. Incluir aquellos que durante el mantenimiento generen residuos líquidos y sólidos peligrosos y no peligrosos.**

#### Programa de conservación rutinaria

1. Realizar inspecciones continuas en la vialidad para poder detectar problemas y corregirlos en:
  - Invasión del derecho de vía.
  - Retiro de basura y limpieza de la superficie de rodamiento de la carretera.
  - Destrozos en general.
  - Relleno de baches en la vía
  - Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
  - Taponamientos en obras de drenaje.
  - Reparación de la señalización vertical y repintado de señalización horizontal
2. Realizar inspecciones mensuales o cuando sea necesario en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
  - Obras de drenaje.
  - Obras complementarias de drenaje.

- Señales de tipo normal.
- Daños en el camino por efecto de accidentes.
- Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc. en el pavimento.
- Colocación de propaganda no autorizada.
- Deslaves en terraplenes.
- Deshierbe y poda de vegetación en las márgenes del camino

Para las etapas de operación y mantenimiento, no se emplearán ningún tipo de recursos naturales existentes en el área del proyecto.

### **Procesos y operaciones unitarias para el mantenimiento de la infraestructura y servicios para la operación, de protección ambiental, administrativos.**

Para los servicios de protección ambiental se tienen cuantificados los siguientes:

- *Emisiones a la atmósfera.* Serán todas aquellas que sean emitidas por los vehículos en circulación sobre los subtramos carretero, las cuales se pueden estimar en función del Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) proyectado, la composición vehicular que se espera que transite por el mismo, la velocidad de proyecto, entre otros datos. La emisión de contaminantes a la atmósfera y sus efectos a la salud serán mínimos.
- *Descarga de aguas residuales.* No se generarán aguas residuales de ningún tipo.
- *Residuos sólidos.* Los residuos sólidos generados en esta etapa corresponden a aquellos productos de las actividades de mantenimiento (deshierbe, bacheo, calavereo, reposición de señales, etc.), así como aquellos que sean generados por usuarios en el camino. Dichos residuos serán recolectados por la cuadrilla de mantenimiento, y su disposición final será en los lugares ex profeso y autorizados.
- *Derrames accidentales.* Como no existe alguna restricción para los tipos de vehículos que puedan transitar por esta carretera, existe la posibilidad de que lo hagan aquellos que transporten sustancias peligrosas con el inherente riesgo de ocasionar algún derrame de los mismos en forma accidental, por lo que estas unidades deberán apegarse a los reglamentos de transporte que correspondan al caso. Por lo que este tipo de residuos no son responsabilidad directa de los ejecutantes del presente proyecto; sin embargo, el Gobierno del Estado proporcionará toda la ayuda posible para evitar o corregir cualquier tipo de siniestro relacionados con este aspecto.

## **II.2.7 Desmantelamiento y abandono de las instalaciones.**

En este tipo de obras la experiencia señala que no se da el caso de abandono, sino que por el contrario continúa siendo útil, por lo que no se están contemplando ningún tipo de programa de abandono del sitio para darle otro uso a la zona del proyecto.

## **II.2.8 Residuos.**

### **Residuos sólidos.**

En las etapas de preparación del sitio como de construcción, los residuos generados serán:

*a) De materiales pétreos (suelo, roca, arena, sedimentos, de construcción, entre otros).*

Son los generados por las actividades de excavaciones, cortes, riesgos asfálticos en donde el material sobrante será dispuesto en los lugares ex profesos que han sido seleccionados y que se encuentran autorizados por la autoridad competente.

*b) Domésticos.*

Durante la etapa de Preparación del sitio y Construcción, serán todos los generados por los servicios sanitarios y administrativos de las personas que trabajen a lo largo de la construcción del camino carretero. Estos son escasos y serán debidamente colectados y almacenados por la empresa contratista, en contenedores portátiles de basura para su posterior disposición en los rellenos sanitarios del municipio. Estos se recolectarán en contenedores portátiles, los cuales tenían las condiciones de uso obligatorio por el personal, a fin de evitar posible contaminación al suelo y subsuelo, para después depositarlos en los rellenos sanitarios más cercanos.

En la etapa de Operación y Mantenimiento, los desechos generados serán de tipo local, contemplando principalmente los de vía, generados por los automovilistas, dado su carácter de desechos municipales, no requieren técnicas especiales para su control. Los residuos se dispondrán en contenedores colocados en lugares estratégicos para su posterior disposición final en forma reglamentaria. Dichos residuos serán enviados a los lugares ex profesos y autorizados, mediante brigadas de recolección de desechos o basura, o serán trasladados directamente al relleno sanitario para su disposición final.

*c) Orgánicos (en caso de aprovechamiento de recursos naturales, como pueden ser material vegetal, suelo fértil, etc.).*

Se generarán como producto del desmonte y despalme en la etapa de preparación del sitio. Este tipo de residuos dependerá de las cantidades generadas durante el desmonte y despalme de acuerdo a las condiciones actuales de la zona del proyecto. Los recursos vegetales se traspasarán a áreas aledañas al proyecto que también presentan cierto grado de erosión para ayudar a reforestar la zona con especies nativas de la región y otras especies propicias para ello.

*d) Reutilizables y/o reciclables (papel y cartón, plásticos, metálicos, aceites y lubricantes, etc.).*

La generación de estos residuos y los lugares donde se generen serán inmediatamente limpiados toda vez que se termine con dicha acción y tendrán como destino final los lugares ex profesos y autorizados por la autoridad correspondiente.

Sin embargo, los residuos como papel, cartón, plásticos, metálicos se tratarán de reutilizar para un mejor aprovechamiento del recurso, o bien, serán enviados a empresas recicladoras.

*e) Residuos peligrosos (incluidos algunos que se encuentran en la categoría de reutilizables y/o reciclables, como aceites y lubricantes).*

Se generará aceite lubricante gastado y sólidos impregnados de aceite lubricante gastado proveniente del mantenimiento de la maquinaria y equipo pesado.

El volumen generado es variable dependiendo de las condiciones físicas del aceite y de la maquinaria en sí. El mantenimiento de la maquinaria se realizará en promedio cada 200 h de trabajo efectivas. Se manejará de acuerdo con lo establecido por la reglamentación en materia de residuos peligrosos. Serán colectados en tambos debidamente etiquetados posteriormente, dando cumplimiento en tiempo y forma a la normatividad vigente, serán enviados a disposición final en sitios ex profesos autorizados por la Secretaría.

### **Infraestructura para la minimización de residuos.**

Para cada tipo de residuos, en su caso, describir la infraestructura con la que se contará para su manejo y tratamiento:

a) *Aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, pinturas, etc.*

Se construirá un almacén temporal de residuos peligrosos, provisto de techo, base de concreto, fosa de retención, canaletas y provisto de extintor. Tendrá una capacidad para almacenar temporalmente 4 tambos de 200 litros.

b) *Residuos sólidos (basura).*

Se contará con un lugar provisto con botes para la disposición de la basura orgánica e inorgánica. Posteriormente, será dispuesta en el relleno sanitario del municipio de influencia del proyecto. Se tendrán disponibles 6 tambos de 200 litros para el almacenamiento temporal de la basura.

c) *Emisiones de gases de combustión y partículas suspendidas.*

Aunque este evento es temporal se consideran mínimas para este desarrollo del proyecto. Se supervisará que la maquinaria y camiones presenten su calcomanía de verificación correspondiente, así también se realizará un mantenimiento preventivo.

Para el caso de dispersión de polvos se supervisará que se riegue en forma periódica los accesos. Así mismo, se verificará que los camiones materialistas lleven consigo lonas para cubrir las cajas y evitar la dispersión de partículas.

## **II.2.9 Generación de gases efecto invernadero.**

### **II.2.9.1 Por etapa del proyecto.**

#### **Preparación del sitio y Construcción.**

a) *De combustión.*

Son las emisiones generadas por la maquinaria y equipo utilizado en las diferentes etapas constructivas. Con la finalidad de prevenir y controlar las emisiones se supervisará que todos los equipos y vehículos presenten su calcomanía de verificación correspondiente y se realizarán mantenimientos preventivos.

b) *Sólidos suspendidos.*

Las emisiones de polvos generados serán producto de las operaciones constructivas (desmonte, despilme, excavación, cortes, tendido de terraplenes, bases, subbases, etc.) y el acarreo y transporte de materiales. Con la finalidad de controlar las emisiones el proyecto contempla el riego en forma periódica y cubrir con lonas los camiones que transporten los materiales.

Con la finalidad de prevenir y controlar las emisiones generadas por la combustión de maquinaria y equipo ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ , CFC y  $O_3$ ), utilizado en la etapa de preparación del sitio y construcción, se supervisará que todos los equipos y vehículos presenten su calcomanía de verificación correspondiente por los centros autorizados por la secretaría.

**Operación y mantenimiento.**

Para la etapa de operación y mantenimiento se invitará a la población en general a realizar la verificación correspondiente de todo tipo de vehículos, en centros autorizados por la Secretaría.



### III ANÁLISIS DE VINCULACIÓN JURÍDICA.

#### III.1 Ordenamiento Ecológico Territorial estado de Hidalgo.

Con base en el Ordenamiento Ecológico Territorial Estado de Hidalgo (OETH), publicado en marzo de 2001 (modificado 16 de febrero de 2009) en el Periódico Oficial Estatal, el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se ubica dentro de las **Unidades de Gestión Ambiental (UGA) No. XII y XIII**. Estas Unidades de Gestión Ambiental (UGA) presentan las siguientes características:

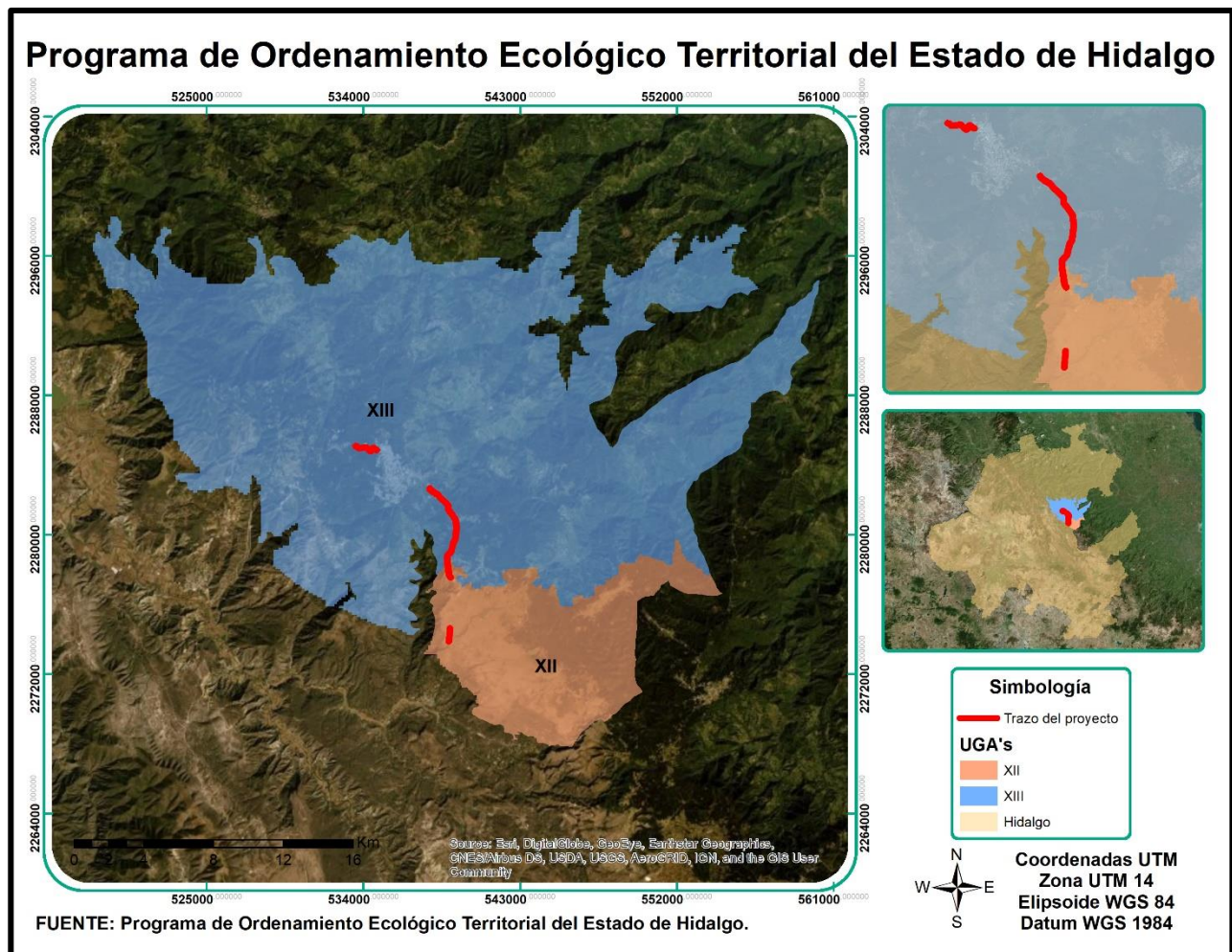


Figura 3.1 Ubicación del proyecto dentro de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA) del Programa Ecológico Territorial del estado de Hidalgo.

**UGA XII.-** Meseta que tiene una altura media de 1,600 msnm, en una superficie de 100.1 km<sup>2</sup>, formada por basaltos, vulcanitas; en parte cubierta con aluvios, con agricultura de temporal, pastizales y matorral xerófilo, sobre feozem háplico y calcárico; en su uso predominante agrícola deberán aplicarse ecotécnicas. Abarca parte de los municipios de **San Agustín Metzquititlán y Zacualtipán.**

**UGA XIII.-** Se conforma por montañas de más de 1,400 msnm, en una superficie de 549.9 km<sup>2</sup> de origen volcánico, con calizas, lutitas, areniscas, basaltos, tobas ácidas, brechas y vulcanitas, con pinares, encinares, pastizales y agricultura de temporal, sobre litosoles, rendzinas, feozem háplico y calcárico. Se explotan principalmente las especies maderables del bosque con un sistema de manejo integral muy exitoso, el cual deberá continuar, integrando otras zonas que aún no tienen ese tipo de aprovechamiento. Abarca los municipios de **Zacualtipán, Metzquititlán, San Agustín Metzquititlán, Molango, Xochicoatlán y Tianguistengo.**

La política ambiental, la asignación de usos de suelo para el ordenamiento ecológico del territorio en las UGA XII y XIII, así como los criterios ecológicos se muestra en el cuadro siguiente:

**Tabla 3.1 Políticas ambientales y asignación de usos de suelo para el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo en las UGA XII y XIII.**

No. UGA	UNIDAD GEOECOLÓGICA	PRINCIPALES PROBLEMAS	POLÍTICAS ECOLÓGICAS	POTENCIALES	USO PROPUESTO
XII	2.3.3. Montañas altas (1700- 2500 m) volcánicas, formadas por rocas extrusivas; basaltos, tobas ácidas, brechas y vulcanitas con pinares, pin-encinares, focos de agricultura temporal y matorral xerófilo sobre feozem háplico, litosoles y regosoles. 2.3.4. Mesetas, altiplanos y valles volcánicos (1700-3000m) formados por basaltos y vulcanitas en parte cubiertos por aluvios con agricultura temporal, pastizales, agricultura de riego y matorral xerófilo sobre feozem háplico y calcárico, vertisoles, rendzinas y litosoles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Temporal irregular</li> <li>• Limitada diversificación productiva</li> <li>• Migración</li> </ul>	Aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola</li> <li>• Pecuario</li> <li>• Forestal</li> <li>• Minero</li> <li>• Ecológico</li> <li>• Turístico</li> </ul>	Predominante <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura</li> </ul> Compatible <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ganadería</li> <li>• Turismo alternativo</li> <li>• Ecológico</li> </ul> Condicionado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal</li> <li>• Minero</li> <li>• <u>Infraestructura</u></li> <li>• Asentamientos humanos</li> </ul>

No. UGA	UNIDAD GEOECOLÓGICA	PRINCIPALES PROBLEMAS	POLÍTICAS ECOLÓGICAS	POTENCIALES	USO PROPUESTO
XIII	2.4.2. Montañas altas (1700-2500 m) estructuro-denutivas, formadas por calizas cristalinas y en ocasiones lititas con bosque mesófilo, pinares naturales densos, pin-encinares, pastizales y focos de agricultura temporal sobre rendzinas, litosoles y regosoles eúctico.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deforestación</li> <li>• Incendios forestales</li> <li>• Uso inadecuado de recursos forestales</li> <li>• Marginación</li> </ul>	Aprovechamiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola</li> <li>• Pecuario</li> <li>• Forestal</li> <li>• Minero</li> <li>• Ecológico</li> <li>• Turístico</li> </ul>	Predominante <ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal</li> </ul> Compatible <ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo alternativo</li> <li>• Ecológico</li> </ul> Condicionado <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura</li> <li>• Ganadería</li> <li>• Minero</li> <li>• <u>Infraestructura</u></li> <li>• Asentamientos humanos</li> </ul>

FUENTE: Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo.

**Cuadro 3.1 Política ambiental y uso de suelo de las UGA XII y XIII.**

No. UGA	POLÍTICA AMBIENTAL	USO PREDOMINANTE	USO COMPATIBLE	USO CONDICIONADO	CRITERIOS ECOLÓGICOS
XII	Aprovechamiento	Agrícola	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pecuario</li> <li>• Turismo alternativo</li> <li>• Ecológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Forestal</li> <li>• Industrial</li> <li>• Urbano</li> <li>• <b>Infraestructura</b></li> <li>• Flora y fauna</li> <li>• Minero</li> </ul>	<b>Ei.-</b> 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 46, 48, 49, 51, 53, 58, 59, 60, 70, 71, 72, 73, 76, 81, 83. <b>C.-</b> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19. <b>Ff.-</b> 1, 2, 3, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 23, 27, 28, 29, 30. <b>Mae.-</b> 2, 5, 6, 7, 10, 12, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 34, 43, 46, 50, 51, 53, 54, 55.
XIII	Aprovechamiento	Forestal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Turismo alternativo</li> <li>• Flora y fauna</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agrícola</li> <li>• Pecuario</li> <li>• Industrial</li> <li>• Urbano</li> <li>• <b>Infraestructura</b></li> <li>• Minero</li> </ul>	<b>Ei.-</b> 1, 3, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 39, 46, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 58, 59, 60, 66, 68, 70, 71, 73, 76, 79, 81, 83. <b>C.-</b> 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18, 19. <b>Ff.-</b> 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34. <b>Mae.-</b> 1, 2, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 21, 22, 23, 24, 27, 33, 34, 46, 49, 51, 54, 55, 57, 59.

FUENTE: Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo.

La descripción de las políticas ambientales aplicables al presente proyecto en ambas UGA es la siguiente:

**Aprovechamiento.** Se aplica en general cuando el uso del suelo es congruente con su vocación natural. Se refiere al uso de los recursos naturales desde la perspectiva de respeto a su integridad funcional, capacidad de carga, regeneración y funcionamiento de los geosistemas, a lo que debe agregarse que la explotación de los recursos deberá ser útil a la sociedad y no impactar negativamente al ambiente.

El criterio fundamental de esta política es llevar a cabo una reorientación de la forma actual de aprovechamiento de los recursos naturales, más que un cambio en los usos, lo cual permitirá mantener la fertilidad de los suelos, evitar la erosión, aprovechar racionalmente el agua, reducir los niveles de contaminación y degradación de los suelos, las aguas y el aire y conservar e incrementar la cubierta vegetal entre otros aspectos.

La mayor parte del área de Hidalgo se propone con esta política, con el fin de consolidar el uso agropecuario y forestal en extensas áreas, buscando a su vez utilizar de forma racional las potencialidades naturales y humanas, lo que permitirá a mediano y largo plazo el desarrollo socio – económico para áreas que actualmente presentan altos grados de marginación y pobreza.

De acuerdo al uso condicionado que se le puede dar al suelo en estas UGA, es posible desarrollar el proyecto **“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”**, bajo ciertos criterios técnicos y ecológicos, y con apego a la legislación ambiental vigente, además de que se trata de una obra cuyos mayores impactos ya han sido generados, al existir ya una carretera y lo que se busca es ampliarla, así como por las actividades antropogénicas de los alrededores.

Los criterios ecológicos aplicables a la zona donde se desarrollará el proyecto, de acuerdo con su naturaleza, son los siguientes:

**Cuadro 3.2 Análisis de los criterios ecológicos aplicables de las UGA XII y XIII para el área donde se desarrollará el proyecto.**

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
1	Los planes de desarrollo urbano deberán de considerar la instalación de sistemas eficientes de transporte colectivo; ciclopistas, calles peatonales, lineamientos ecológicos para la construcción de	No aplica el presente criterio para el proyecto, debido a la naturaleza del proyecto, sin embargo, se contempla la vinculación con el Plan Municipal de

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
	viviendas, áreas verdes con especies nativas; zonas de amortiguamiento en el entorno de las áreas de riesgo por fragilidad natural, las actividades peligrosas, el paso de ductos y gaseoductos, los rellenos sanitarios y otros elementos que pongan en peligro la salud, calidad ambiental o vida de la población; así mismo, la construcción de obras para prevenir estos riesgos.	Desarrollo Urbano de Centro de Población Zacualtipán de Ángeles.
3*	La instalación de cualquier tipo de infraestructura, fuera y dentro de los asentamientos humanos, además de aquella necesaria para desarrollar actividades de protección, educación ambiental, investigación y rescate arqueológico, estará sujeta a la autorización en materia de impacto ambiental.	El proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se ajusta y da cumplimiento a este artículo, presentando ante la Secretaría la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, para su evaluación y autorización.
5	La instalación de infraestructura estará sujeta a manifestación de impacto ambiental.	Se ajusta y da cumplimiento con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para su evaluación y dictaminación ante la Semarnat, con fundamento en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 5º, inciso B) Vías Generales de Comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; [...] y O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas [...]
7	Se promoverá el establecimiento de centros de acopio para el reciclaje de basura.	Se establecerá un almacén temporal de residuos no peligrosos, en donde se clasificará y separará los residuos producto de las actividades del proyecto, para posteriormente reciclar los materiales que puedan ser reutilizados.
8	Los asentamientos humanos mayores a 2,500 habitantes deberán contar con infraestructura para el acopio y/o manejo de desechos sólidos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
9	Los asentamientos humanos menores a 2,500 habitantes deberán contar con un programa de reducción, recolección y reciclaje de desechos sólidos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
10	Las instalaciones construidas para los fines autorizados, deberán contar con un programa de reducción, recolección y reciclaje de desechos sólidos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
11	La disposición final de lodos producto del dragado deberá hacerse en sitios alejados de cuerpos de agua.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
12	Los asentamientos humanos y desarrollos turísticos deberán contar con un programa integral de reducción, separación y disposición final de desechos sólidos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
13*	Las instalaciones para la disposición final de los desechos sólidos deberán apegarse a las especificaciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
14*	La ubicación y operación de sitios destinados a rellenos sanitarios, deberán observar las disposiciones de la NOM-083-SEMARNAT-2003.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
16	La ubicación y número de los sitios para la disposición final de desechos sólidos estará determinado por una manifestación de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
17	<b>No se permite la quema de desechos vegetales producto del desmonte.</b>	<b>El promovente deberá establecer esta medida a lo largo de todo el proyecto, además de instalar anuncios que así lo indiquen y realizar una estricta vigilancia para evitar esta actividad.</b>
18	<b>Se promoverá el composteo de los desechos vegetales.</b>	<b>La empresa ejecutora del proyecto contratará los servicios de personal capacitado para determinar si los desechos vegetales producto de las actividades de desmonte y despalle pueden ser utilizados en composteo. De ser factible se implementará esta actividad, en caso contrario, se dispondrán los residuos en bancos de tiro autorizados por el municipio.</b>
21	<b>Se promoverá la instalación de letrinas secas y/o la instalación de infraestructura para el manejo adecuado de las excretas humanas y animales.</b>	<b>Se instalarán sanitarios portátiles durante las actividades constructivas, los cuales serán supervisados constantemente para su adecuado uso, limpieza y mantenimiento.</b>
22*	Los desarrollos turísticos deberán contar con un sistema integral de reducción de desechos biológico infecciosos asociados y ajustarse a lo establecido en la NOM-087-SEMARNAT-SSA1-2002.	No aplica el presente criterio para el proyecto.

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
23	Las descargas del drenaje en zonas naturales deberán contar con sistemas de tratamiento.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
24	Los desarrollos turísticos deberán estar conectados al drenaje municipal o contar con un sistema de tratamiento de agua <i>in situ</i> .	No aplica el presente criterio para el proyecto.
25*	Las instalaciones industriales y habitacionales mayores a 2,500 habitantes deberán contar con un sistema de tratamiento de agua <i>in situ</i> .	No aplica el presente criterio para el proyecto.
26	La recolección de residuos deberá estar separada de la canalización del drenaje pluvial y sanitario en el diseño de calles y avenidas, además de considerar el flujo y colecta de aguas pluviales.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
27	Las descargas de los asentamientos humanos mayores a 2,500 habitantes deberán dirigirse a plantas de tratamiento de aguas residuales.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
28*	Toda descarga de aguas residuales deberá cumplir con la NOM-SEMARNAT-001-1996, NOM-SEMARNAT-002-1996, la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
29	En los asentamientos humanos menores a 2,500 habitantes deberán tratar las aguas grises <i>in situ</i> .	No aplica el presente criterio para el proyecto.
30	Las instalaciones construidas para los fines autorizados deberán tratar las aguas grises <i>in situ</i> .	No aplica el presente criterio para el proyecto.
31	En los asentamientos humanos menores a 2,500 deberán dirigir sus descargas hacia sistemas alternativos para el manejo de las aguas residuales, tales como letrinas y biodigestores.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
32*	Los desarrollos turísticos y asentamientos humanos deberán contar con un sistema integral de colecta, minimización, tratamiento y disposición de aguas residuales, de acuerdo con lo establecido en la NOM-SEMARNAT-001-1996 y NOM-SEMARNAT-002-1996.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
33	Se promoverá la utilización de aguas pluviales previo tratamiento y eliminación de grasas y aceites.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
39	Los lodos activados producto del tratamiento de las aguas residuales, deberán ser usados como mejoradores de suelos, siempre y cuando no rebasen la concentración máxima permitida de los residuos peligrosos enlistados en la NOM-CRP-001-ECOL/1993.	No aplica el presente criterio para el proyecto.

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
46	La construcción de infraestructura vial requiere de evaluación de impacto ambiental.	Se ajusta y da cumplimiento con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para su evaluación y dictaminación ante la Semarnat, con fundamento en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, artículo 5º, inciso B) Vías Generales de Comunicación: Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; [...] y O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas [...]
48	Quedan prohibidas las quemas de desechos sólidos y vegetación, la aplicación de herbicidas y defoliantes y el uso de maquinaria pesada para el desmonte de derechos de vía.	La empresa contratista encargada de la ejecución del proyecto implementará letreros visibles en donde se prohíba la quema de desechos sólidos y vegetación y bajo ningún concepto se utilizarán herbicidas o defoliantes. En el caso del uso de maquinaria pesada para el desmonte de derechos de vía sólo se realizará en los casos en donde no exista otra alternativa para realizar el desmonte.
49	Los taludes en caminos se deberán estabilizar con vegetación nativa.	En el presente proyecto se considera como medida la revegetación con vegetación nativa para estabilizar los taludes y linderos de los subtramos de la carretera a ampliar y modernizar.
50	Los caminos y terracerías existentes deberán contar con un programa de restauración que garantice en las orillas su repoblación con vegetación nativa.	Se contará con un programa de revegetación que considera la repoblación de las orillas o márgenes de la carretera, utilizando vegetación nativa.
51	Los bordes de caminos rurales deberán ser protegidos con árboles y arbustos preferentemente nativos.	La realización del presente proyecto no contempla caminos rurales; no obstante, el proyecto tiene contemplado la revegetación con vegetación nativa en los bordes de los subtramos de la carretera a ampliar y modernizar.
52*	No se permite el derribo de árboles y arbustos ubicados en las orillas de los caminos rurales, a excepción de aquellos que sean autorizados previa evaluación en materia de impacto ambiental.	El proyecto únicamente tiene contemplado remover aquellos árboles y arbustos estrictamente necesarios para la realización de la ampliación del proyecto, mismos que son los que se encuentran manifestados en este estudio (Cap. IV); por lo que con la presentación ante la Semarnat de esta Manifestación de Impacto



EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
		Ambiental modalidad Regional, para su evaluación y autorización. se cumplirá certeramente con este criterio.
53	Los caminos de acceso deberán contar con reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna.	El promovente deberá instalar reductores de velocidad y señalamientos de protección a la fauna, además de vigilar que se lleven a cabo estas medidas a lo largo de todo el proyecto.
58	La instalación de líneas de conducción de energía eléctrica, telefonía y telegrafía (postes, torres, estructuras, equipamiento y antenas), deberá ser autorizada mediante la evaluación de una manifestación de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
59	La instalación de infraestructura se debe hacer preferentemente sobre el derecho de vía de los caminos.	La modernización y ampliación de los subtramos que van del km 85+000 al km 85+760 y del km 89+000 al km 94+920, tendrán un ancho de corona de 22 m, y el subtramo del km 98+980 al km 100+560 de 12 m, ambos tipos de camino se llevarán a cabo sobre la superficie correspondiente al derecho de vía de la carretera federal actual.
60	Se promoverá la instalación de fuentes alternativas de energía.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
66	No está permitida la instalación de campos de golf.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
68	Se promoverá la instalación de infraestructura pública y sistemas domésticos para la captación del agua de lluvia proveniente de pisos, terrazas, techos y pavimento.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
70	Toda infraestructura nueva para abastecimiento de agua deberá presentar una manifestación de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
71	La infraestructura hidráulica para abastecimiento de agua potable y de riego ya existente, estará sujeta a la evaluación y regulación que se establezca en un programa de manejo.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
72	Los proyectos sólo podrán desmontar las áreas destinadas a construcciones y caminos de acceso en forma gradual, de conformidad al avance del mismo y en apego a las condicionantes de evaluación de impacto ambiental.	Las áreas a desmontar para la realización de las obras de ampliación y modernización de la Carretera Federal México 105, se realizarán de manera gradual, con la finalidad de minimizar los impactos generados y no entorpecer la circulación de esta importante vialidad.

EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA (EI)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
73	No deben usarse productos químicos ni fuego en la reparación y mantenimiento de derechos de vía.	Quedará estrictamente prohibido el uso de productos químicos y de fuego para las actividades de mantenimiento y reparación de derechos de vía de la carretera.
76	Las áreas urbanas y/o turísticas deben contar con infraestructura para la captación del agua pluvial.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
79	Los caminos, andadores y estacionamientos deberán estar revestidos con materiales que permitan tanto la infiltración del agua pluvial al subsuelo, así como un drenaje adecuado.	El proyecto ejecutivo contempla realizar actividades de revegetación con especies nativas, para favorecer la infiltración de aguas pluviales al subsuelo; además se contarán con varias obras de drenaje menor a lo largo de los subtramos carreteros, para permitir un adecuado flujo del agua pluvial.
81	En la construcción de letrinas y fosas sépticas se deberán utilizar materiales filtrantes.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
83*	En desarrollos urbanos y turísticos, las características de las construcciones estarán sujetas a la autorización del impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.

\*Nota: De acuerdo al decreto gubernamental que modifica los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo, publicado el 16 de febrero de 2009 en el Periódico Oficial.

CONSTRUCCIÓN (C)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
1	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa.	Los residuos de materiales derivados de obras y excavaciones serán reutilizados en caso de que dicho material cumpla con las características necesarias y aquel material que no cumpla con las características requeridas será enviado a lugares ex profeso y autorizados por la Secretaría; por lo que antes de iniciar el proyecto la empresa contratista deberá definir los bancos de tiro, con la finalidad de evitar el daño a otras áreas adyacentes al área del proyecto. Se vigilará que bajo ninguna circunstancia se depositen materiales o residuos sobre la vegetación nativa.
2	Deberán tomarse medidas preventivas para la eliminación de grasas, aceites, emisiones atmosféricas, hidrocarburos y ruido provenientes de la maquinaria en uso en las etapas de preparación de sitio, construcción y operación.	Todos los vehículos que participen en la obra contarán con verificación vehicular y recibirán afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado. Asimismo, los residuos peligrosos generados como aceites lubricantes gastados y sólidos impregnados de aceites y

CONSTRUCCIÓN (C)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
		<p>grasas serán manejados conforme a la normatividad vigente.</p> <p>El personal que trabaje durante las etapas del proyecto deberá contar con un equipo protector de ruido.</p>
3	<p>La construcción de cualquier edificación residencial y de infraestructura, estará sujeta a una evaluación del impacto ambiental.</p>	<p>Se cumple con este criterio mediante la presentación de Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional para su evaluación y dictaminación por parte de la secretaría.</p>
4	<p>En la construcción de zonas residenciales y viviendas deberán incluirse tecnologías ambientales tales como: plantas de tratamiento, reutilización de agua, reciclamiento de basura, aprovechamiento de energía solar, entre otras.</p>	<p>No aplica el presente criterio para el proyecto.</p>
5	<p>Previo a la preparación y construcción del terreno, se deberá llevar a cabo un rescate de ejemplares de flora y fauna susceptibles de ser reubicados en áreas aledañas.</p>	<p>De acuerdo con la visita realizada para el levantamiento de especies de flora y fauna que serán perturbadas por el desarrollo del proyecto, previo a empezar a ejecutar las actividades de preparación del sitio, se considera realizar la reubicación de los individuos arbustivos y arbóreos afectados que sean factibles de rescatar, con la finalidad de minimizar los daños al ambiente ocasionados por el desarrollo del proyecto.</p> <p>Asimismo, se tiene contemplado ejecutar acciones de ahuyentamiento, rescate y liberación de fauna silvestre que pudiera verse afectada.</p>
6	<p>Los campamentos de construcción deberán ubicarse en áreas perturbadas, nunca sobre ecosistemas relevantes.</p>	<p>A lo largo de los subtramos del proyecto se encuentran algunas áreas perturbadas por actividades antropogénicas, como lo son asentamientos humanos y zonas agropecuarias; por lo que, la empresa contratista deberá de instalar el campamento de construcción en estas áreas perturbadas y nunca sobre ecosistemas relevantes y/o vegetación nativa.</p>
7	<p>Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y disposición de desechos sanitarios en áreas autorizadas por el municipio.</p>	<p>La empresa contratista encargada de la ejecución del proyecto contratará sanitarios móviles para conseguir la adecuada recolección y disposición de desechos sanitarios.</p>
8	<p>Los campamentos de construcción deberán contar con un sistema de recolección y</p>	<p>La empresa contratista estará obligada a proporcionar los suficientes recipientes adecuados para la recolección de residuos</p>

CONSTRUCCIÓN (C)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
	disposición de desechos sólidos en áreas autorizadas por el municipio.	sólidos; además deberá de contar con almacenes temporales para cada tipo de residuo, así como enviar estos residuos a disposición final mediante empresas autorizadas por la autoridad correspondiente.
9	Al finalizar la obra deberá removerse toda la infraestructura asociada al campamento.	La empresa contratista encargada de ejecutar el proyecto deberá remover toda la infraestructura asociada con el campamento.
10	Cualquier abandono de actividad deberá presentar un programa de restauración del sitio.	En caso de abandonar el proyecto se presentará un programa de abandono y restauración de sitio ante la Secretaría.
11	Se deberá elaborar un plan de restauración del sitio en los lugares en donde existen construcciones abandonadas.	En el área del proyecto no existen construcciones abandonadas, por lo tanto, el presente criterio no aplica al proyecto.
12	El uso de explosivos, durante la construcción de cualquier tipo de obra, infraestructura o desarrollo está sujeto a manifestación de impacto ambiental y a los lineamientos de la Secretaría de la Defensa.	El desarrollo del proyecto no contempla la utilización de explosivos, por lo tanto, el presente criterio no aplica al proyecto.
13*	No se permite la utilización de explosivos, sin la autorización previa de la Secretaría de la Defensa y la en materia de Impacto Ambiental, cuidando en todo momento no poner en riesgo a la población.	No se utilizarán explosivos en ninguna etapa del proyecto.
14	Los productos primarios de las construcciones (envases, empaques, cemento, cal, pintura, aceites, aguas industriales, desechos tóxicos, etc.), deberán disponerse en confinamientos autorizados por el municipio.	Los residuos generados por la construcción del proyecto serán almacenados, recolectados y llevados a disposición final en sitios autorizados. Se deberán de establecer almacenes temporales para cada tipo de residuo (peligrosos y no peligrosos) para después contratar a empresas autorizadas para su adecuada disposición final en sitios autorizados por el municipio o la SEMARNAT, según corresponda.
15	Para la edificación de cualquier infraestructura se deberá dar preferencia a la utilización de materiales de la región.	La empresa contratista será responsable de buscar bancos de materiales autorizados dentro de la región y deberá de dar preferencia a la utilización de materiales de la zona, dando así, apoyo a la economía local y disminuyendo los gastos de construcción.
16	El almacenamiento y manejo de materiales deberá evitar la dispersión de polvos.	La empresa contratista encargada de ejecutar el proyecto deberá almacenar adecuadamente aquellos materiales que puedan dispersarse; así como ordenar el uso de lonas en el transporte de

CONSTRUCCIÓN (C)		VINCULACIÓN AL PROYECTO
		dichos materiales, con la finalidad de evitar la dispersión de polvos.
18	Se deberá procurar la mínima perturbación a la fauna en la movilización de trabajadores y flujo vehicular durante la construcción de obras.	El proyecto se llevará a cabo a lo largo de la Carretera Federal México 105, por lo que, la zona del proyecto se encuentra perturbada constantemente por el tránsito vehicular; sin embargo, se tiene considerado implementar acciones de ahuyentamiento y rescate de especies faunísticas que pudieran verse afectadas por las actividades constructivas, de esta manera se minimizará la perturbación de la fauna que pueda encontrarse en las inmediaciones del proyecto y las áreas circundantes. Asimismo, se capacitará al personal en educación ambiental y se instalarán señales referentes al cuidado de flora y fauna de la zona.
19	Los camiones transportistas de material se deberán cubrir con lonas durante la construcción de obras.	El transporte de material geológico y residual, se deberá realizar en camiones de volteo, sin que el material sobrepase las paredes del platón y cubrirlo con una lona que caiga 30 cm de lado a lado y por la parte de atrás, para evitar el levantamiento de polvo durante su transporte o la pérdida por caída de material.

\*Nota: De acuerdo al decreto gubernamental que modifica los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo, publicado el 16 de febrero de 2009 en el Periódico Oficial.

FLORA Y FAUNA (Ff)		CUMPLIMIENTO
1	Esta unidad se declara incluida dentro del corredor biológico.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
2*	<b>Ningún tipo de actividad diferente a las autorizadas en la Manifestación de Impacto Ambiental debe alterar el desarrollo de las comunidades de flora y fauna y su interacción con los ecosistemas naturales</b>	Las actividades que comprenden el desarrollo del proyecto serán las que están incluidas en el estudio que se está presentando para su evaluación y dictaminación.
3	En terrenos con pendientes mayores al 30% se prohíbe toda actividad agropecuaria y deberá propiciarse la conversión a su Estado original	No aplica el presente criterio para el proyecto.
4	Se establecerán zonas de amortiguamiento entre las áreas de protección y aprovechamiento; a partir del límite del área de protección, con un ancho mínimo de 100 metros.	No aplica el presente criterio para el proyecto.

FLORA Y FAUNA (Ff)		CUMPLIMIENTO
6	Se deben establecer zonas de amortiguamiento entre las áreas de conservación y restauración; a partir del límite del área de conservación, con un ancho mínimo de 100 metros	No aplica el presente criterio para el proyecto.
7	El aprovechamiento de leña para uso doméstico deberá sujetarse a lo establecido en la NOM-RECNAT-012-1996.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
8	El aprovechamiento de plantas medicinales y no medicinales o forestales (usos alimenticios, rituales, ornamentales, etc.) deberá ser restringido al uso doméstico. Cualquier proyecto de explotación intensivo se deberá desarrollar bajo el esquema de UMAS.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
9	<b>Se prohíbe la extracción y captura de flora y fauna silvestre con fines comerciales.</b>	<b>Se capacitará a los trabajadores para concientizarlos sobre la importancia de la protección de la flora y fauna. Con la aplicación de las medidas de mitigación y compensación contempladas en este estudio, se cumple con este criterio.</b>
10	Se permite el aprovechamiento de flora y fauna con fines de autoconsumo por parte de las comunidades locales, condicionado a los permisos establecidos con las autoridades competentes.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
11*	Se prohíbe la captura y comercialización de las especies de fauna con status de protección incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 y se permite la captura y comercio de fauna silvestre sin estatus comprometido de acuerdo a los calendarios cinegéticos correspondientes.	No aplica el presente criterio para el proyecto ya que no se tienen especies con estatus de protección y peligro de extinción de acuerdo a la norma NOM-059-SEMARNAT-2001.
12*	Se prohíbe la tala o desmonte de la vegetación marginal de los cuerpos de agua, a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio, ya que el área del proyecto no se encuentra cercana a cuerpos de agua naturales.
13*	Se promoverá el uso de técnicas tradicionales en el aprovechamiento de los recursos naturales, previa autorización de autoridad competente.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
14	Se prohíbe la modificación de las áreas de ovoposición de anfibios, reptiles y aves	No aplica el presente criterio para el proyecto.
15	Todas las actividades desarrolladas deberán garantizar la estructura, tamaño y permanencia de las poblaciones de aves canoras y de ornato	No aplica el presente criterio para el proyecto.

FLORA Y FAUNA (Ff)		CUMPLIMIENTO
16	En el área de servicios, deberán dejarse en pie los árboles más desarrollados de la vegetación original.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
18	Se promoverá la instalación de viveros e invernaderos con especies nativas	No aplica el presente criterio para el proyecto.
19	Solo se permite la caza y comercio de fauna silvestre dentro de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).	No aplica el presente criterio para el proyecto.
21	Se promoverá la instalación de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS) en la modalidad de manejo intensivo para uso comercial, repoblación o recreación.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
22	El aprovechamiento de las hojas de palmas sólo se permitirá en las Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento de la Vida Sustentable (UMAS).	No aplica el presente criterio para el proyecto.
23	Las autoridades, en coordinación con los centros de investigación, promoverán la reproducción de especies faunísticas en cautiverio.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
25	La introducción de especies exóticas con fines de cultivos, deberá hacerse a través de un programa de manejo.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
26*	Se prohíbe el uso de explosivos y dragados a excepción de aquellos que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
27	En las áreas de jardines se emplearán preferentemente plantas nativas y, el uso de especies exóticas se restringirá a aquellas especies cuya capacidad de propagación este suprimida.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
28	Los jardines botánicos, viveros, parques ecológicos y unidades de producción de flora y fauna deberán estar asociados a los programas y actividades de ecoturismo de aquellas zonas con potencial turístico	No aplica el presente criterio para el proyecto.
29	Los viveros deberán incorporar el cultivo de especies arbóreas y/o arbustivas nativas para forestación	No aplica el presente criterio para el proyecto.

FLORA Y FAUNA (Ff)		CUMPLIMIENTO
30	Se deberán establecer viveros e invernaderos para producción de plantas de ornato o medicinales con fines comerciales	No aplica el presente criterio para el proyecto.
31	El aprovechamiento de flora silvestre y hongos sin estatus comprometido deberá contar con un programa de manejo autorizado.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
32	<b>Se prohíbe la captura y comercio de aves silvestres con fines comerciales, fuera de Unidades de Conservación, Manejo y Aprovechamiento Sustentable de la Vida Silvestre (UMAS).</b>	<b>Con la aplicación de las medidas de mitigación y compensación contempladas en este estudio, se cumple con este criterio.</b>
34	Se deberá regular las actividades productivas y recreativas en las zonas de anidación y reproducción de fauna	No aplica el presente criterio para el proyecto.

\*Nota: De acuerdo al decreto gubernamental que modifica los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo, publicado el 16 de febrero de 2009 en el Periódico Oficial.

MANEJO DE ECOSISTEMAS (Mae)		CUMPLIMIENTO
1*	<b>Se prohíbe el cambio de uso del suelo que implique eliminación de cubierta arbórea, fuera de los centros de población, a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.</b>	<b>Se cumple el criterio mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental para su evaluación y dictaminación correspondiente. Así mismo se presentará para su evaluación y dictaminación el correspondiente Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo.</b>
2	<b>Se promoverá la conversión de áreas no arboladas hacia la reforestación.</b>	<b>Para dar cumplimiento a este criterio, se ejecutarán actividades de revegetación con especies nativas en zonas desprovistas cercanas al proyecto.</b>
5	Las obras de acceso al cuerpo de agua deberán ser evaluadas y aprobadas por una manifestación de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
6	En los bancos de material pétreo, se deberá evitar la filtración y lixiviado de desechos sólidos y/o líquidos en el acuífero.	No aplica el presente criterio para el proyecto, ya que la explotación de los bancos pétreos no es considerada en el presente estudio.
7	No se permite el uso de bancos de material pétreo como rellenos sanitarios cuando estos tengan afloramiento del manto freático.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
10*	<b>Se prohíbe la obstrucción y modificación de escurrimientos pluviales a excepción de aquellas que sean autorizadas previa evaluación en materia de impacto ambiental.</b>	<b>Se ajusta debido a que, el proyecto contempla la construcción, rehabilitación y mantenimiento de las obras de drenaje menor necesarias para poder mantener los patrones de escurrimientos pluviales.</b>



MANEJO DE ECOSISTEMAS (Mae)		CUMPLIMIENTO
11	Se prohíbe la eliminación de la vegetación arbórea o natural en los bordes de los cuerpos de agua naturales a una distancia no menor de diez metros al borde del cauce.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
12	Se promoverá la restauración de la vegetación en las inmediaciones de los cauces de arroyos y ríos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
13	Se prohíben las quemas en un área de 100 m alrededor de los cauces naturales.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
14	Se prohíbe el desmonte, despalme y modificaciones a la topografía en un radio no menor de 50 m., alrededor de cavernas.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
15	En las áreas urbanizadas, los espacios abiertos conservarán la cubierta correspondiente al estrato arbóreo.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
17	<b>Se promoverá la reforestación, ésta deberá hacerse con flora nativa.</b>	<b>Para mitigar los impactos generados por el desarrollo del proyecto, se realizarán actividades de rescate y reubicación de especies de flora; asimismo, se tiene considerado implementar actividades de plantación con vegetación nativa en la zona.</b>
18	<b>Se promoverá la restauración con especies productoras de madera para leña.</b>	<b>El programa de revegetación deberá de considerar algunas especies productoras de madera para leña.</b>
19	Los bancos de préstamo de arena o material pétreo deberán restaurarse mediante la reforestación con especies arbóreas y arbustivas nativas.	No aplica el presente criterio para el proyecto, ya que la explotación de los bancos pétreos no es considerada en el presente estudio.
20	En la restauración de bancos de préstamo de material pétreo, se deberá asegurar el desarrollo de la vegetación plantada y en su caso se repondrán los ejemplares que no sobrevivan.	No aplica el presente criterio para el proyecto, ya que la explotación de los bancos pétreos no es considerada en el presente estudio.
21	<b>Las zonas perturbadas deberán entrar a un esquema de restauración, permitiéndose la recuperación natural de la vegetación.</b>	<b>Se ajusta cumpliendo con el programa de revegetación, ya que este permitirá la restauración de las zonas perturbadas del proyecto.</b>
22	<b>Sólo se permitirá desmontar la cobertura vegetal necesaria para la restauración y mantenimiento del sitio.</b>	<b>Se ajusta ya que únicamente se desmontará la cobertura vegetal que sea autorizada para la realización de las obras de ampliación y modernización de los subtramos carreteros. En lo que corresponde al mantenimiento de la obra, sólo se realizarán algunas podas y limpieza en general.</b>

MANEJO DE ECOSISTEMAS (Mae)		CUMPLIMIENTO
23	Los proyectos a desarrollar deberán garantizar la conectividad de la vegetación natural entre predios colindantes para la movilización de la fauna silvestre.	Se llevarán a cabo obras de drenaje menor, las cuales favorecerán la conectividad de la vegetación natural y la movilización de la fauna en el área del proyecto.
24	Se promoverá la reforestación en los sitios de recarga del acuífero.	El programa de revegetación considera la restauración de las zonas perturbadas cercanas al proyecto, lo cual promoverá la recarga de agua hacia el subsuelo.
27	Toda actividad de dragado y restauración de los cuerpos de agua deberá sujetarse a un estudio de impacto ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
33	No se permitirá el dragado, relleno, excavaciones, ampliaciones ni remoción de la vegetación acuática nativa.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
34	Se promoverá la instalación de sistemas de captación de agua de lluvia <i>in situ</i> .	No aplica el presente criterio para el proyecto.
43*	Los desmontes aprobados para los proyectos se realizarán de manera gradual conforme el avance de obra e iniciando por un extremo, permitiendo a la fauna las posibilidades de establecerse en las áreas aledañas, previa autorización en materia de impacto ambiental.	Se ajusta a este criterio ya que las actividades de desmonte se realizarán de manera gradual y conforme al avance del proyecto. Se recomienda que 30 minutos antes de empezar a desmontar el sitio, una persona deberá de pasar primero por el lugar haciendo ruido con un silbato para que los animales se espanten y puedan escapar antes de empezar a desmontar. Tampoco se ahuyentará a la fauna que se encuentre cerca por medio de persecución, de ser posible, se efectuará la captura y liberación de vertebrados en sitios adecuados, principalmente de animales que presenten desplazamientos cortos o lentos.
46	Se deberá proteger y restaurar las corrientes, arroyos, canales y cauces que atraviesan los asentamientos urbanos y turísticos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
49	Se deberán establecer prácticas vegetativas para el control de la erosión.	Se contempla la utilización de la cobertura vegetal producto del desmonte y despalme en el revestimiento de las áreas afectadas por las actividades del proyecto, para prevenir los efectos de la erosión, en donde las actividades de revegetación también permitirán controlar y minimizar la erosión en la zona.
50	Las obras deberán implementar medidas para evitar alterar las corrientes y flujos pluviales en las pendientes.	En el proyecto se consideran las obras de drenaje menor necesarias para evitar la afectación de las escorrentías naturales que se tienen en el área.

MANEJO DE ECOSISTEMAS (Mae)		CUMPLIMIENTO
51*	Se prohíbe la ubicación de tiraderos para la disposición de residuos sólidos en barrancas próximas a escurrimientos pluviales, ríos y arroyos.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
53	Conservar o restaurar la vegetación ribereña en una franja mínima de 50 m del cauce.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
54*	No se permite la deforestación en los bordes de ríos, arroyos y cañadas respetando el arbolado en una franja de 50 m en ambos lados del cauce, para el caso de desarrollo de infraestructura el desplazamiento de vegetación estará sujeto a la autorización en materia de Impacto Ambiental.	No aplica el presente criterio para el proyecto.
55	<b>Se deben conservar en pie los árboles muertos de la vegetación nativa que presenten indicios de utilización por parte de la fauna que habite en dichos sitios.</b>	<b>En caso de encontrar especies faunísticas que habiten árboles muertos dentro de la vegetación por remover, se deberán de implementar acciones de rescate y reubicación de estos individuos.</b>
57	<b>No se permite la quema de material vegetal producto del desmonte.</b>	<b>Se ajusta ya que dentro de las medidas que se toman para el manejo y control de la cubierta vegetal, se prohíbe la quema de material vegetal producto del desmonte.</b>
59	<b>Se deberá mantener como mínimo el 60% de la superficie con vegetación nativa representativa de la zona.</b>	<b>Considerando la superficie que representan los diferentes tipos de vegetación dentro del proyecto, se tiene que sólo se perturbará un aproximado de 0.157% de bosque de pino-encino, 0.127% de Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, 7.086% de Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y 1.28% de Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, con respecto a la superficie total del SAR para cada tipo de vegetación. Sin embargo, es importante recalcar que sólo se removerá la vegetación mínima para la ampliación y modernización del tramo carretero.</b>

\*Nota: De acuerdo al decreto gubernamental que modifica los criterios ecológicos del Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo, publicado el 16 de febrero de 2009 en el Periódico Oficial.

**Una vez analizados los criterios ecológicos anteriores se puede establecer la compatibilidad del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560” con los criterios ecológicos, ya que no se**

contraponen a la realización del mismo, puesto que las actividades de ampliación y modernización de la carretera federal se realizará sobre el derecho de vía actual de la misma.

Es por ello que, mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, donde se determinan todas las medidas correctivas pertinentes, para así minimizar los impactos generados por el desarrollo del proyecto, aunado a las medidas que dicte la SEMARNAT, se logrará realizar la obra con el mayor apego a la legislación ambiental vigente.

### **III.2 Planes o programas de desarrollo urbano Municipales (PDU).**

#### **Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Centro de Población Zacualtipán de Ángeles.**

Durante los últimos años, en la ciudad de Zacualtipán el ritmo de crecimiento de la población ha incrementado de forma alarmante, y se refleja en la demanda de servicios, vivienda, trabajo, y transporte, que desencadenan en procesos y dinámicas que tienen un impacto negativo en la ciudad, al carecer de un marco normativo y legal que proteja la ocupación del suelo de forma desordenada.

Un elemento importante que forma parte de la presente administración pública del gobierno del Estado de Hidalgo es la planeación para el desarrollo y dentro de este la planeación del Desarrollo Urbano y el Ordenamiento Territorial. Partiendo de la relación habitante-territorio, encontramos que la Planeación del Desarrollo Urbano puede incidir de manera positiva para subsanar aquellas fallas que por diferentes motivos se hayan dado. Por lo tanto, es un buen momento para integrar las necesidades de planeación e instrumentarlas como una necesidad de integración de esta región del Estado de Hidalgo a la dinámica de desarrollo estatal.

#### **2.3 Síntesis de la Problemática.**

##### **2.3.1 Contexto Territorial Regional.**

Como se comentó anteriormente el relieve es una limitante a la conectividad de la ciudad hacia otras partes de la República Mexicana solo tiene una vialidad de flujo con salidas hacia Pachuca al sur y a Huejutla hacia el norte, con diversas localidades y comunidades cercanas, pero con vialidades de penetración o de muy baja velocidad que no representan una alternativa de comunicación regional, por lo tanto, su sistema de conexión se basa en la carretera federal No. 105 Pachuca – Huejutla de Reyes.

### 2.3.2 Contexto Territorial del Centro de Población.

El relieve dificulta los accesos hacia algunas zonas y algunas localidades que se encuentran relativamente cerca, su accesibilidad es mala y el tiempo de traslado hacia ellas es largo. El seccionamiento que los ríos han hecho en el relieve limita la accesibilidad física de las localidades.

### 2.3.6 Estructura Urbana.

En términos de conectividad, solamente se cuenta con una vialidad de conexión externa que es la carretera federal 105, el resto de las vialidades son de penetración y comunicación al interior de la ciudad.

## 3. Normatividad

### 3.1 Objetivos y metas

#### Objetivos generales

- Generar la estructura urbana consolidada por medio de corredores urbanos.
- La ciudad se articulará con la estructura vial regional por medio de corredores urbanos.

#### Programación y corresponsabilidad sectorial

Como parte del Programa de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Zacualtipán de Ángeles, se establecen las acciones estratégicas programadas y calculadas a corto (2020), mediano (2030) y largo plazo (2040) a fin de cumplir con los requerimientos y objetivos planteados. Las acciones y obras a ejecutarse refieren al manejo de recursos naturales, infraestructura, sistema vial y equipamiento urbano, especificando al sector responsable de cada acción.

- Programa de mejoramiento de pavimentos urbanos.
- Diseño y construcción de vialidad de conexión con San Agustín.

**Con el desarrollo del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560” se contribuye a la consecución de las líneas de acción de planeación urbana y ordenamiento territorial del Plan de Desarrollo Urbano de Centro de Población de Zacualtipán de Ángeles, debido a que las**

características geométricas de la vialidad actual son insuficientes y se carece de una infraestructura que soporte un tránsito elevado, esto debido a que esta carretera es una de las más transitadas del estado de Hidalgo, ya que comunica la zona de la Huasteca hidalguense con la capital del estado, y además es utilizada por todo tipo de vehículos, entre ellos el transporte pesado que llega a entorpecer la fluidez de la circulación, aumentando los tiempos de recorrido. Es por ello, que es necesario mejorar los tiempos de traslado, agilizar el flujo vehicular, así como garantizar la seguridad y comodidad de los usuarios de la carretera, en los subtramos que pertenece al municipio de Zacualtipán de Ángeles y San Agustín Metzquititlán, en el estado de Hidalgo.

### III.3 Normas Oficiales Mexicanas

En el siguiente cuadro se desarrolla la vinculación con las Normas Oficiales Mexicanas aplicables al proyecto:

**Tabla 3.3 Normas oficiales aplicables al proyecto.**

NORMA OFICIAL MEXICANA	ESPECIFICACIÓN DE LA NORMA	ANÁLISIS
<b>NOM-041-SEMARNAT-2006.</b> 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	4.1 Especificaciones de los límites máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de vehículos en circulación en el país, que usan gasolina como combustible, a excepción de los establecidos en el punto 4.2 de esta Norma Oficial Mexicana.	Durante las diferentes etapas de desarrollo del proyecto (Preparación del Sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento), se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diésel, produciendo gases contaminantes (COx, NOx, HC's), y partículas suspendidas como resultado de la combustión interna de los motores, por lo que todos los vehículos empleados en la obra deberán de cumplir con lo estipulado en las NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006, para ello todos los vehículos automotores utilizados (camiones, camionetas, vehículos de carga, etc.) deberán contar con su certificado de verificación de contaminantes y/o registro de última afinación.
<b>NOM-045- SEMARNAT-2006.</b> Protección ambiental. - Vehículos en circulación que usan diesel como combustible. - Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición	4.1 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor diesel, en función del año-modelo y cuyo peso bruto vehicular sea de hasta 3856 kilogramos, es establecido en la tabla 1. 4.2 Los límites máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de los vehículos automotores en circulación equipados con motor diesel, en función del año-modelo del vehículo y con peso mayor a 3857 kilogramos, son establecidos en la tabla 2.	El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra será responsabilidad de la empresa constructora.

NORMA OFICIAL MEXICANA	ESPECIFICACIÓN DE LA NORMA	ANÁLISIS
<p><b>NOM-052-SEMARNAT-2005.</b>            Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.</p>	<p>6.2. Un residuo es peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados...</p> <p>7.1. El residuo es peligroso si presenta al menos una de las siguientes características...</p>	<p>Mientras duren las actividades constructivas, se pueden generar residuos peligrosos, como resultado del mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria pesada; estos se clasificarán de acuerdo con el listado presentado en esta Norma. Además, se deberá dar cumplimiento a las disposiciones legislativas que indican el manejo, almacenamiento, recolección, transporte y disposición final de los mismos.</p>
<p><b>NOM-059-SEMARNAT-2010.</b>            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</p>	<p>5.1 La lista en la que se identifican las especies y poblaciones de flora y fauna silvestres en cada una de las categorías de riesgo se divide en: Anfibios, Aves, Hongos, Mamíferos, Invertebrados, Peces, Plantas y Reptiles.</p> <p>5.2 La lista se publica como Anexo Normativo II de la presente Norma Oficial Mexicana, observando lo establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y su Reglamento.</p>	<p>La Norma se aplicó en la visita de campo al área del proyecto, ya que fue necesario realizar una identificación de las especies vegetales y animales presentes. Una vez identificadas, se prosiguió a realizar un cotejamiento con la NOM-059-SEMARNAT-2010, para determinar si alguna de ellas se encontraba bajo alguna categoría de riesgo.</p> <p>En el área donde se desarrollará el proyecto no se encontraron ejemplares enlistados bajo alguna categoría de riesgo.</p>
<p><b>NOM-080-SEMARNAT-1994.</b>            Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación, y su método de medición</p>	<p>5.9.1 Los límites máximos permisibles de los automóviles, camionetas, camiones y tractocamiones son expresados en dB(A) de acuerdo a su peso vehicular y son mostrados en la Tabla 1.</p> <p>5.9.2 Los límites máximos permisibles de motocicletas y triciclos motorizados son expresados en dB(A) de acuerdo a la capacidad de desplazamiento del motor medido en centímetros cúbicos y son mostrados en la Tabla 2.</p>	<p>Los vehículos empleados en la obra deberán de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado, esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible.</p> <p>Además, se recomienda que las actividades constructivas se realicen estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.</p>
<p><b>NOM-161-SEMARNAT-2011.</b>            Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de</p>	<p>6. Criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial.</p> <p>7. Criterios para determinar los residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo.</p>	<p>La aplicación de la Norma se realizará una vez iniciada la obra y mientras duren las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto en estudio.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	ESPECIFICACIÓN DE LA NORMA	ANÁLISIS
Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.		

Por lo anterior, el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se observa que, no rebasa los límites y condiciones establecidas en la legislación ambiental vigente y además, se llevarán a cabo las medidas de prevención y mitigación necesarias, con el fin de evitar la degradación del estado actual de la zona del proyecto. Como política ambiental se presenta, para su respectiva evaluación y dictaminación, la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, considerando que así se establece en el Reglamento en materia de impacto ambiental y que las actividades que se llevarán a cabo presentan una responsabilidad y concordancia directa con el instrumento normativo señalado anteriormente.

### III.4 Leyes y Reglamentos.

#### LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE.

La **Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1998 (última reforma publicada el 5 de junio de 2018), menciona lo siguiente:

Tabla 3.4 Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA) y su vinculación con el proyecto.

<b>LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE</b> Fecha de creación: 28/01/1988; última actualización: 05/06/2018	
ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<b>Artículo 1º.-</b> La presente Ley es reglamentaria 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 que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción. Sus disposiciones son de orden público e interés social y tienen por	El proyecto considera dentro de sus actividades, una serie de medidas y lineamientos a seguir durante el desarrollo de este, con la finalidad de minimizar los efectos que podrían ser causados por el



<b>LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE</b>	
<b>Fecha de creación: 28/01/1988; última actualización: 05/06/2018</b>	
<b>ARTÍCULO</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
<p>objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para:</p> <p>I. Garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente adecuado para su desarrollo, salud y bienestar;</p> <p>II. Definir los principios de la política ambiental y los instrumentos para su aplicación;</p> <p>III. La preservación, la restauración y el mejoramiento del ambiente;</p> <p>IV. La preservación y protección de la biodiversidad, así como el establecimiento y administración de las áreas naturales protegidas;</p> <p>V. El aprovechamiento sustentable, la preservación y, en su caso, la restauración del suelo, el agua y los demás recursos naturales, de manera que sean compatibles la obtención de beneficios económicos y las actividades de la sociedad con la preservación de los ecosistemas;</p> <p>VI. La prevención y el control de la contaminación del aire, agua y suelo [...].</p>	<p>desarrollo de las actividades descritas en este documento y de esta manera se pueda garantizar un medio ambiente sano a la población.</p> <p>Es por ello que se presenta este estudio con el fin de que la Secretaría pueda evaluarlo y en su caso emitir las recomendaciones que considere pertinentes al mismo.</p>
<p><b>Artículo 28.-</b> 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:</p> <p><b>I.-</b>Obras hidráulicas, <b>vías generales de comunicación</b>, oleoductos, gasoductos, carboconductos y poliductos; [...]</p> <p><b>VII.- Cambios de uso de suelo en áreas forestales</b>, así como en selvas y zonas áridas; [...]</p>	<p>En el marco de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Evaluación del Impacto Ambiental (EIA) es un instrumento preventivo con un marco jurídico federal que establece la regulación de las actividades u obras que pudieran provocar un desequilibrio ecológico en las áreas de su realización.</p> <p>Para dar cumplimiento a los lineamientos que marca la LGEEPA, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, puesto que se trata de una vía general de comunicación y además las obras de ampliación se realizarán sobre áreas que requieren de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p>
<p><b>Artículo 30.-</b> Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la</p>	<p>Para dar cumplimiento a los lineamientos que marca la LGEEPA, se presenta la</p>

LEY GENERAL DE EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y PROTECCIÓN AL AMBIENTE Fecha de creación: 28/01/1988; última actualización: 05/06/2018	
ARTÍCULO	VINCULACIÓN
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.	Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, que contiene los posibles efectos sobre el ecosistema por el desarrollo del proyecto, así como las medidas preventivas y de mitigación que se ejecutarán para evitar y reducir los efectos negativos sobre el ambiente.

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente.

## REGLAMENTO DE LA LGEEPA EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL.

El Reglamento de la LGEEPA en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, actualizado al 31 de octubre de 2014, menciona lo siguiente:

Tabla 3.5 Reglamento de la LGEEPA y su vinculación con el proyecto.

REGLAMENTO DE LA LEGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL Fecha de creación: 30/05/2000; última actualización: 30/10/2014	
ARTÍCULO	VINCULACIÓN
<p><b>Artículo 5o.-</b> Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p><b>B) Vías generales de comunicación:</b> 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. [...]</p> <p><b>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas:</b> 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</p>	<p>Para dar cumplimiento a los lineamiento que marca este Reglamento, se presenta la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional para su evaluación y autorización por parte de la Secretaría; puesto que el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se trata de una vía general de comunicación y además las obras de ampliación se realizarán sobre áreas que requieren de cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p>

<b>REGLAMENTO DE LA LEGEEPA EN MATERIA DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	
<b>Fecha de creación: 30/05/2000; última actualización: 30/10/2014</b>	
<b>ARTÍCULO</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
ejemplares de flora o fauna sujetos a un régimen de protección especial de conformidad con las normas oficiales mexicanas y otros instrumentos jurídicos aplicables; [...]	
<b>Artículo 9o.-</b> 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.	Se presenta ante la Secretaría el estudio de Manifestación de Impacto Ambiental en la modalidad Regional del proyecto, para su evaluación y autorización.

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental.

**Por lo anterior, se da cumplimiento a la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su Reglamento en materia de evaluación del Impacto Ambiental, mediante la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental, modalidad Regional ante la SEMARNAT.**

### **LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE (LGDFS).**

De acuerdo con la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS)**, actualizada al día 13 de abril de 2020, se indica lo siguiente:

De la **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable** en su **Título Primero Disposiciones Generales, Capítulo I Del Objeto y Aplicación de la Ley y Título Cuarto De los Procedimientos en Materia Forestal, Capítulo I Disposiciones Comunes a los Procedimientos en Material Forestal, Sección Séptima Del Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales**, y de acuerdo al desarrollo del proyecto en estudio, los siguientes artículos se hacen aplicables para las obras y actividades que pretende el Proyecto, específicamente para el caso de utilización de terrenos forestales o de aptitud preferentemente forestal, en aquellas áreas en las que sea inevitable la remoción de vegetación por la naturaleza misma de las actividades de ampliación y modernización de un camino carretero, de los cuales se tienen los siguientes:

**Artículo 1.-** *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 tiene por objeto regular y fomentar el manejo integral y sustentable de los territorios forestales, 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, las Entidades Federativas, Municipios*

*y Demarcaciones Territoriales de la Ciudad de México, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73, fracción XXIX-G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. [...]*

**Artículo 2.-** *Son objetivos generales de esta Ley:*

*I. Conservar y restaurar el patrimonio natural y contribuir, al desarrollo social, económico y ambiental del país, mediante el manejo integral sustentable de los recursos forestales en las cuencas hidrográficas, con un enfoque ecosistémico en el marco de las disposiciones aplicables; [...]*

*IV. Promover la provisión de bienes y servicios ambientales, así como proteger y acrecentar la biodiversidad de los ecosistemas forestales mediante el manejo integral del territorio; [...]*

*XIII. Respetar, en el ámbito de la Ley, los derechos de las comunidades indígenas y comunidades equiparables, así como el uso y disfrute de sus recursos forestales en los términos de normatividad nacional aplicable y los instrumentos internacionales vinculantes.*

**Artículo 93.-** *La Secretaría autorizará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos cuyo contenido se establecerá en el Reglamento, los cuales demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga, y que la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación se mitiguen en las áreas afectadas por la remoción de la vegetación forestal [...].*

## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DE DESARROLLO FORESTAL SUSTENTABLE.**

El **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**, publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, con última reforma publicada el 31 de octubre de 2014, en el **Título Primero De las Disposiciones Generales, Capítulo Único**, se menciona lo siguiente:

**Artículo 1º.** *El presente ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.*

#### ***Título Cuarto. De las Medidas de Conservación Forestal.***

**Artículo 119°.** *Los terrenos forestales seguirán considerándose como tales aunque pierdan su cubierta forestal por acciones ilícitas, plagas, enfermedades, incendios, deslaves, huracanes o cualquier otra causa. [...]*

**Artículo 120°.** *Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, [...]*

*Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo [...].*

**Con base en lo anterior y con el propósito de cumplir con esta legislación se presentará de igual forma un Estudio Técnico Justificativo de Cambio de Uso de Suelo para el área forestal que se afectará con el desarrollo del proyecto.**

#### **LEY DE CAMINOS, PUENTES Y AUTOTRANSPORTE FEDERAL**

De acuerdo con la **Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 22 de diciembre de 1993 (última actualización: 25 de junio de 2018), en el **Título Primero Del Régimen Administrativo de los Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, Capítulo I Del Ámbito de la Aplicación de la Ley**, se especifica que:

**Art. 1.-** *La presente Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes a que se refieren las fracciones I y V del Artículo siguiente, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías.*

**Art. 2.-** *Para los efectos de esta Ley se entenderá por:*

**I. Caminos o carreteras:**

- a) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación.*
- b) Los que entronquen con algún camino de país extranjero.*
- c) Los que en su totalidad o mayor parte sean construidos por la Federación: con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios.*

En apego al inciso c) citado y considerando que el proyecto será construido con fondos federales, se determinó su competencia federal, por lo que la presente Manifestación de Impacto Ambiental se presenta ante la SEMARNAT para su evaluación y dictaminación correspondiente.

## LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS

De acuerdo con la **Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos**, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003 (última reforma publicada el 19 de enero de 2018), para el presente proyecto se indica lo siguiente:

**Cuadro III.6. Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su vinculación con el proyecto.**

<b>LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS</b> Fecha de creación 08/octubre/2003; Fecha de última actualización: 19/enero/2018	
ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
<b>Artículo 1.</b> La presente Ley es reglamentaria de las disposiciones de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos que se refieren a la protección al ambiente en materia de prevención y gestión integral de residuos, en el territorio nacional.	Durante el desarrollo del proyecto, los residuos generados por las actividades constructivas serán clasificados y desechados conforme a la legislación vigente.
<b>Artículo 5.</b> Para los efectos de esta Ley se entiende por: <b>XXX. Residuos de Manejo Especial:</b> Son aquellos generados en los procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como peligrosos o como residuos sólidos urbanos, o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos; <b>XXXII. Residuos Peligrosos:</b> Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio, de conformidad con lo que se establece en esta Ley; <b>XXXIII. Residuos Sólidos Urbanos:</b> Los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que utilizan en sus actividades domésticas, de los productos que consumen y de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de las vías y lugares públicos, [...]	Durante las actividades de ampliación y modernización, se generarán residuos sólidos urbanos (basura), por parte de los trabajadores involucrados en la obra, así como residuos vegetales, por lo que para el cumplimiento de las disposiciones que indican la Ley y el Reglamento anteriores, se contempla la aplicación de medidas y acciones para el manejo integral de los residuos, que implica la recolección, almacenamiento y disposición final adecuada, según sea el caso. Así mismo, se pueden generar residuos peligrosos (aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, solventes orgánicos, envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos, etc.), como resultado del mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria pesada que laboran en las actividades constructivas; por lo que para el cumplimiento de las disposiciones que indican la normatividad anterior, se contempla la creación de un almacén temporal de residuos peligrosos en los sitios destinados para el mantenimiento de equipo.

<b>LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS</b> Fecha de creación 08/octubre/2003; Fecha de última actualización: 19/enero/2018	
<b>ARTÍCULOS</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
<p><b>Artículo 18.</b> Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.</p>	<p>Para dar cumplimiento a este artículo, durante la etapa de preparación del sitio y construcción, se clasificarán los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial en contenedores debidamente identificados.</p>
<p><b>Artículo 20.</b> La clasificación de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, sujetos a planes de manejo se llevará a cabo de conformidad con los criterios que se establezcan en las normas oficiales mexicanas que contendrán los listados de los mismos y cuya emisión estará a cargo de la Secretaría.</p>	
<p><b>Artículo 31.</b> Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente: I. Aceites lubricantes usados; [...]</p>	<p>Los residuos peligrosos que pudieran generarse por el mantenimiento de maquinaria serán dispuestos de acorde a la legislación vigente.</p>
<p><b>Artículo 33.</b> Las empresas o establecimientos responsables de los planes de manejo presentarán, para su registro a la Secretaría, los relativos a los residuos peligrosos, y para efectos de su conocimiento a las autoridades estatales los residuos de manejo especial, y a las municipales para el mismo efecto los residuos sólidos urbanos [...]</p>	<p>La empresa contratista encargada de la ejecución del proyecto, deberá de cumplir con todos los lineamientos que solicita la normatividad ambiental en materia de residuos, de manera que se garantice un manejo adecuado de los mismos.</p>

Fuente: Elaboración propia, con base en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

## **REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS**

De acuerdo con el **Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos**, publicada en Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, se indica lo siguiente para el proyecto:

**Tabla 3.7. Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su vinculación con el proyecto.**

<b>REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS</b> Fecha de creación 30/11/2006; Fecha de última actualización: 31/10/2014	
<b>ARTÍCULOS</b>	<b>VINCULACIÓN</b>
<p><b>Artículo 1.</b> El presente 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.</p>	<p>Durante el desarrollo del proyecto, se atenderán las disposiciones presentes en esta ley en materia de residuos.</p>
<p><b>Título segundo – Planes de manejo</b></p> <p><b>Artículo 16.</b> Los planes de manejo para residuos se podrán establecer en una o más de las siguientes modalidades: [...]</p>	<p>El manejo de los residuos (peligrosos y no peligrosos) que pudieran generarse, serán dispuestos acorde a la legislación vigente.</p>
<p><b>Artículo 17.</b> Los sujetos obligados a formular y ejecutar un plan de manejo podrán realizarlos en los términos previstos en el presente Reglamento o las normas oficiales mexicanas correspondientes, o bien adherirse a los planes de manejo establecidos.</p>	
<p><b>Título Cuarto – Residuos Peligrosos.</b></p> <p><b>Artículo 83.</b> El almacenamiento de residuos peligrosos por parte de microgeneradores se realizará de acuerdo con lo siguiente:</p> <p>I. En recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios; 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</p> <p>III. Se sujetará a lo previsto en las normas oficiales mexicanas que establezcan previsiones específicas para la micro-generación de residuos peligrosos.</p> <p><b>Artículo 84.</b> Los residuos peligrosos, una vez captados y envasados, deben ser remitidos al almacén donde no podrán permanecer por un periodo mayor a seis meses.</p> <p><b>Artículo 86.</b> El procedimiento para llevar a cabo el transporte de residuos peligrosos se desarrollará de la siguiente manera:</p> <p>I. Por cada embarque de residuos, el generador deberá entregar al transportista un manifiesto en original, debidamente firmado y dos copias del mismo, en el momento de entrega de los residuos; [...]</p> <p><b>Artículo 87.</b> Los envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos podrán ser reutilizados para contener el mismo tipo de materiales o residuos peligrosos u otros compatibles con los envases originalmente, siempre y cuando</p>	<p>Durante las actividades de desmonte y despalle se pueden generar residuos peligrosos (aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, solventes orgánicos, envases que hayan estado en contacto con materiales o residuos peligrosos, etc.), como resultado del mantenimiento y operación de los vehículos y maquinaria pesada que laboran en las actividades constructivas; por lo que para el cumplimiento de las disposiciones que indica el presente Reglamento, se contempla la creación de un almacén temporal de residuos peligrosos en los sitios destinados para el mantenimiento de equipo, así mismo se contratarán los servicios de recolección y transporte de estos residuos, por una empresa recolectora que se encuentre debidamente autorizada por la SEMARNAT.</p>



REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL PARA LA PREVENCIÓN Y GESTIÓN INTEGRAL DE LOS RESIDUOS Fecha de creación 30/11/2006; Fecha de última actualización: 31/10/2014	
ARTÍCULOS	VINCULACIÓN
<p>dichos envases no permitan la liberación de los materiales o residuos peligrosos contenidos en ellos. [...]</p> <p><b>Artículo 91.</b> La disposición final de residuos peligrosos puede realizarse en:</p> <p>I. Confinamiento controlado, y</p> <p>II. Confinamiento en formaciones geológicamente estables.</p>	
<p><b>Artículo. 129.</b> Cuando existan derrames, infiltraciones, descargas o vertidos accidentales de materiales peligrosos o residuos peligrosos 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. [...]</p>	<p>En caso de que existiera algún derrame accidental de materiales peligrosos (aceites lubricantes, combustible, etc.) dentro de la zona del proyecto, se deberán de realizar como mínimo las acciones necesarias indicadas en el presente artículo, por lo que se deberá contemplar contar con un programa de atención a contingencias ambientales.</p>

Fuente: Elaboración propia, con base en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**Durante las actividades de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto de “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, se contempla la generar residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos, como resultado de las actividades realizadas en la construcción del proyecto, por lo que para el cumplimiento de las disposiciones que indica la presente Ley y su Reglamento, se contempla la utilización de contenedores temporal de residuos sólidos urbanos y residuos de manejo especial los sitios destinados para los campamentos de construcción y zonas estratégicas dentro del proyecto, así mismo se contratarán los servicios de recolección y transporte de estos residuos, por una empresa recolectora que se encuentre debidamente autorizada por la autoridad competente.**

## LEY FEDERAL DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

De acuerdo con la **Ley Federal de Responsabilidad Ambiental**, publicada en el DOF el 7 de junio de 2013. En el **Título Primero De la Responsabilidad Ambiental, Capítulo Primero Disposiciones Generales**, del ámbito de aplicación de la Ley se especifica que:

**Artículo 1º.** - *La presente Ley regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental [...].*

**Artículo 2º.**- *Para los efectos de esta Ley se estará a las siguientes definiciones, así como aquellas previstas en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, las Leyes ambientales y los tratados internacionales de los que México sea Parte. Se entiende por:*

*III. Daño al ambiente: Pérdida, cambio, deterioro, menoscabo, afectación o modificación adversos y mensurables del hábitat, de los ecosistemas, de los elementos y recursos naturales, de sus condiciones químicas, físicas o biológicas, de las relaciones de interacción que se dan entre éstos, así como de los servicios ambientales que proporcionan. Para esta definición se estará a lo dispuesto por el artículo 6o. de esta Ley;*

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

*I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que,*

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

*La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.*

**Con base en el Artículo 6º, se demuestra que el proyecto no se contrapone en lo dispuesto en la Ley, ya que con la presentación de esta Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, en donde se señalan los impactos ambientales que generará el desarrollo de la obra, así como las diversas medidas de prevención y mitigación, se cumple con los lineamientos que indica la presente Ley.**

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

### Inventario ambiental

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se encuentra definido por microcuencas, ambas dentro del estado de Hidalgo, abarca ocho municipios del mismo. La variación climática dentro del sistema ambiental es mínima, presentando tres tipos de clima. En términos geológicos, se encuentra ubicado dentro de la provincia sierra volcánica transversal o Eje Neovolcánico. La diversidad de suelos dentro del sistema ambiental es grande, se encuentran nueve tipos distintos de suelo.

El SAR comprende tres subcuencas de la cuenca Río Moctezuma perteneciente a la región hidrológica Río Panuco, no lo atraviesa ningún río de gran caudal, sin embargo, concentra gran cantidad de arroyos dentro de sus límites, por su ubicación se encuentra sobre cuatro acuíferos, de los cuales tres tiene disponibilidad de aguas subterráneas. La calidad del aire dentro del sistema ambiental es buena en comparación con otras zonas. El sistema ambiental se encuentra ubicado, mayormente, en un ecosistema de tipo matorral crasicaule.

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

El área de estudio (Sistema Ambiental Regional) se considera como el área indispensable de la delimitación de diferentes ecosistemas cercanos al proyecto y que pudieran verse impactados, dicha delimitación del área de estudio permita valorar los posibles impactos que se producirán por la preparación del sitio, construcción, operación y el mantenimiento del proyecto **“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del kilómetro 85+000 al kilómetro 100+560, en los subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”**, esto con el fin, de proponer distintas medidas que permitan prevenir, contrarrestar o disminuir dichos impactos al ambiente.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) se delimita reconociendo la uniformidad y continuidad de los indicadores ambientales (clima, geomorfología, suelo, agua, flora, fauna, paisaje, población e infraestructura). La importancia ambiental de la delimitación nos permite describir las características biofísicas, con el fin de establecer la vocación del uso del suelo e identificar los impactos puntuales, acumulativos y residuales que permitan establecer las medidas de mitigación de acuerdo con las necesidades ambientales por la

modificación del uso de suelo. Los criterios de delimitación del Sistema Ambiental Regional son los siguientes:

**Criterio 1. Delimitación del Sistema Ambiental Regional mediante las Unidades de Gestión Ambiental del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo.**

El Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo, divide al estado en Unidades de Gestión Ambiental (UGA's), que se caracterizan por su homogeneidad en los atributos naturales y/o su problemática ambiental y tienen por objetivo lograr un manejo diferencial y preciso de los diferentes recursos y potenciales presentes en la unidad.

Las Unidades de Gestión Ambiental se definen como áreas que poseen una problemática ambiental, recursos naturales y morfoestructuras comunes.

Como se describe en el Capítulo III del presente estudio, en la vinculación del proyecto con el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado, el área del proyecto se ubica en la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) No. XII y XIII.

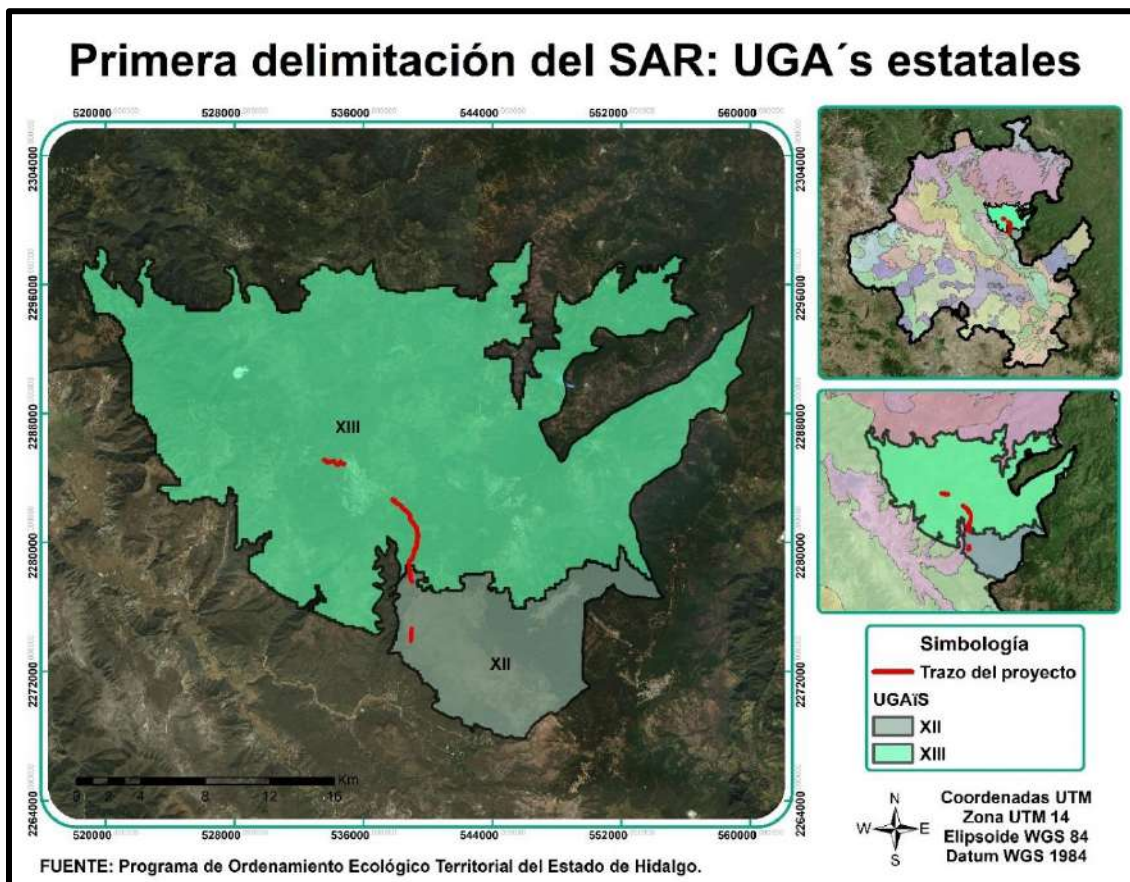
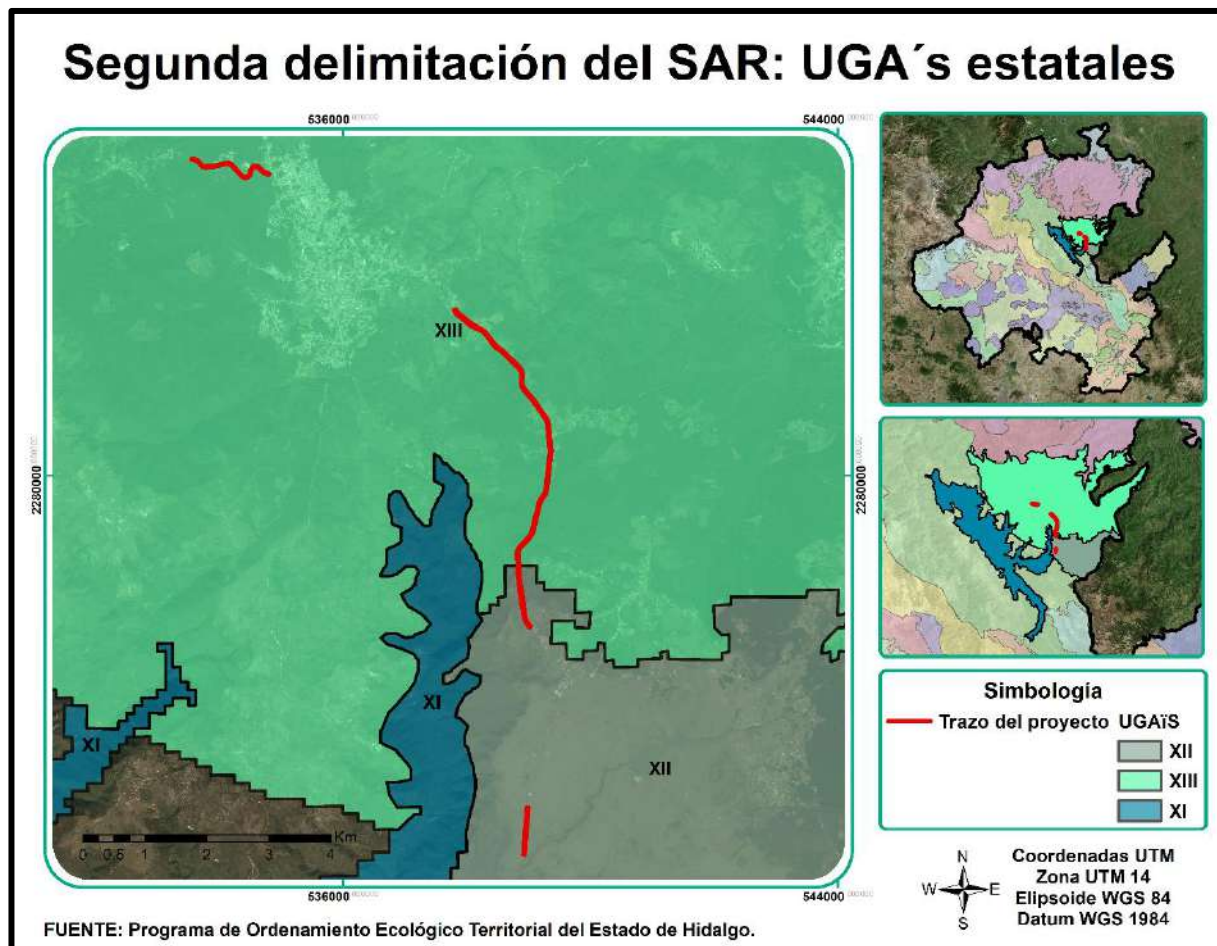


Figura IV.1 Primera delimitación del SAR por UGA's estatales.

**Criterio 2. Delimitación del Sistema Ambiental Regional mediante las Unidades de Gestión Ambiental, próximas a el área del proyecto, del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo.**

Como se ha venido mencionando anteriormente, el proyecto está localizado al suroeste de las UGA´s XII y XIII del Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo, sin embargo, debido a su ubicación se encuentra muy próximo a la UGA XI, como puede observarse en la siguiente figura.



**Figura IV.2 Segunda delimitación del SAR por UGA's estatales, proximidad de UGA XI.**

Aunado a esto, con base en el Ordenamiento Ecológico Territorial del estado de Hidalgo, la política ecológica de la UGA XI es **Aprovechamiento**, dicha política concuerda con las UGA's XII y XIII. Además, los tipos de vegetación y usos de suelo son similares entre las tres UGA's, por ejemplo; los usos de suelo de agricultura de riego y/o temporal y pastizales, así como, las UGA's XI y XII coinciden en el tipo de vegetación de matorral xerófilo.

Con base en lo antes mencionado y para dar una homogeneidad al análisis de los elementos bióticos, abióticos y socioeconómicos del Sistema Ambiental Regional, se considera la inclusión de la UGA XI dentro SAR.

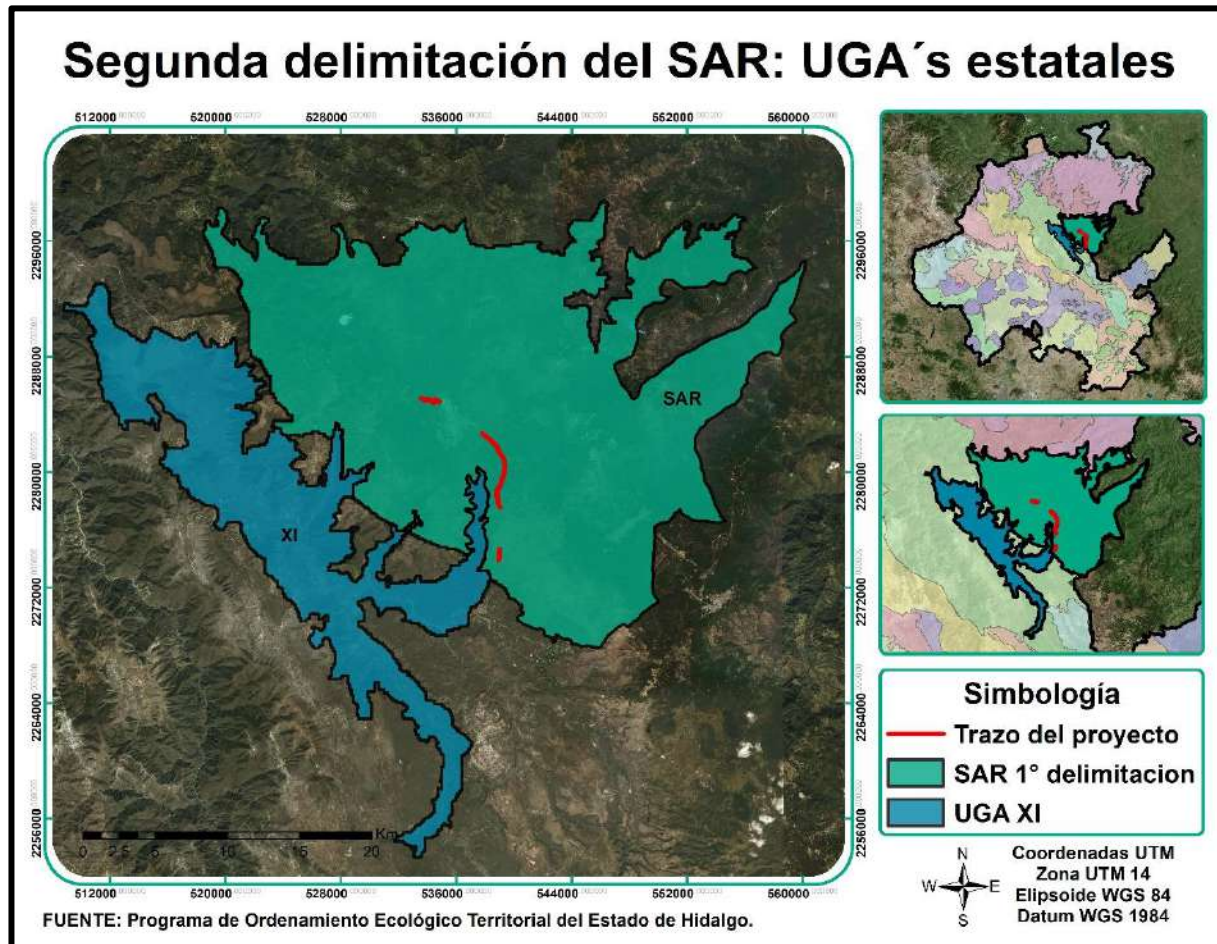


Figura IV.3 Segunda delimitación del SAR por UGA's estatales.

### Criterio 3. Delimitación del Sistema Ambiental Regional mediante microcuencas.

El concepto de cuenca hidrográfica es utilizado para designar un territorio, región o zona, cuya característica principal es que el agua de lluvia que cae en esa superficie escurre hacia un cauce común. Es decir que, toda el agua acumulada desemboca ya sea en un afluente más grande, una laguna o el mar. Una cuenca es un territorio mayor a 50 mil hectáreas; las subcuencas cubren una superficie de cinco mil a 50 mil hectáreas; las microcuencas entre tres mil y cinco mil hectáreas, y cuando las condiciones orográficas lo permiten, hay microcuencas menores a tres mil hectáreas (SEMARNAT, 2003).

De acuerdo con el detalle de la topografía con que se cuente además de la escala de trabajo se pueden establecer tamaños mínimos de microcuencas. Este proceso se ve facilitado por paquetes informáticos que trabajan con la información ráster generada por los modelos digitales de elevación y con rutinas preestablecidas delimitan la microcuenca de acuerdo con los criterios de área mínima y variaciones de elevación (FAO, s/a).

Una cuenca puede incluir varios estados, municipios o localidades, según su extensión. En la práctica, las microcuencas son las unidades básicas de planeación, ya que por su tamaño permiten medir los indicadores de sustentabilidad, puesto que en cuencas muy grandes es difícil plantear recomendaciones e imposible representar en mapas pequeñas porciones de tierra o parcelas agrícolas (SEMARNAT, 2003). Cabe destacar que en la microcuenca ocurren interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (relacionados a los bienes y servicios producidos en su área), sociales (asociados a los patrones de comportamiento de las poblaciones usuarias directas e indirectas de los recursos de la cuenca) y ambientales (vinculados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores) (FAO, s/a).

Es por esta razón que la utilización de microcuencas resulta viable a la hora de delimitar el Sistema Ambiental y de esta manera, poder analizar los componentes bióticos y abióticos del área involucrados en el presente estudio.

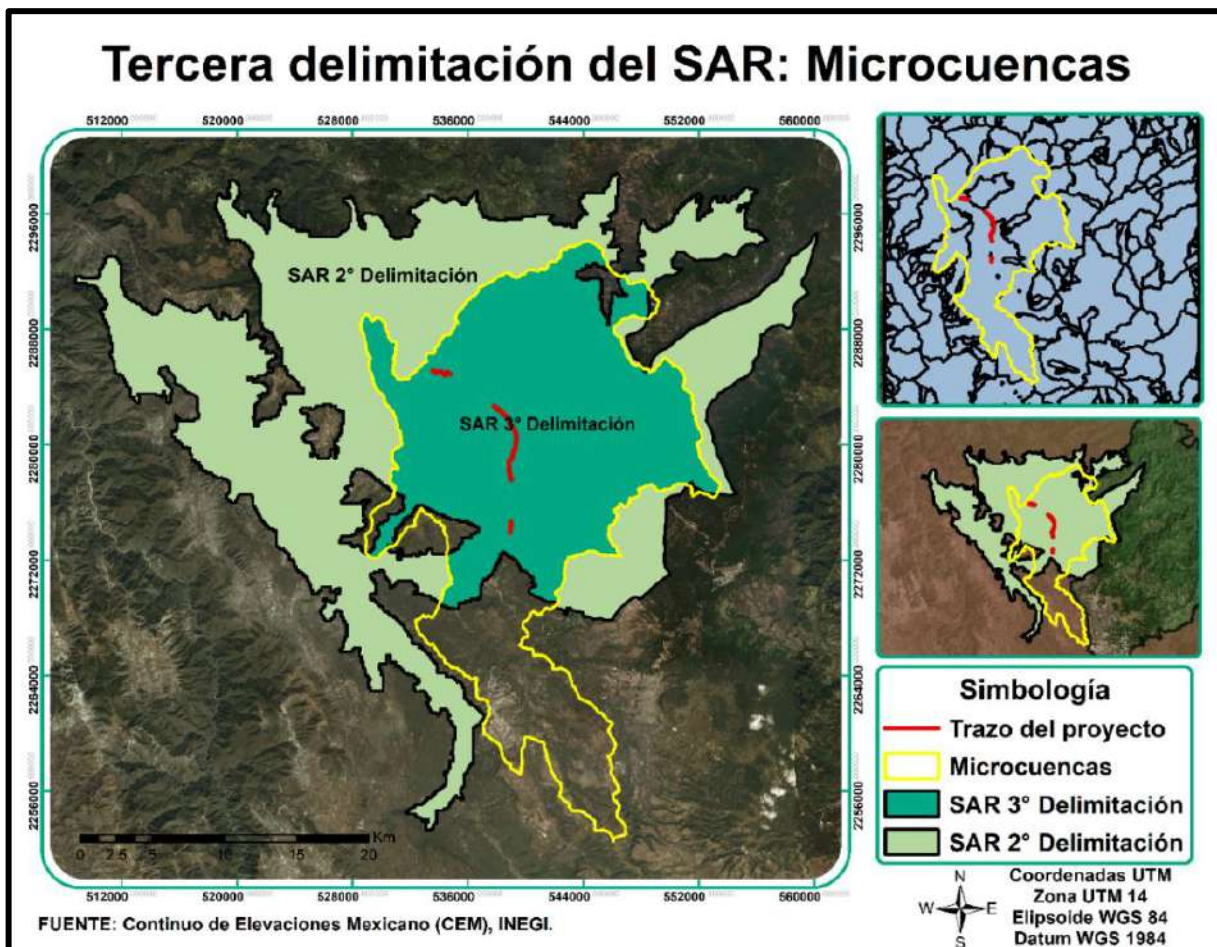


Figura IV.4 Tercera delimitación del SAR, por microcuencas.

#### **Criterio 4. Delimitación del Sistema Ambiental Regional por la exclusión del Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) “Huayacocotla”.**

El programa de las AICAS surgió como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves.

En México existen 272 AICAS donde es posible observar al 94% de las aves del país, el 97.29% de las especies incluidas en alguna categoría de amenaza en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y todas las especies endémicas, semiendémicas, y cuasiendémicas consideradas en “Conservación de aves: Experiencias de México”.

El AICA 42 “Huayacocotla” tiene una superficie de 62,840.49 hectáreas, se localiza en la Sierra Madre Oriental en el noroeste del estado de Veracruz, dentro del Mpio.



Huayacocotla. Limita al norte con el Mpio. de Llamatlán y el de Zontecomatlán, al sur con el Mpio de Zacualpan y el estado de Hidalgo, al este con los Mpios. de Texcatepec, Tlalchichilco y parte de Zacualpan y al oeste con el estado de Hidalgo. La región presenta un relieve irregular típico de las zonas montañosas, profundamente quebrado, con anticlinales y sinclinales formando grandes cañadas que refugian pequeños y angostos valles, rodeados de escarpadas laderas con pendientes que oscilan entre 5 y 20% en el ejido de la Selva y mayores de 60% en Helechales, Ocotes y Agua de la Calabaza.

La vegetación del AICA es bosque caducifolio y bosque de pino – encino, sin embargo, Alberga especies de distribución restringida y especies de árboles templados que no se extienden más al sur, poblaciones grandes de helechos arborescentes y bosques extensos de Pinus patula. Existen algunas turberas de Sphagnum con flora rara asociada. La altitud va de 950a 220 msnm. El clima es templado húmedo.

De acuerdo con los criterios utilizados para la designación de las AICAS en 1999, el AICA número 42 “Huayacocotla” tiene una categoría G-2: El sitio mantiene poblaciones significativas de un grupo de especies de distribución restringida (menor a 50,00 km<sup>2</sup>). Mientras que, Birdlife 2007 la tiene categorizada como A1: Amenazadas a nivel mundial.

El AICA 42 “Huayacocotla” puede considerarse un corredor biológico entre la región de Tlanchinol, Hidalgo y la Sierra norte de Puebla.

El Sistema Ambiental Regional abarca una pequeña fracción al noroeste del AICA 42 “Huayacocotla”, sin embargo, la zona del proyecto se encuentra a una distancia de poco más de 7 kilómetros desde el punto más cercano al AICA 42 “Huayacocotla”, por tal motivo se considera que el proyecto **“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del kilómetro 85+000 al kilómetro 100+560, en los subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”** no representa una amenaza a la biodiversidad de especies dentro del AICA.

Cabe mencionar que, el proyecto consiste en la ampliación y modernización de la carretera federal México 105 en operación desde antes de 1988, por lo que, los principales desequilibrios ecológicos ya fueron ocasionados, sin embargo, esto no quiere decir que el proyecto no tendrá afectación sobre los rangos de distribución de las especies de aves presentes en el AICA, no obstante, el proyecto contempla la implementación de medidas de mitigación y restauración para aminorar, en la mayoría de lo posible, la afectación a la estructura, estabilidad, continuidad y composición de los ecosistemas.

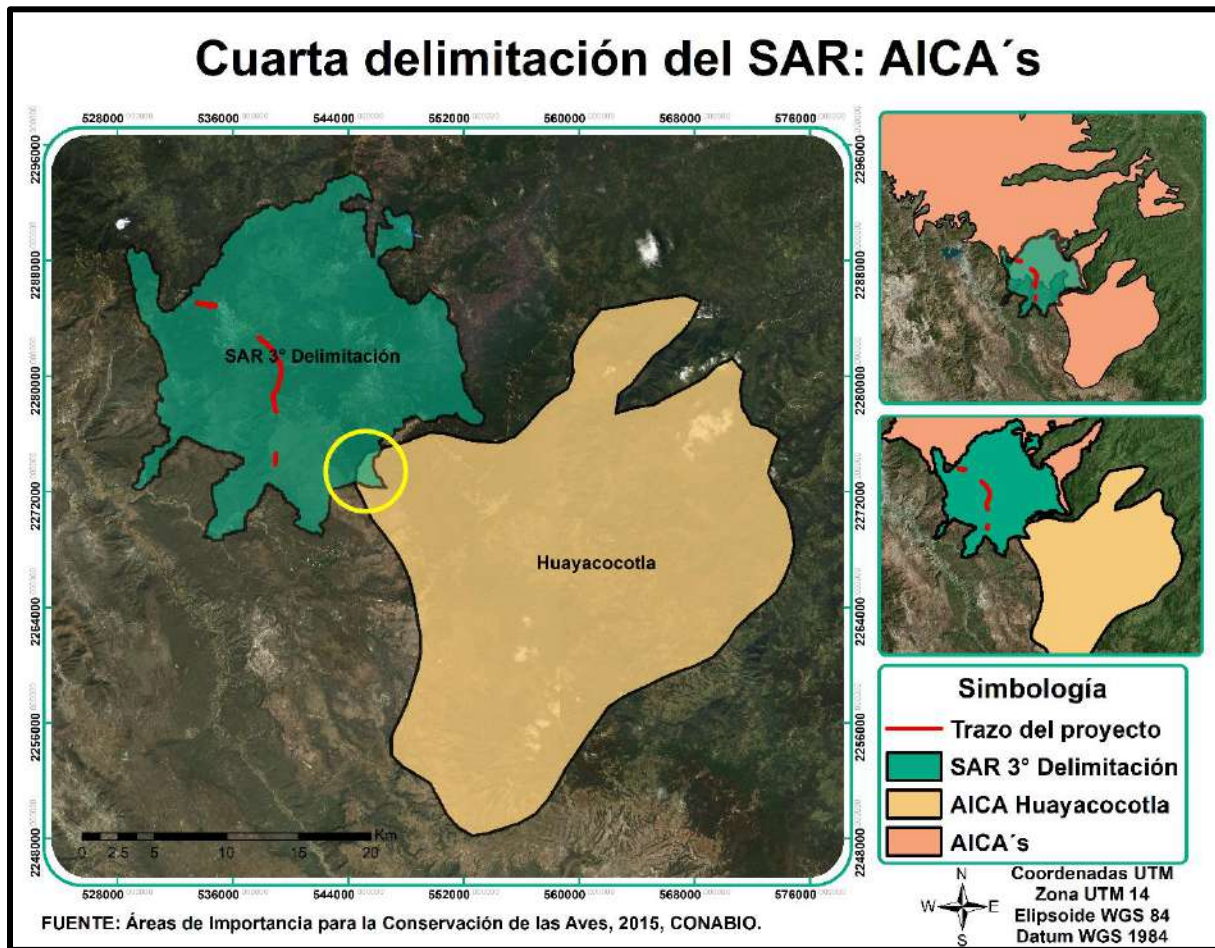


Figura IV.5 Cuarta delimitación del SAR, por exclusión de AICA 42 Huayacocotla.

El Sistema Ambiental Regional (SAR) del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del kilómetro 85+000 al kilómetro 100+560, en los subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560” cuenta con una superficie de 34,133.53 ha y se localiza geográficamente en los municipios de San Zacualtipán de Ángeles, San Agustín Metzquitlán, Tlanguistengo, San Agustín Metztlán y Xochicoatlán en el estado de Hidalgo y en Huayacocotla y Ixmiquilpan en el estado de Veracruz. El SAR se encuentra delimitado por coordenadas UTM extremas y se integra como anexo en el presente estudio.

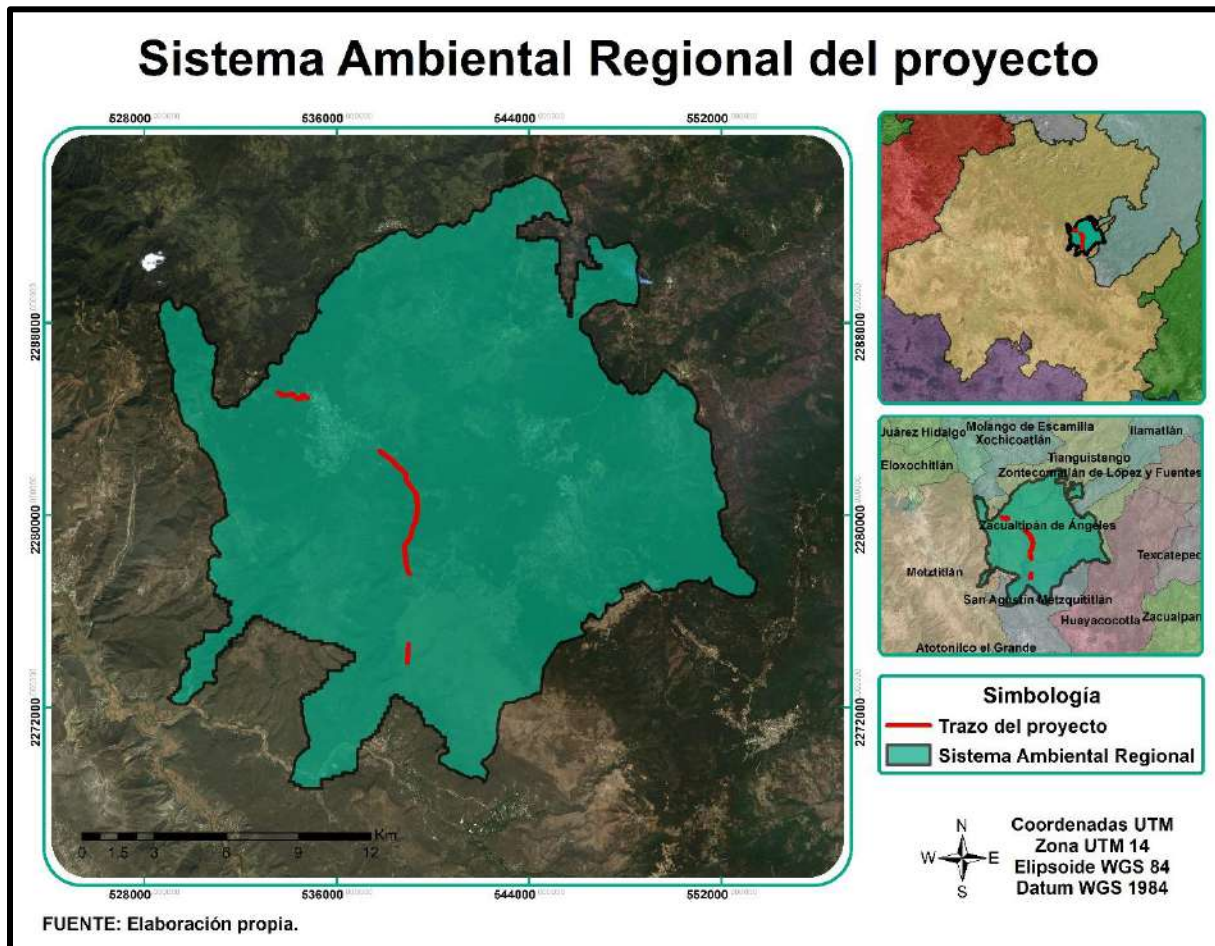


Figura IV.6 Sistema Ambiental Regional del proyecto.

## IV.2 Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.

### IV.2.1 Caracterización y análisis retrospectivo de la calidad ambiental del SAR.

En los siguientes apartados se realizará una descripción más detalle de los aspectos abióticos y bióticos que se localizan dentro del SA y del área del proyecto.

#### IV.2.1.1 Aspectos abióticos

##### IV.2.1.1.1 Clima

La SMO les debe su clima a diversos factores., principalmente a su yuxtaposición tierra-océano, pues las masas de agua caliente del Golfo de México fungen el papel termostático del aire que a su vez es calentado y humedecido y al viajar hacia el oeste choca en la barrera que impone la sierra, haciéndose presente el fenómeno de sombra

orográfica que hace que en la fachada oriental puedan llover hasta 4500mm de lluvia anuales y en la fachada occidental hasta 100 mm de lluvia anuales.

Además, su posición latitudinal partida por el Trópico de Cáncer como la línea imaginaria que señala el comienzo de las latitudes medias y tropicales del planeta, promoviendo la presencia de fenómenos meteorológicos de latitudes subtropicales al norte del trópico e intertropicales al sur.

También su accidentado relieve ha favorecido que en ella existan todos los tipos de climas en México (Luna et al., 2004). La SMO tiene dos estaciones muy marcadas, la seca y fría y la húmeda y cálida, debido a su ubicación donde cada año los vientos alisios del Golfo la impactan en forma de huracanes tropicales descargando copiosas precipitaciones en la fachada oriental y sureste por su cercanía al mar, mientras que los vientos van perdiendo humedad conforme se internan en el continente, por lo que la zona noroeste recibe pocas precipitaciones y presenta condiciones de aridez.

La mitad seca y fría del año presenta fenómenos de masas de aire frío y seco de procedencia polar que a veces se condensa y precipita en forma de nieve en las partes más altas de la sierra, pero cuando dichas masas de aire polar ingresan por el Golfo de México se cargan de humedad y se convierten en los llamados “nortes” o masas de aire frío y húmedo dejando algunas precipitaciones durante la época seca, además de descensos bruscos en la temperatura, heladas, nubosidad baja y vientos de hasta 30 km/h (Hernández y Carrasco, 2004; Puig, 1991; García, 1981)

Según la clasificación de clima de Köppen, modificada por E. García (1981) en el **Sistema Ambiental Regional** se presentan los siguientes tipos climas.

**C(fm), Templado húmedo.** Se registra al centro del Sistema Ambiental y ocupa una superficie de 8826.20 has. **Con lluvias todo el año un porcentaje (%) de lluvia invernal menor de 18.** Es uno de los más húmedos del Estado, con precipitaciones que van desde los 1,500 hasta los 2,500 mm anuales y temperaturas medias entre 12 y 18°C también anuales. Su vegetación característica es el Bosque Mesófilo de Montaña. Su temperatura media anual es de 17.6°C y presenta un verano fresco y largo, es decir temperaturas "frescas" durante los meses de mayo, junio, julio y agosto; entre 19 y 20°C. Su oscilación térmica anual es más grande, ya que puede verse que entre el mes más caluroso y el mes más frío hay una diferencia de 7.1°C.

**C(w<sub>0</sub>)(w), Templado subhúmedo,** Se registra al centro-sur y oeste del Sistema Ambiental, y ocupa una superficie de 5115.50 has. Con lluvias de verano con un porcentaje

de lluvia invernal menor a 5%. Su distribución obedece principalmente, a condiciones de altura y a la exposición de las laderas con respecto a la poca humedad que logra atravesar la Sierra Madre Oriental.

Sus límites altitudinales no están bien establecidos, pero se les encuentra en algunas porciones del parteaguas (2,000 - 2,300 m) hasta altitudes de 1,700 m como en la ladera de sotavento de la Sierra Madre Oriental, la cual por el efecto "Foehn", recibe menos cantidad de humedad que la ladera de barlovento inclinada hacia el Golfo de México.

**C(m) Templado húmedo.** Se registra al centro-sur del del Sistema Ambiental y ocupa una superficie de 11949.64 has. Con abundantes lluvias en verano con porcentaje de lluvia invernal mayor de 5. Registra, además, lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Se extiende entre los 1,700 y 2,200 m de altitud, coincidiendo su límite superior con el parteaguas de la Sierra Madre Oriental en algunas áreas.

**C(w<sub>2</sub>), Templado subhúmedo con lluvias en verano.** Se extiende por la zona central sur del Sistema Ambiental y ocupa una superficie de 4427.12 has. Con un porcentaje de precipitación invernal entre 5 y 10.2 %. Su distribución obedece, principalmente, a condiciones de altura y a la exposición de las laderas con respecto a la poca humedad que logra atravesar la Sierra Madre Oriental.

**(A) C (fm): Semicálido, templado húmedo.** Se registra al este del Sistema Ambiental y ocupa una superficie de 1655.93 has. Observa una temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor de 22°C, con precipitación anual mayor de 500 y precipitación del mes más seco mayor de 60 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.

**BS1 k w (w) Semiseco Templado.** Se registra al sur del Sistema Ambiental y ocupa una superficie de 1485.52 has. con verano cálido y régimen de lluvias de verano. Lluvia invernal menor de 5% y entre 5 y 10.2% BS1 k w. Influye en la zona media de las barrancas de Metztitlán, por encontrarse a una altitud de entre los 1500 y 1800 msnm, recibe influencia del clima subhúmedo.

**BS<sub>0</sub>hw Semiseco Semicálido.** Se registra al sur del Sistema Ambiental y ocupa una superficie de 673.63 has. Con invierno fresco y régimen de lluvias de verano. Lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Su forma climática se registra hacia la barranca de Metztitlán, principalmente en la zona más baja y cálida, donde las variaciones de temperatura son mínimas.

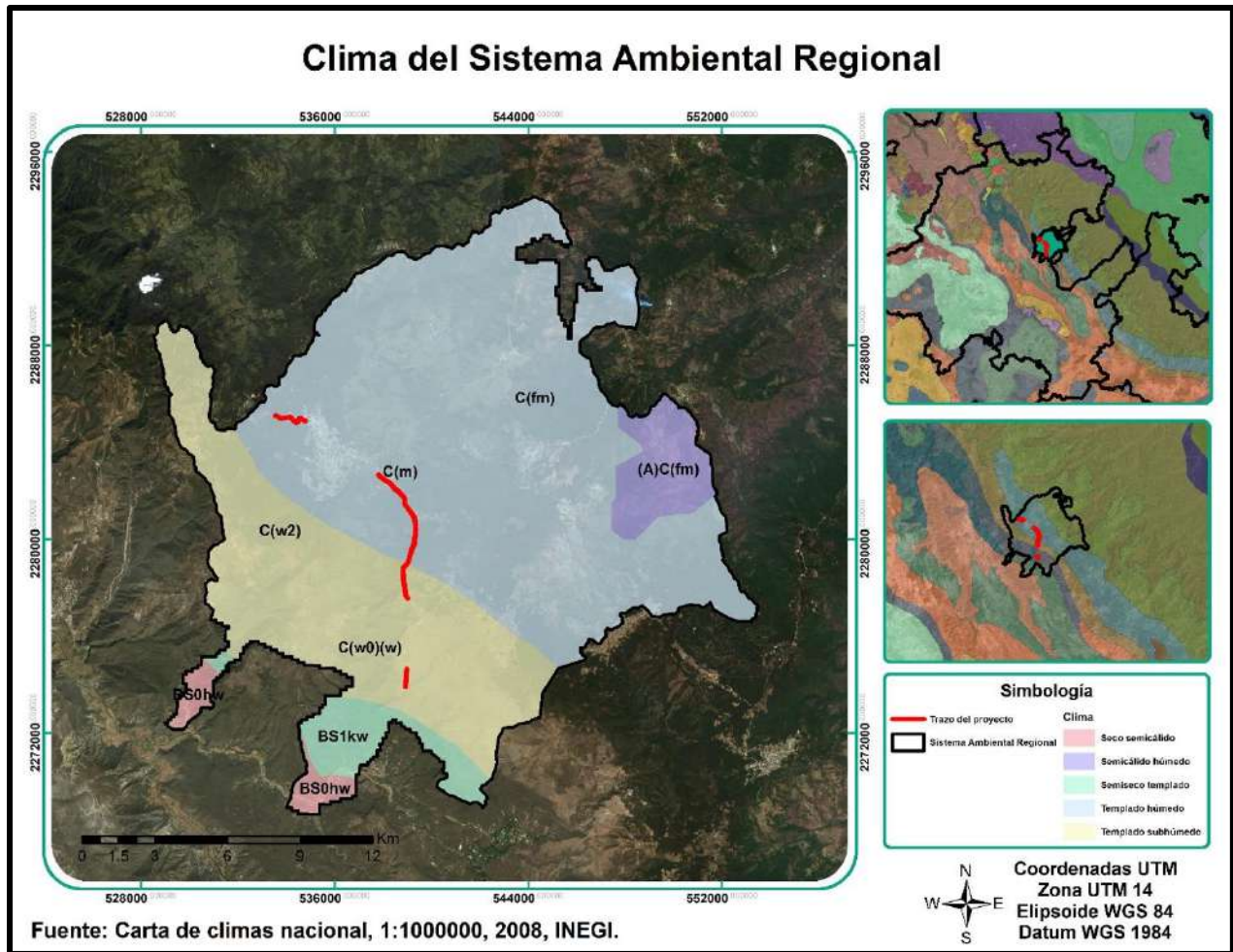


Figura IV.7 Climas presentes en el Sistema Ambiental Regional.

### Superficie de los diferentes tipos climáticos.

Tabla IV.1 Superficie los distintos tipos climáticos del SAR.

CLIMA	TIPO CLIMÁTICO	ÁREA (HAS)
C(fm)	Templado húmedo	8,826.20
C(w0)(w)	Templado subhúmedo	5,115.50
C(m)	Templado húmedo	11,949.64
BS0hw	Seco semicálido	673.63
(A)C(fm)	Semicálido húmedo	1,655.93
C(w2)	Templado subhúmedo	4,427.12
BS1kw	Semiseco templado	1,485.52
<b>TOTAL</b>		<b>34,133.53</b>

## Temperaturas promedio mensual, anual y extremas.

Las temperaturas promedio que se registran dentro del área de estudio se muestran en la tabla IV.2. Con un periodo de observación de 29 años para la estación de Zacuaitipán. En general, los datos indican un clima templado húmedo para la zona del proyecto carretero.

**Tabla IV.2 Temperatura media (grados centígrados).**

ESTACIÓN	PERIODO	TEMPERATURA PROMEDIO	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS FRÍO	TEMPERATURA DEL AÑO MÁS CALUROSO
Zacuaitipán	De 1971 a 2000	19.8	-3.8	30.2

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Observatorio Meteorológico Nacional, 2005.

**Tabla IV.3 Temperatura media mensual (grados centígrados).**

ESTACIÓN	PERÍODO 1971-2000	MES											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
13042 ZACUALTIPÁN N 1969 MSNM	TEMPERATURA MEDIA NORMA	9.8	10.9	13.6	15.2	16.5	15.6	14.5	14.6	14.2	12.8	11.6	10.5
	TEMPERATURA MÁXIMA MENSUAL	22.1	24.1	25.8	26.9	30.2	27.3	24.5	23.5	24.2	23.7	21.5	24.3
	TEMPERATURA MÍNIMA MENSUAL	-3.8	2.2	0.7	2.4	3.8	3.8	2.1	3.0	2.1	1.4	-0.8	-2.9

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Observatorio Meteorológico Nacional, 2005

Para la temperatura media mensual tenemos que en Zacuaitipán el mes más cálido se tiene en el mes de mayo con temperaturas de 30.2 °C y el mes más frío es enero con -3.8 °C.

La temporada templada dura 2,3 meses, del 27 de marzo al 6 de junio, y la temperatura máxima promedio diaria es más de 24 °C. El día más caluroso del año es el 9 de mayo, con una temperatura máxima promedio de 26 °C y una temperatura mínima promedio de 12 °C.

La temporada fresca dura 3,6 meses, del 17 de octubre al 5 de febrero, y la temperatura máxima promedio diaria es menos de 20 °C. El día más frío del año es el 6 de enero, con una temperatura mínima promedio de 6 °C y máxima promedio de 19 °C.

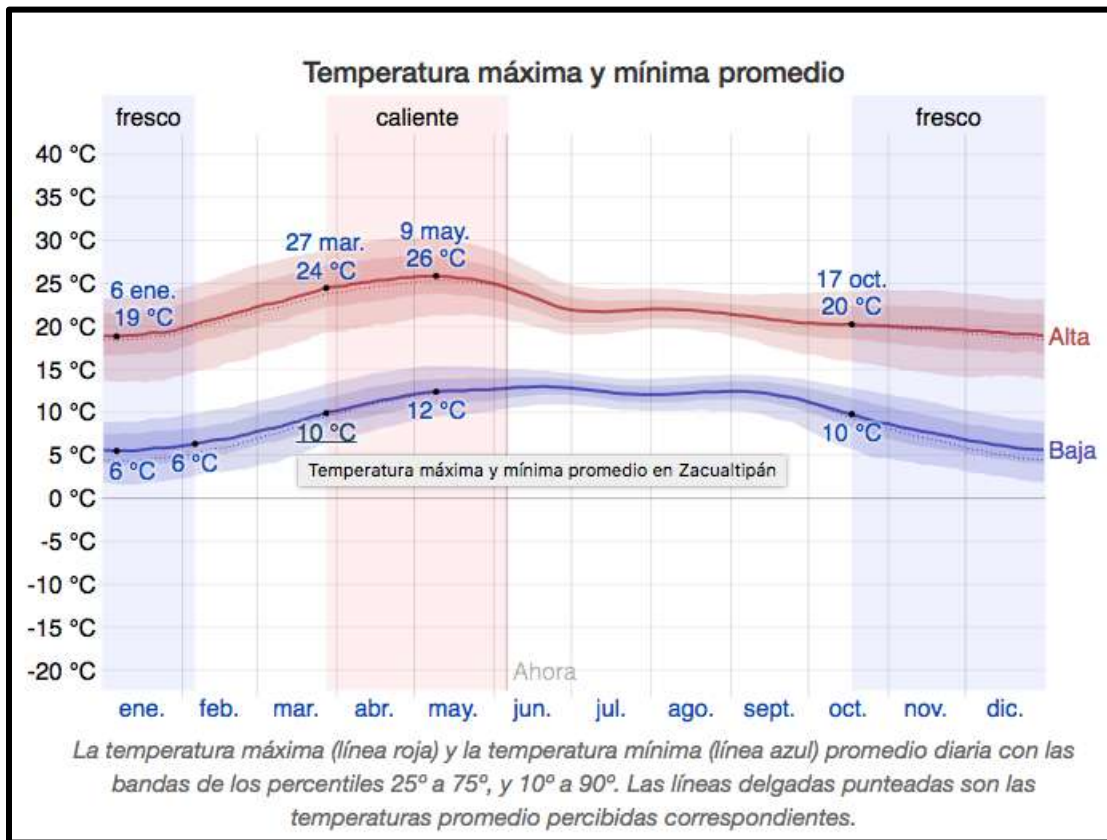


Figura IV.8 Temperatura máxima y mínima promedio registradas por la estación Zacualtipán.

**Frecuencia de heladas, nevadas y huracanes, entre otros eventos climáticos extremos.**

En cuanto a heladas y nevadas no se cuenta con datos relativos a esta información, sin embargo, se determina que se llegan a presentar temperaturas bajas debido a la presencia de los nortes, y con ellos algunas heladas. A su vez, también se llegan a presentar días con neblina en la mayor parte del año.



SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL

NORMALES CLIMATOLÓGICAS

ESTADO DE: HIDALGO PERIODO: 1971-2000

ESTACION: 00013042 ZACUALTIPÁN (SMN) LATITUD: 20°38'26" N. LONGITUD: 098°39'19" W. ALTURA: 1,969.0 MNNM.

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
EVAPORACION TOTAL NORMAL	64.1	75.7	104.4	114.3	118.7	108.5	91.0	97.4	83.0	70.8	59.5	54.9	1,042.3
AÑOS CON DATOS	12	12	12	12	12	12	12	12	12	11	11	12	
NUMERO DE DIAS CON LLUVIA	7.8	6.7	7.1	7.8	9.0	14.2	18.4	18.7	17.8	14.7	9.4	7.7	139.3
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	30	30	30	29	29	30	
NIEBLA	11.4	9.6	7.8	7.7	7.5	12.3	15.7	15.6	16.5	15.4	13.3	11.7	144.5
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	30	30	30	29	29	30	
GRANIZO	0.0	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	30	30	30	29	29	30	
TORRENTA E.	0.6	0.3	1.4	3.0	4.1	4.1	4.7	5.0	3.4	1.6	0.7	0.3	29.2
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	30	30	30	29	29	30	

**Figura IV.9 Temperatura máxima y mínima promedio registradas en la estación Zacualtipán.**

Por otro lado, esta zona se localiza dentro del área de influencia de los huracanes, estos eventos se presentan principalmente de agosto a noviembre.

La incidencia de huracanes sumado con otro evento hidrometeorológico provoca desbordamiento de ríos y consecuente inundaciones, a su vez provoca derrumbes y alteraciones sociales. Esta situación se tiende a dar de forma periódica, sin embargo, es causa de malestares y afectaciones económicas. De ello tenemos que en la temporada de huracanes (2005), tuvo influencia el huracán conocido como “Stan”, hecho que provocó deslaves, caídas de agua en las orillas de la carretera que son factores de riesgo para accidentes.

### **Nubosidad.**

En Zacualtipán, el promedio del porcentaje del cielo cubierto con nubes varía considerablemente en el transcurso del año.

La parte más despejada del año en Zacualtipán comienza aproximadamente el 25 de octubre; dura 7,5 meses y se termina aproximadamente el 9 de junio. El 4 de marzo, el día más despejado del año, el cielo está despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 65 % del tiempo y nublado o mayormente nublado el 35 % del tiempo.

La parte más nublada del año comienza aproximadamente el 9 de junio; dura 4,5 meses y se termina aproximadamente el 25 de octubre. El 14 de septiembre, el día más nublado del año, el cielo está nublado o mayormente nublado el 80 % del tiempo y despejado, mayormente despejado o parcialmente nublado el 20 % del tiempo.



Figura IV.10 Nubosidad anual registrada por la estación Zacualtípán.

## Precipitación

Un día mojado es un día con por lo menos 1 milímetro de líquido o precipitación equivalente a líquido. La probabilidad de días mojados en Zacualtípán varía muy considerablemente durante el año.

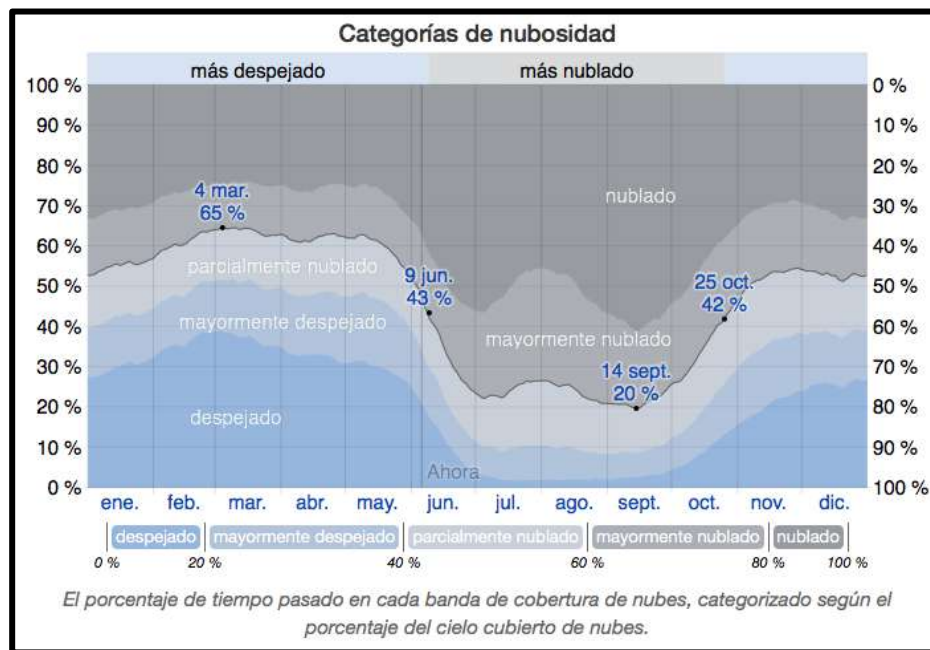


Figura IV.11 Probabilidad diaria de precipitación registrada por la estación Zacualtípán.

La temporada más mojada dura 4,3 meses, de 2 de junio a 12 de octubre, con una probabilidad de más del 42% de que cierto día será un día mojado. La probabilidad máxima de un día mojado es del 72% el 1 de septiembre. La temporada más seca dura 7,7 meses, del 12 de octubre al 2 de junio. La probabilidad mínima de un día mojado es del 13% el 25 de diciembre.

Entre los días mojados, distinguimos entre los que tienen solamente lluvia, solamente nieve o una combinación de las dos. Con base en esta categorización, el tipo más común de precipitación durante el año es solo lluvia, con una probabilidad máxima del 72% el 1 de septiembre

## Lluvia

Para mostrar la variación durante un mes y no solamente los totales mensuales, mostramos la precipitación de lluvia acumulada durante un período móvil de 31 días centrado alrededor de cada día del año. Zacualtipán tiene una variación extremada de lluvia mensual por estación.

Llueve durante el año en Zacualtipán. La mayoría de la lluvia cae durante los 31 días centrados alrededor del 12 de septiembre, con una acumulación total promedio de 218 milímetros.

La fecha aproximada con la menor cantidad de lluvia es el 4 de enero, con una acumulación total promedio de 20 milímetros.

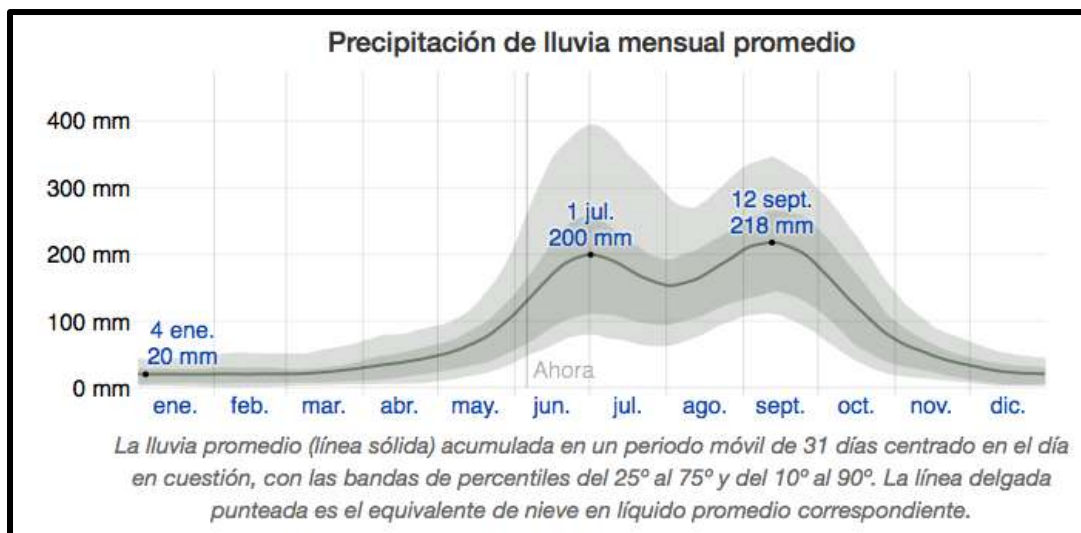
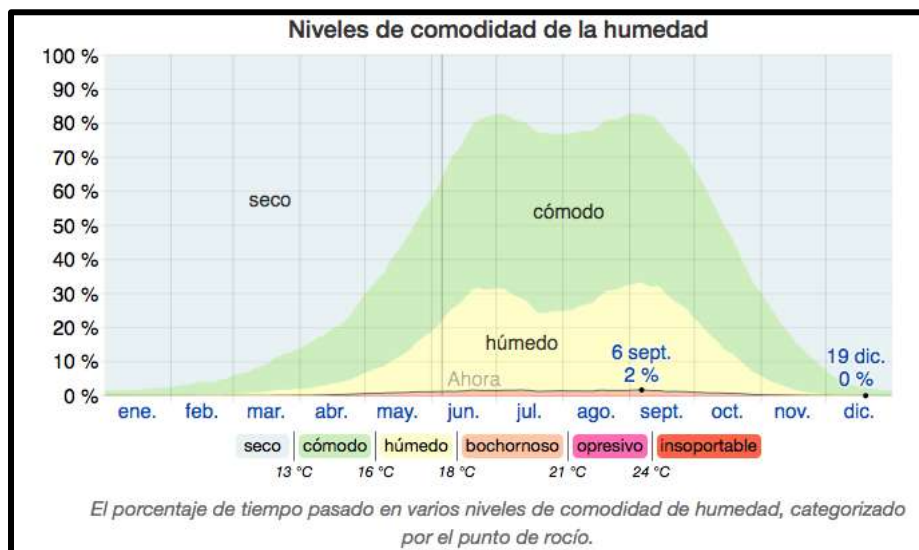


Figura IV.12 Precipitación de lluvia mensual promedio, registrada por la estación Zacualtipán.

## Humedad

Basamos el nivel de comodidad de la humedad en el punto de rocío, ya que éste determina si el sudor se evaporará de la piel enfriando así el cuerpo. Cuando los puntos de rocío son más bajos se siente más seco y cuando son altos se siente más húmedo. A diferencia de la temperatura, que generalmente varía considerablemente entre la noche y el día, el punto de rocío tiende a cambiar más lentamente, así es que, aunque la temperatura baje en la noche, en un día húmedo generalmente la noche es húmeda.



**Figura IV.13 Humedad, registrada por la estación Zacuatlipán.**

El nivel de humedad percibido en Zacuatlipán, debido por el porcentaje de tiempo en el cual el nivel de comodidad de humedad es bochornoso, opresivo o insoporable, no varía considerablemente durante el año, y permanece entre el 1% del 1%.

## Viento.

Esta sección trata sobre el vector de viento promedio por hora del área ancha (velocidad y dirección) a 10 metros sobre el suelo. El viento de cierta ubicación depende en gran medida de la topografía local y de otros factores; y la velocidad instantánea y dirección del viento varían más ampliamente que los promedios por hora.

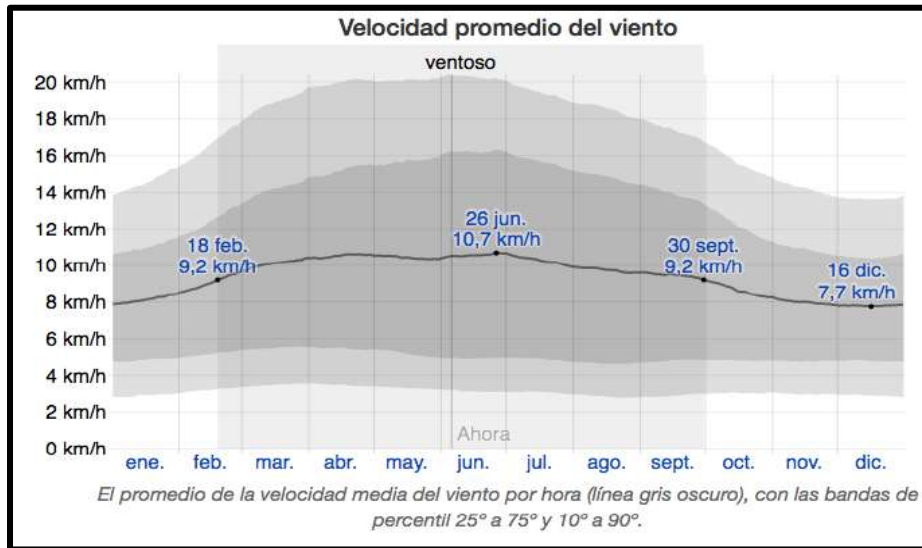


Figura IV.14 Velocidad promedio del viento, registrada por la estación Zacuatlipán.

La velocidad promedio del viento por hora en Zacuatlipán tiene variaciones estacionales leves en el transcurso del año. La parte más ventosa del año dura 7,4 meses, del 18 de febrero al 30 de septiembre, con velocidades promedio del viento de más de 9,2 kilómetros por hora. El día más ventoso del año es el 26 de junio, con una velocidad promedio del viento de 10,7 kilómetros por hora. El tiempo más calmado del año dura 4,7 meses, del 30 de septiembre al 18 de febrero. El día más calmado del año es el 16 de diciembre, con una velocidad promedio del viento de 7,7 kilómetros por hora.

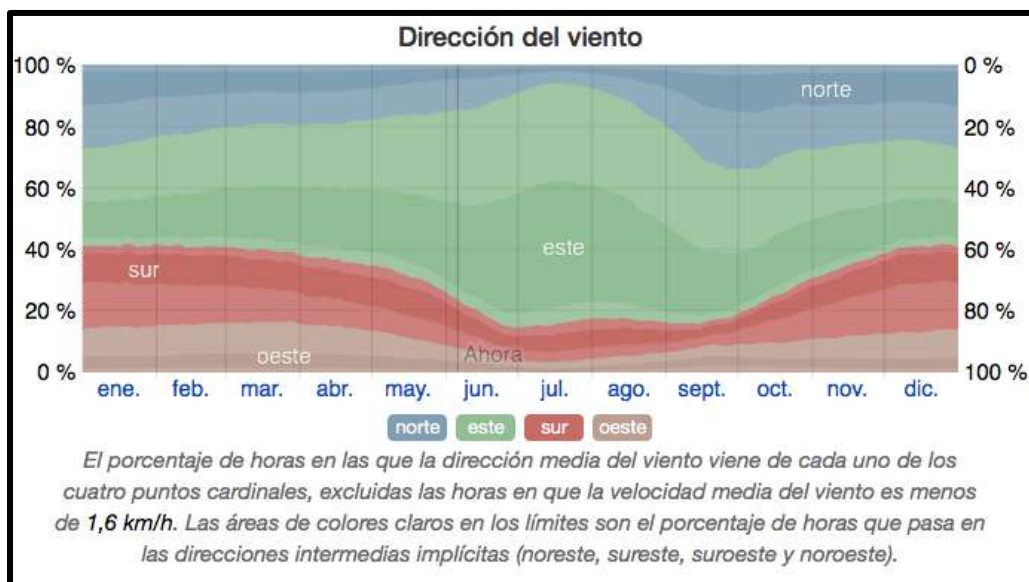


Figura IV.15 Dirección del viento, registrada por la estación Zacuatlipán.

## Calidad atmosférica de la región.

No se cuenta con datos relativos a esta información, sin embargo y de acuerdo al recorrido de campo se observó que la calidad del aire es buena; ya que no se tiene industria contaminante ni gran aforo vehicular, por ello, se mantiene un nivel del aire aceptable. Sumado a ello tenemos la presencia de abundancia de vegetación generando un continuo circular del aire.

### IV.2.1.1.1 Clima del tramo carretero

Los subtramos carreteros se localizan en la Zona II o región intermedia climática de la Sierra Madre Oriental, donde se presentan precipitaciones entre 600 a 1200 mm de lluvia anuales. En el tramo carretero, predominan tres tipos de clima; estos son el **C(m)**, **C(w<sub>2</sub>)** y el **C(w<sub>0</sub>)(w)**.

Dentro del área de estudio del tramo carretero predomina el tipo de clima C(m), el cual, corresponde a un templado húmedo con abundantes lluvias en verano C(m) y lluvia invernal entre 5 y 10.2%. Se extiende entre los 1,700 y 2,200 m de altitud, coincidiendo su límite superior con el parteaguas de la Sierra Madre Oriental en algunas áreas, se observan composiciones florísticas de bosque de pino, encino, mesófilo de montañas y aprovechamientos forestales de *Pinos patula*. También se presenta, al sur del tramo carretero (Km 85+000 al 85+760), el clima C(w<sub>2</sub>), donde predominan el bosque de encino-pino, además de áreas semiáridas donde se desarrollan amplias áreas de actividades pecuarias, matorrales secundarios y bosque de encino de carácter xérico.

Tabla IV.4 Descripción de los climas presentes en el tramo carretero

TIPOS DE CLIMAS SEGÚN KÖPPEN MODIFICADO POR GARCÍA	DESCRIPCIÓN.
C(m)	Presenta el Templado Húmedo con lluvias intensas de verano C(m) y lluvia invernal entre 5 y 10.2%. De igual forma el clima templado húmedo con abundantes lluvias en verano y lluvia invernal mayor del 5%, C (m), se extiende entre los 1,700 y 2,200 m de altitud, coincidiendo su límite superior con el parteaguas de la Sierra Madre Oriental en algunas áreas. Las lluvias se concentran en los meses de junio a octubre, observándose una pequeña disminución entre julio y agosto; específicamente su lluvia invernal es de 7%. Tiene un verano fresco y largo, ya que las temperaturas medias de los meses más calurosos son menores a los 17°C y es de poca oscilación térmica anual, es decir, que entre el mes más caluroso, mayo, y el mes más frío, diciembre, hay una diferencia de 5.3°C (ver climograma)

TIPOS DE CLIMAS SEGÚN KÖPPEN MODIFICADO POR GARCÍA	DESCRIPCIÓN.
C(w <sub>2</sub> )	Templado subhúmedo con lluvias en verano % de precipitación invernal entre 5 y 10.2. El más húmedo.
C(w <sub>0</sub> )(w)	Su distribución obedece principalmente a condiciones de altura y a la exposición de las laderas con respecto a la poca humedad que logra atravesar la Sierra Madre Oriental. Sus límites altitudinales no están bien establecidos, pero se les se registran desde los 2100 m. de altitud, principalmente sobre las montañas.

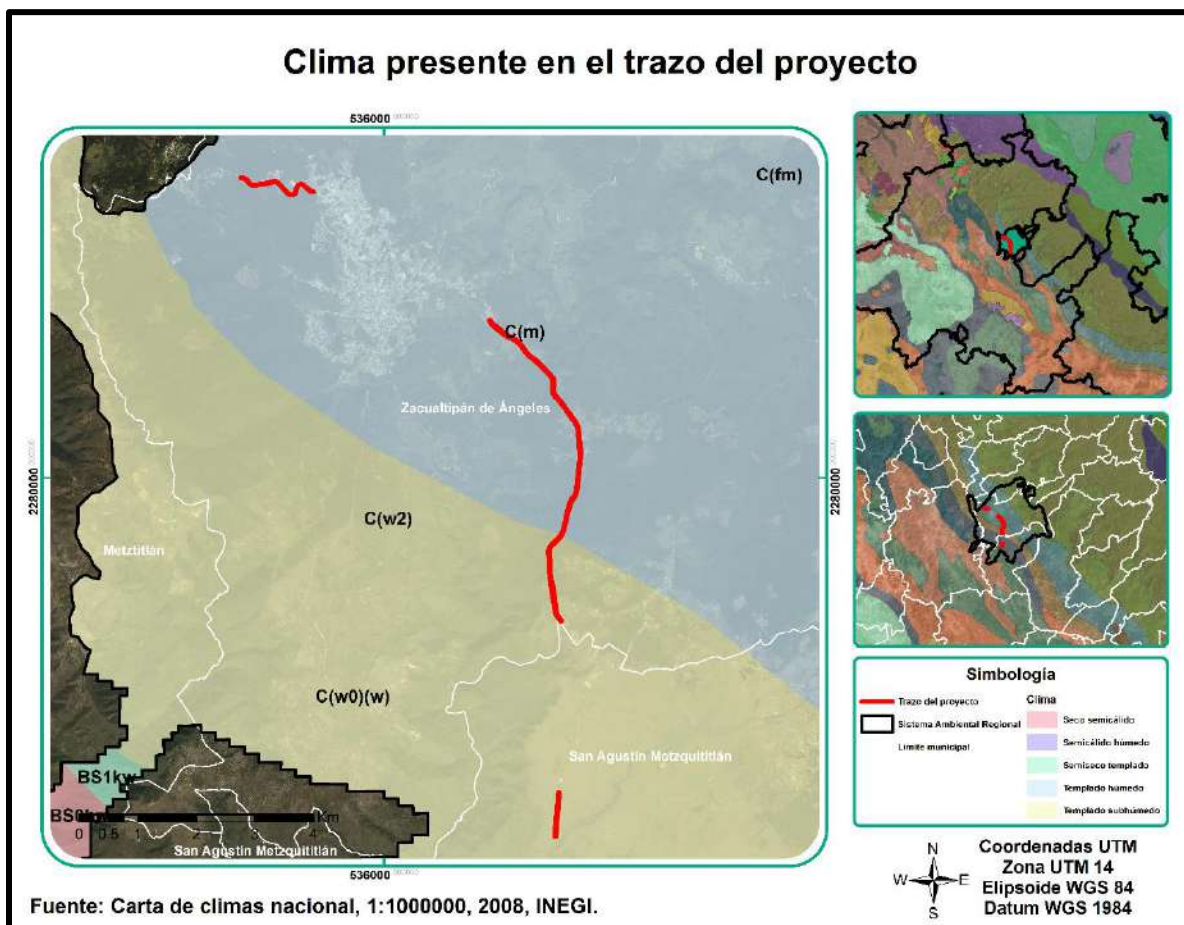


Figura IV.16 Tipos de clima presentes en áreas del tramo carretero, INEGI, 1981.

En la siguiente tabla, se indica el tipo de clima para los subtramos.

Tabla IV.5 Climas presentes en el tramo carretero

TRAMO CARRETERO	CLIMA	VEGETACIÓN
85+000 al 85+900	C(w <sub>0</sub> )(w)	Matorral xerófilo

TRAMO CARRETERO	CLIMA	VEGETACIÓN
89+000 al 94+920	C(w <sub>2</sub> )	Bosque de pino - encino
	C(m)	Bosque mesófilo de montaña
98+980 al 100+560	C(m)	Vegetación secundaria del bosque

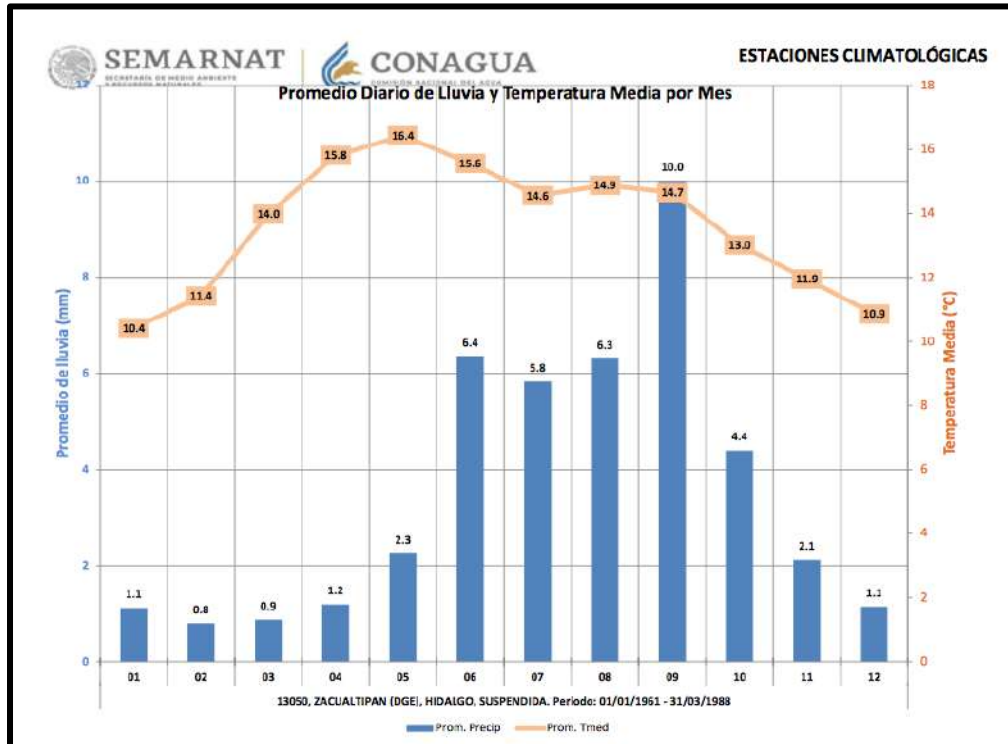


Figura IV.17 Climograma de la estación Zacualtípán.

#### IV.2.1.1.2 Precipitación promedio anual (mm)

Se registra una precipitación promedio anual de 1278.6 mm; como se observa los meses más lluviosos son junio a octubre y los meses más secos son febrero y marzo. Tal como se muestra en la tabla siguiente.

Tabla IV.6 Precipitación registrada en la estación meteorológica de Zacualtípán.

SERVICIO METEOROLÓGICO NACIONAL													
NORMALES CLIMATOLÓGICAS													
ESTADO DE: HIDALGO												PERIODO: 1971-2000	
ESTACION: 00013042 ZACUALTIPAN (SMN)	LATITUD: 20°38'26" N.				LONGITUD: 098°39'19" W.				ALTURA: 1,969.0 MSNM.				
ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ANUAL
PRECIPITACION NORMAL	32.3	24.2	28.7	44.2	60.3	181.2	175.0	186.8	299.2	158.0	69.7	29.0	1,278.6
MAXIMA MENSUAL	88.0	42.0	89.9	133.4	238.2	383.4	415.3	356.2	892.0	454.8	217.3	93.0	
AÑO DE MAXIMA	1992	1995	1971	1985	1984	1974	1972	1995	1974	1999	1971	1961	
MAXIMA DIARIA	28.5	23.4	53.4	64.0	85.5	93.5	103.0	111.5	280.0	177.0	72.0	52.3	
FECHA MAXIMA DIARIA	11/1983	24/1974	29/1971	08/2000	28/1984	08/1978	04/1974	27/1981	20/1974	04/1999	09/1971	04/1981	
AÑOS CON DATOS	30	30	30	30	30	29	30	30	30	29	29	30	

Fuente: Comisión Nacional del Agua, Observatorio Meteorológico Nacional, 2010.



### IV.2.1.1.3 Fisiografía y geología

#### IV.2.1.1.3.1 Fisiografía

Fisiográficamente el Sistema Ambiental se ubica en la provincia denominada Sierra Madre Oriental (Raíz, 1959), la cual se caracteriza por presentar una topografía abrupta representada por sierras altas y profundos cañones, orientados principalmente noroeste-sureste producto de procesos tectónicos de compresión y distensión. La naturaleza litológica es esencialmente sedimentaria con una cubierta volcánica (figura IV.18). Las principales elevaciones como el Cerro Alto presentan una altura de 2,200 msnm. observando desniveles hasta de 500 m como es el caso de las barrancas de los arroyos Papaxtla y Panotlán.

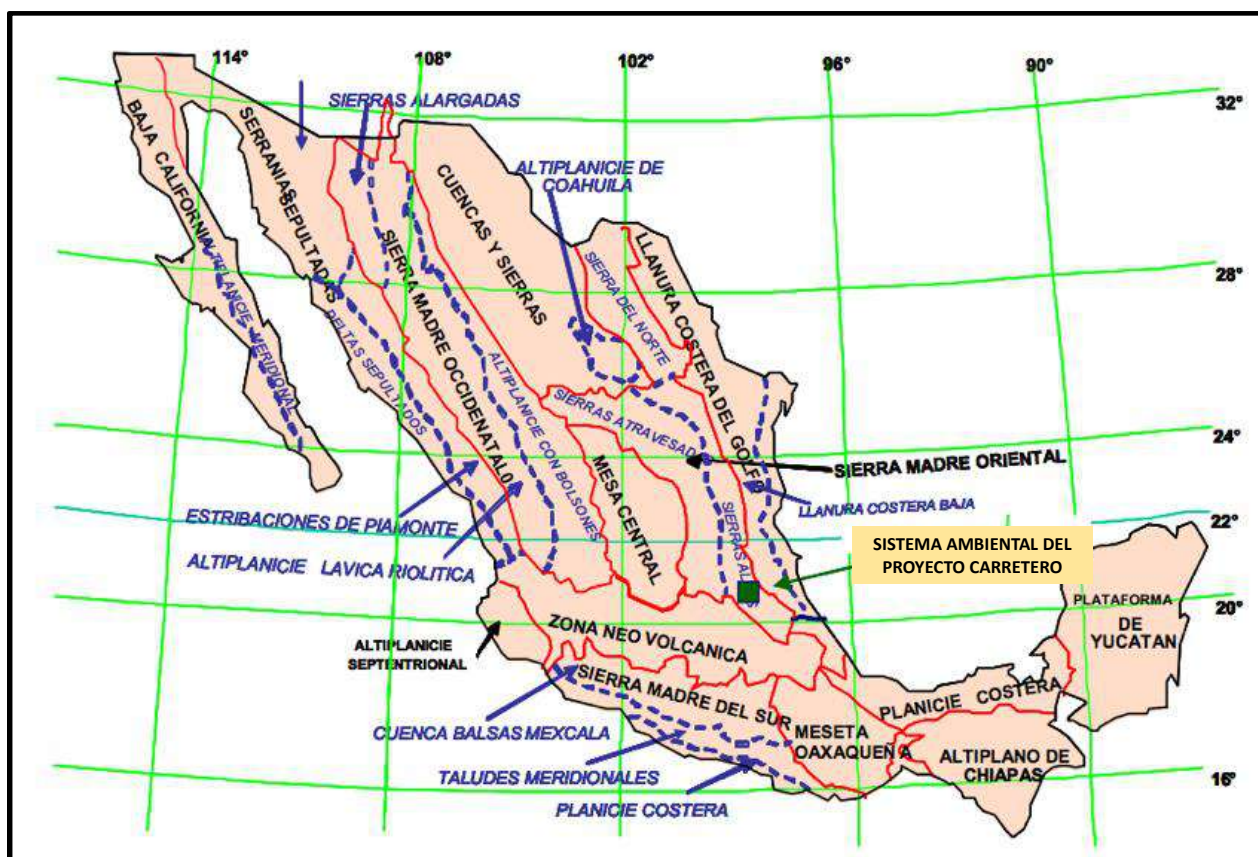


Figura IV.18 Provincias Fisiográficas de la República Mexicana, el SAR del proyecto carretero se ubica en la Sierra Madre Oriental.

El escarpe o sistema de laderas abruptas del SAR tiene la mayor cobertura en el área, presenta pendientes de más del 20%, lo que significa que son pendientes pronunciadas.

La sierra baja es el segundo sistema mejor representado, se extiende de Norte a Sur; su origen es sedimentario y está conformado litológicamente por calizas mostrando dentro de sus rasgos geológicos sobresalientes un conjunto de fracturas.

De acuerdo a las Unidades geocológicas (OET, 1999), el SAR está conformado por las unidades de Montañas altas (1700-2500 m) y Montañas altas (1700-2900 m) volcánicas, como se indica en la siguiente tabla.

**Tabla IV.7 Unidades geocológicas del SAR.**

<b>UNIDADES GEOECOLÓGICAS.</b>
2.4.2. Montañas altas (1700-2500 m) estructuro-denutivas, formadas por calizas cristalinas y en ocasiones lititas con bosque mesófilo, pinares naturales densos, pin-encinares, pastizales y focos de agricultura temporal sobre rendzinas, litosoles y regosoles eúctico.
2.4.3 Montañas altas (1700-2900 m) volcánicas, formadas por rocas extrusivas; basaltos, tobas ácidas, brechas y vulcanitas con pinares densos naturales, pin-encinares y focos de agricultura temporal sobre feozem háplico, litosoles, vertisoles y regosoles.

Fuente: OET del Estado de Hidalgo, 1999.

#### **IV.2.1.1.4 Geomorfología**

Geomorfológicamente el tramo carretero de Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, se ubica en dos unidades geomorfológicas. La primera de ellas, corresponde a una planicie de basalto y suelo vertisol pélico, donde se observa además las lagunas de El Zarco y El Carrizo, además de las localidades de El Banco, El Enzuelado y Tuzanapa, en la siguiente figura, se indica la planicie.



**Figura IV.19** Vista de la planicie del tramo carrero de 85+000 al km 85+760.

Los subtramos carreteros del 89+000 al km 94+920 y 98+980 al km 100+560, se caracterizan por formar parte de los elementos boscosos de Zacualtipán, presentan una roca del terciario de toba ácida y un suelo luvisol crómico. Sus pendientes van de 0,87 % a 6.0%. La vegetación es abundante y está caracterizada por el bosque de encino – pino y el Bosque mesófilo de montaña, además de elementos secundarios, como se observa en la siguiente figura. Se localizan localidades como la Mojonera, Colonia Los Pinos y Zacualtipán, sus escurrimientos van hacia el río Panatlán.



**Figura IV.20** Vista de las áreas boscosas de los subtramos 89+000 al km 94+920 y 98+980 al km 100+560.

En los diferentes subtramos se encuentra desde una topografía uniforme hasta con variaciones importantes, como se indica en la siguiente tabla.

Tabla IV.8 Tipos de suelo registrados en el tramo carretero.

SUBTRAMOS	ALTITUD (msnm)	PENDIENTES
85+000 al km 85+760	1880 a 1901	4.53 %
89+000 al km 94+920	1959 a 1995	0.87 %, 2.35 %, 5.0 %, 6.0 %
98+980 al km 100+560	2432 a 2488	2.35 %, 3.65%

En las siguientes figuras se muestra un perfil de las pendientes de los subtramos 85+000 al km 85+760 y 89+000 al km 94+920. En el subtramo del Km 85, al tener una pendiente de bajo valor, permite minimizar los escurrimientos hacia los arroyos y su efecto por deslaves. En los subtramos 89+000 al km 94+920 y 98+980 al km 100+560, las pendientes y escurrimientos se incrementa por ello, se deberán implementar medidas durante la construcción y operación de la obra.

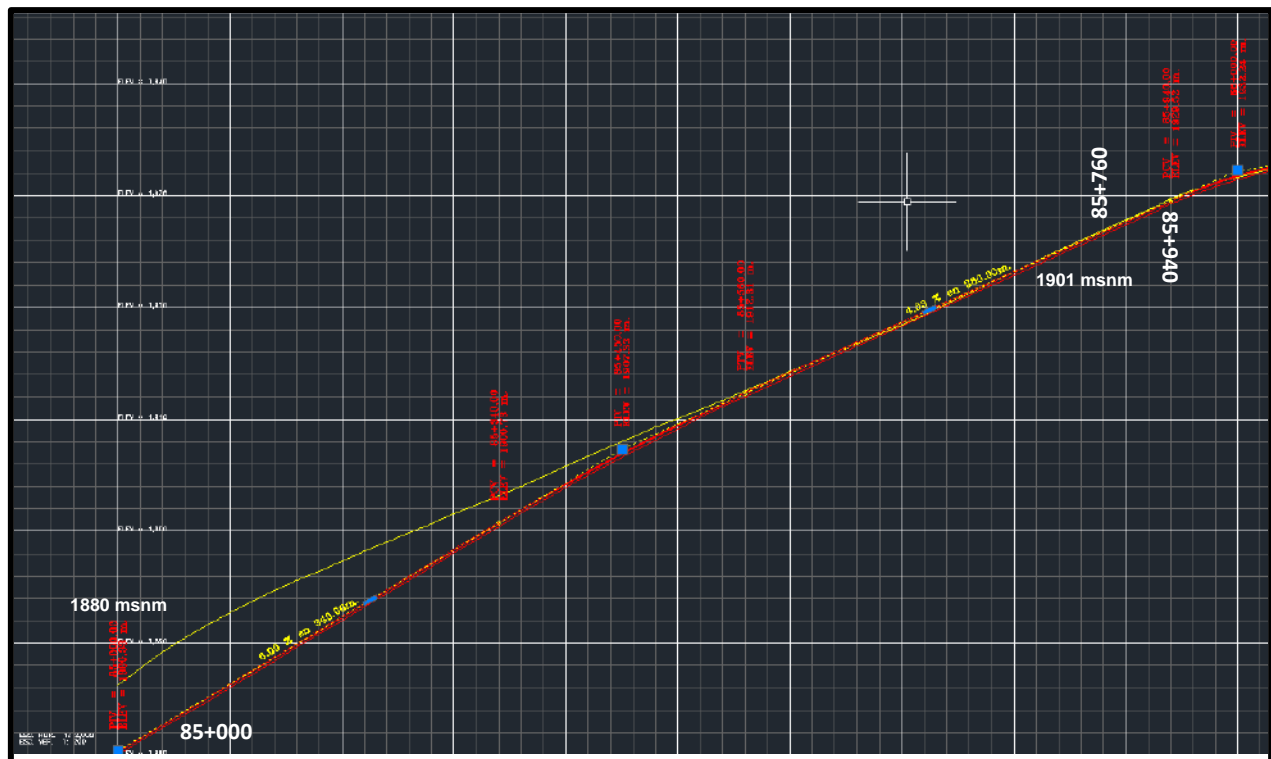


Figura IV.21 Perfil de la pendiente en el subtramo 85+000 al km 85+760, donde se observa un desnivel de 21 m y una pendiente promedio de 4.53 %.

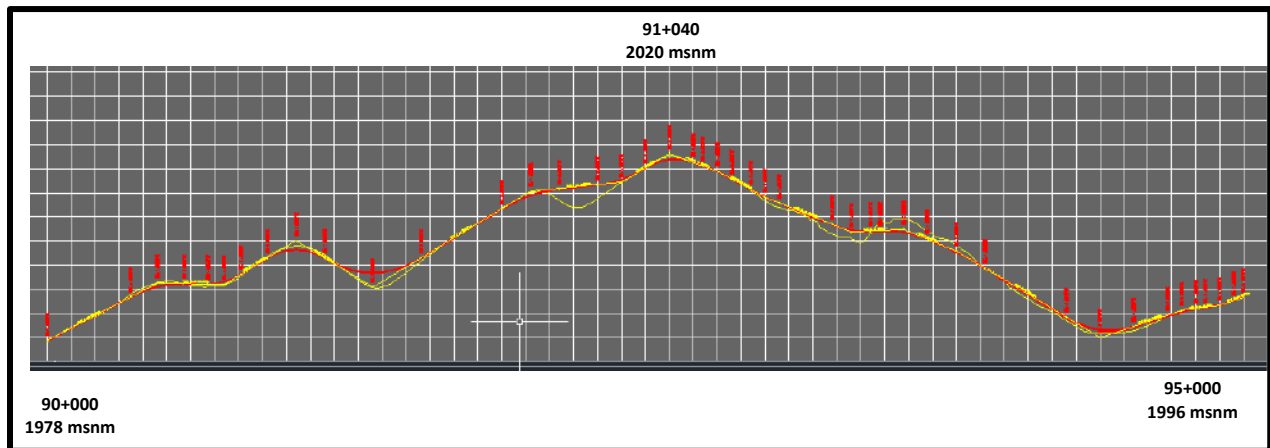


Figura IV.22 Perfil de la pendiente en el subtramo 89+000 al km 94+920, donde se observa un desnivel de 42 m y una pendiente promedio de 3.5 %.

### Geología Regional.

El municipio de Zacuaitipán forma parte del dominio geológico de la provincia Sierra Madre Oriental (López Ramos, 1983) o Cinturón Mexicano de Pliegues y Fallas según Ortega G. et. al. 1991 (figura 5), representada geomorfológicamente por sierras altas y profundos cañones o barrancas, constituidas principalmente por rocas sedimentarias marinas de composición predominantemente calcárea y arcillosa de edad Triásico–Cretácico, afectadas en general por una tectónica compresiva-distensiva, en donde se desarrollaron fuertes plegamientos, cabalgaduras, fallamientos inversos, fallas normales y fracturas asociadas.

Estas rocas durante el Terciario Inferior, fueron afectadas por la intrusión de cuerpos ígneos plutónicos de composición granítica, responsables de los procesos metamórficos y de mineralización que dieron origen a la ocurrencia de grandes yacimientos de mármol y minerales metálicos. Aunque estas condiciones no fueron observadas superficialmente en el área estudiada, se infiere su presencia en el subsuelo al oriente, en la zona de Huayacocotla y Agua Blanca. Durante el Terciario Medio y Superior se desarrolló un ciclo de actividad volcánica en el que fueron extravasados grandes volúmenes de material tobáceo e ignimbrítico, así como extensos derrames de roca riolítica y basáltica.



Figura IV.23 Provincias Geológicas de la República Mexicana.

En el contexto geotectónico (figura 4.24), la mayor parte de la región estudiada queda comprendida en la unidad tectonoestratigráfica denominada Sierra Madre (Campa y Coney, 1983 y Ortega Gutiérrez, 19919).



Figura IV.24 Terrenos tectonoestratigráficos de la República Mexicana. El proyecto se ubica en la Sierra Madre Oriental.

Las unidades litológicas que componen el **Sistema Ambiental Regional** se indican a continuación en la siguiente tabla y se describen a continuación.

Tabla IV.9 Unidades litológicas del sistema ambiental regional.

ERA	PERIODO	TIPO DE ROCA POR SU ORIGEN	UNIDAD LITOLÓGICA
Mesozoico	Cretácico inferior	Sedimentaria	Caliza
	Jurásico superior		Caliza-Lutita
	Jurásico inferior		Lutita-Arenisca
	Triásico		Arenisca-Conglomerado
Cenozoico	Terciario superior	Ígnea extrusiva	Basalto
			Toba ácida

FUENTE: INEGI. Carta Estatal Geológica, 1: 50 000.

**Aluvial.** Se observa al sur del SAR, ocupa una superficie de 331.94 has en el municipio de Metzquititlán. Son pequeñas áreas distribuidas esporádicamente en la zona de estudio y está constituida por material aluvial con contenido de arcilla, estos depósitos son de escaso, depósitos volcánicos terciarios, así como areno-conglomeráticos, en esta zona se localizan escasos aprovechamientos sin ninguna importancia económica. Se pueden observar en los límites de la barranca de Metzquititlán.



Figura IV.25 Suelo aluvial en el río Metzquititlán.

**Arenisca.** Se observa al este del SAR, ocupa una superficie de 133.97 has en los municipios de Zacualtipán y Mezquititlán. Se observaron capas de caliza arcillosa y arenisca de unos 0.70 m a 0.80 m. de espesor presentando continuidad lateral, sin embargo; el intenso fracturamiento, la deformación y alteración que tienen limita totalmente su aprovechamiento como roca dimensionable.

**Basalto.** Se observa al sur y centro del SAR, ocupa una superficie de 6827.5 has en los municipios de Zacualtipán y Mezquititlán. Unidad correspondiente al Terciario Superior, que está constituida por derrames densos y vesiculares de basaltos andesíticos, de olivino y piroxeno, en forma de bloques.



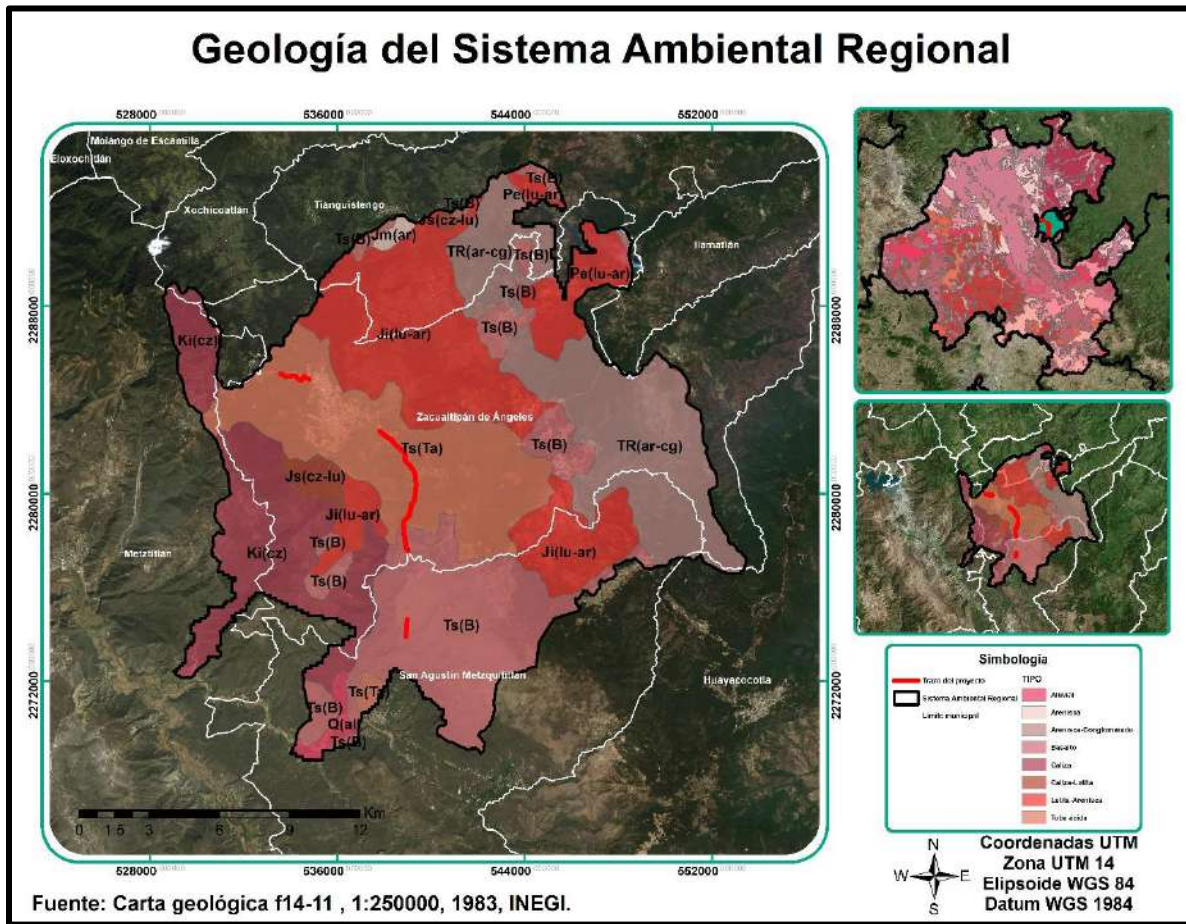


Figura IV.26 Geología presente en el Sistema Ambiental Regional.

**Caliza.** Se registra al oeste del SAR, ocupa una superficie de 4904.49 has. Unidad sedimentaria de origen marino, constituida por caliza estratificada depositada en un ambiente de plataforma. Es de color gris oscuro.



Figura IV.27 Caliza en las inmediaciones de la localidad de Metzquititlán.

**Caliza-Lutita.** Se registra al oeste del SAR, ocupa una superficie de 447.07 has en el municipio de Metzquitlán. Unidad sedimentaria de origen marino, constituida por la alternancia de calizas y lutitas depositadas en mares profundos. Las calizas son de color gris oscuro a negro. Las lutitas son calcáreas.

**Tabla IV.10 Superficie los tipos geológicos registrados en el SAR.**

CLAVE	TIPO	ÁREA (HA)
Ji(lu-ar)	Lutita-Arenisca	7,291.17
Jm(ar)	Arenisca	133.97
Js(cz-lu)	Caliza-Lutita	447.07
Ki(cz)	Caliza	4,904.49
Pe(lu-ar)	Lutita-Arenisca	1,367.00
Q(al)	Aluvial	331.94
TR(ar-cg)	Arenisca-Conglomerado	8087.78
Ts(B)	Basalto	6,827.50
Ts(Ta)	Toba ácida	6,213.69
<b>TOTAL</b>		<b>34,133.53</b>

**Lutita-Arenisca.** Se observa en varias zonas del SAR (centro sur, al norte), ocupa una superficie de 7291.7 has en los municipios de Zacualtipán, Tianguistengo y Metzquitlán. Unidad sedimentaria clástica de origen marino, constituida por estratos delgados y masivos de lutitas y areniscas. Las lutitas son de color negro y presentan concreciones calcáreas, y las areniscas son de grano fino, cuarcíferas y con matriz arcillosa.



**Figura IV.28 Paquete de lutitas y margas de la Formación Huayacocotla, Camino Tehuiztla – Coatlila.**

**Toba Ácida.** Se observa al centro y noreste del SAR, ocupa una superficie de 6213.69 has en el municipio de Metzquititlán. Unidad constituida por tobas riolíticas y dacíticas, con algunas intercalaciones de obsidiana y derrames riolíticos y basálticos.



Figura IV.29 Zona de toba ácida constituida de rocas dacíticas.

#### IV.2.1.1.4.1 Geología local del tramo carretero y zonas adyacentes

De acuerdo a la superposición de rocas que conforman la columna estratigráfica de la porción nororiental del estado de Hidalgo, en la superficie del SAR se identificaron dos grupos litológicos, uno de carácter sedimentario marino que abarca una edad del Triásico Superior al Cretácico Superior y otra de origen volcánico del Terciario Superior las cuales se describen a continuación.

Formación Huizachal (TRsLu-Ar). Nombre formacional empleado por primera vez por Seems D.R. en 1921, (López Reyes, J. et. al. 1997) cuya localidad tipo se ubica en el valle de Huizachal, 20 Km. al sur de Ciudad Victoria, Tamps.

Esta unidad fue observada entre los poblados de Tlahuelompa y Jalapa al oriente del municipio (Plano 1). Está constituida por una secuencia de lutita, limolita, arenisca y conglomerado de color rojizo, verde y gris verdoso. Su contacto inferior no se observó, subyace discordantemente a sedimentos marinos de la Formación Huayacocotla.

Con base en su contenido faunístico, se le ha asignado una edad del Triásico Superior. Su depósito es de tipo continental post orogénico rellenando grandes fosas tectónicas. Desde el punto de vista geológico minero estas rocas carecen de interés económico.

Formación Huayacocotla (JiLu-Ar). Nombre formal propuesto por Imlay, et. al. 1948 (en López Reyes, J. 1997) para una secuencia de sedimentos de origen marino de 300 m. de espesor aflorante en la región norte de Veracruz y Puebla y al este de Hidalgo. Su localidad tipo se encuentra a lo largo del río Vinazco, al sur de Huayacocotla, Ver.

Aflora en la porción nororiente del municipio en la vecindad de los poblados de Coatlila, Tehuitzila y Zincoatlán, donde se observaron terrígenos de grano grueso en la base y hacia la cima por una secuencia típica de sedimentos flysh donde la arenisca es de grano fino y color gris oscuro, alternando en forma rítmica con lutita laminar de color gris oscuro y gris verdoso; en ocasiones contiene fósiles de tallos y hojas de plantas. Descansa discordantemente sobre la Formación Huizachal subyaciendo de igual forma a las formaciones del Jurásico Superior.

Con base en su contenido faunístico se le asigna una edad del Jurásico Inferior (Hettangiano Superior-Pliensbaquiano).

Es un depósito de ambiente marino cercano a costa, con zonas pantanosas de condiciones reductoras que lograron preservar la materia orgánica. Sus características litológicas le restan importancia económica ya que su aprovechamiento se limita a agregados pétreos de mala calidad.

Formaciones Santiago, Pimienta, Tamán y Chipoco (Js Lu-Cz). Dentro de las siglas se ha agrupado a estas cuatro formaciones, ya que presentan características litológicas similares, en muchos de los casos difíciles de diferenciar. Hacia la vecindad de Papaxtla en la porción norponiente del municipio se tiene una secuencia de caliza de textura fina a media en capas de 0.10 a 0.40 m. de espesor de color gris a gris oscuro.

Sobreyacen discordantemente a la Formación Huayacocotla y subyacen concordantemente a los sedimentos arcillo calcáreos de la Formación Tamaulipas Inferior. La edad asignada a estas formaciones es del Jurásico Superior en base a su contenido faunístico.

Formación Tamaulipas Inferior (Ki Cz). Nombre formal propuesto por L.W. Stephenson en 1921 (en López Reyes, J. et. al. 1997) para designar a la caliza

criptocristalina de color crema con líneas estilolíticas, nódulos y bandas de pedernal gris claro que afloran en la sierra de Tamaulipas. En el municipio su ocurrencia se tiene hacia la vecindad del poblado de Papaxtla, en la porción norponiente del municipio, donde está constituida por caliza lutítico-arcillosa de color gris oscuro en capas de 0.05 a 0.60 m. de espesor con algunas intercalaciones de lutita gris y nódulos de pedernal. Esta unidad sobreyace en forma concordante a los sedimentos marinos del Jurásico Superior su contacto superior no fue observado.

La edad asignada a estos sedimentos es del Cretácico Inferior (Berriasiano-Barremiano). El depósito de estos sedimentos se realizó en un ambiente marino de baja energía alejado de la costa. Las rocas presentan interés geológico minero ya que pueden aprovecharse como agregados pétreos para la construcción.

Formación Don Guinyo (TplTR-TDa). Con este nombre, Segerstrom (1961) definió a un paquete de toba y brecha riolítica y dacítica cuya localidad tipo se localiza a lo largo de la carretera Ixmiquilpan-Huichapan donde corta al arroyo Don Guinyo (López Reyes, J. 1997). Su distribución en la superficie del municipio es amplia sobre todo en la porción central.

La unidad está constituida por una sucesión de lava, brecha volcánica, toba y arenisca tobácea de composición andesítica, dacítica y riolítica que representa derrames piroclásticos e ignimbrita. Descansa discordantemente sobre las formaciones más antiguas y de igual forma subyace a la unidad de basalto Pliocuaternario. Por su posición estratigráfica se le ha asignado una edad del Plioceno.

Representan las rocas más importantes en el municipio ya que prácticamente toda la producción de agregados pétreos se extrae de ellas, así mismo constituye la roca madre y/o encajonante de los depósitos de minerales no metálicos presentes.

En la zona del proyecto se presenta registro de toba acida y basalto, que se enuncian a continuación.

### **Descripción de los elementos geológicos del tramo carretero**

**Toba Acida, Ts (Ta).** Data del periodo Cenozoico, perteneciente a la era del Terciario Superior con una unidad de Toba acida constituida por tobas riolíticas y dacíticas, con algunas interacciones de obsidiana y derrames riolíticos y basálticos, el intemperismo que presentan va de somero a profundo y el fracturamiento de algunos afloramientos es moderado y en otros intenso.



Figura IV.30 Banco de material constituido por toba andesítica.

**Basalto, Ts (B)** En esta unidad se identifican basaltos de olivino, piroxenos y andesíticos, con estructura compacta y vesicular en derrames densos, lavas en bloques y disyunción prismática; el fracturamiento e intemperismo son variables, desde moderado y somero, hasta intenso y profundo. El color de la roca varía de gris claro a negro en muestras frescas y es pardo rojizo al intemperismo.

Esta unidad sobryace discordantemente a las unidades sedimentarias mesozoicas y generalmente, cubre a las unidades volcánicas ácidas del Terciario; siendo correlacionable con las formaciones Atotonilco el Grande y Tarango.



**Figura IV.31 Zona de basalto en el arroyo Panotlán. Son de color gris claro a negro y cuando se intemperizan. El grado de fracturamiento e intemperismo va de moderado y somero a intenso y profundo.**

Morfológicamente se identifican como mesetas disectadas por profundos cañones (área el barranca de Metztlán), frecuentemente coronados por conos cineríticos, brechoides. Regionalmente, se puede decir que se halla distribuido espacialmente tanto en los límites del Altiplano y la Sierra Madre Oriental.



Figura IV.32 Zona de rocas dacíticas.

En la región del tramo carretero aflora una secuencia de basaltos interestratificados con ignimbritas alcalinas de 4.4 Ma (Cantagrel y Robin, 1979) que aumentan de espesor hacia el norte, incluyendo derrames de obsidiana. Esta secuencia presenta intensa alteración hidrotermal dando origen a cuerpos irregulares de caolín en Zacualtipán.

Al inicio del tramo carretero se registra la roca basáltica al y al final las tobas acidas, ambas del terciario superior. Como se indica en la siguiente tabla.

Tabla IV.11 Tipos geológicos registrados en el tramo carretero.

SUBTRAMOS	GEOLOGÍA	VEGETACIÓN
85+000 al km 85+760	<b>Basalto, Ts (B)</b>	Matorral xerófilo secundario
89+000 al km 94+920	<b>Basalto, Ts (B) Toba Acida, Ts (Ta).</b>	Bosque de Pino – encino y Bosque Mesófilo de Montaña.
98+980 al km 100+560	<b>Toba Acida, Ts (Ta).</b>	Vegetación secundaria del Bosque Mesófilo de Montaña.



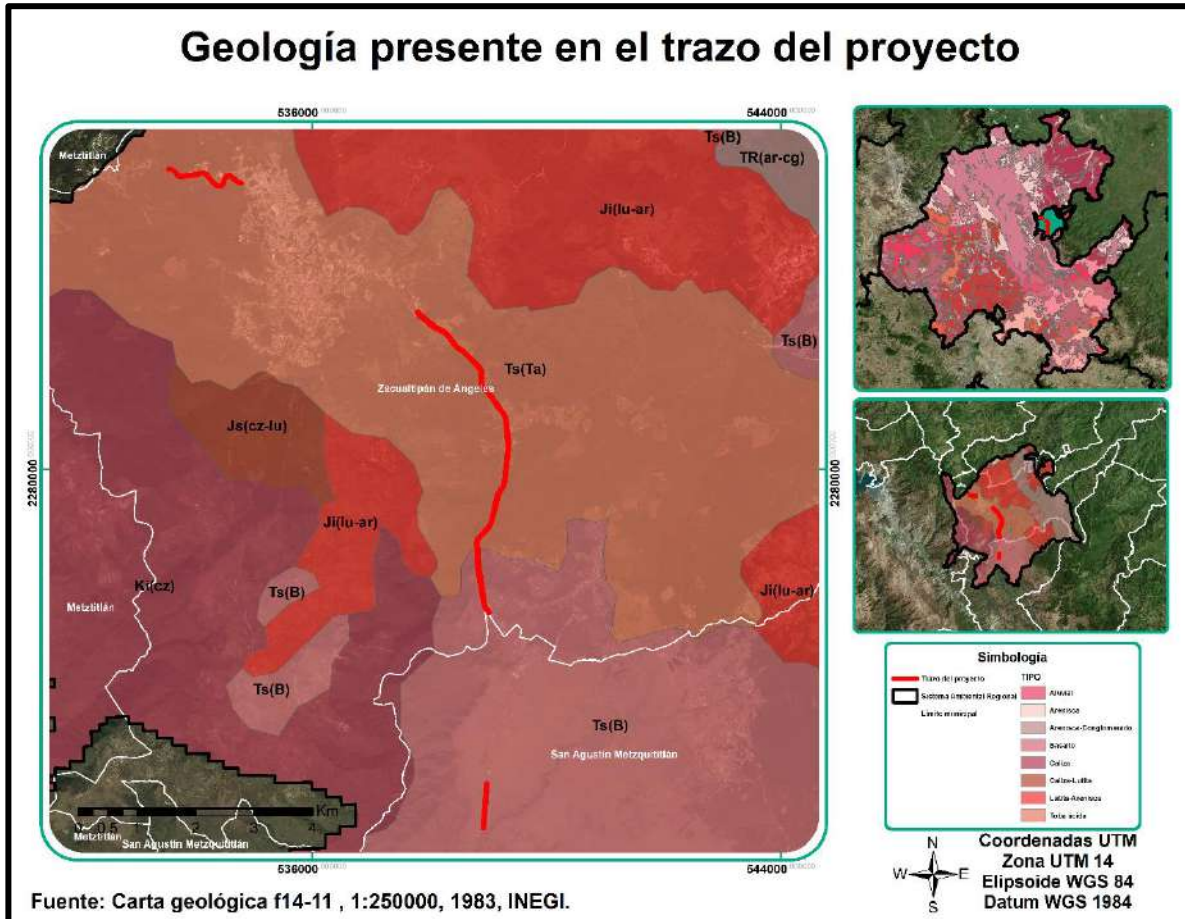


Figura IV.33 Representación de la geología por donde pasa el tramo carretero.

#### IV.2.1.1.4.1.1 Deslizamientos y derrumbes

La inestabilidad de laderas constituye uno de los mayores peligros para el hombre y sus actividades debido a que causa pérdidas económicas, daños a la infraestructura y vivienda, e incluso lesiones o pérdidas humanas (Pantelidis, 2009). El impacto de este tipo de peligros se acrecienta en zonas de escasos recursos debido a la alta vulnerabilidad de la población.

Los movimientos de terreno se clasifican en: desprendimientos o caídas, vuelcos o desplomes, deslizamientos, flujos, expansiones laterales y movimientos complejos; los cuales pueden ser de rocas, de detritos o derrubios y de suelo.

Los procesos que ocasionan la inestabilidad de una ladera están determinados por dos tipos de factores, externos e internos. Los factores externos producen una mayor concentración de las fuerzas motoras, mientras que los factores internos reducen la resistencia de los materiales, es decir, la concentración de las fuerzas resistentes

(CENAPRED, 2013). Entre los factores externos que más frecuentemente fungen como disparadores de un proceso de ladera se encuentran la sismicidad y la precipitación.

En el SAR, el proceso más frecuente que actúan como disparadores del proceso es la precipitación pluvia. Como ocurrió en agosto de 1990, el huracán Diana afectó severamente al estado, provocando inundaciones, deslaves, derrumbes, y afectaciones a infraestructura a 36 municipios: Jaltocán, San Felipe Orizatlán, Huejutla, Atlapexco, Huautla, Xochiatipan, Yahualica, Tlanchinol, Molango de Escamilla, Agua Blanca, Ixmiquilpan, Zimapán, Metztitlán, **Zacualtipán**, Tasquillo y Tenango de Doria.

Las mayores intensidades de inestabilidad Alta, se registran hacia el sur del SAR, áreas delimitando con barrancas, las cuales son inestables por su geomorfología y la pérdida de la cubierta vegetal. Aunado a ello, en las áreas de pastizales con pendientes de entre 40 y 70 % de inclinación, se registran deslizamientos de masas de suelo por hasta 30 m. Estos elementos son en general poco frecuentes. También pueden apreciarse estas categorías a lo largo de la carretera estatal que lleva hacia la cabecera municipal, en la que se alternan depósitos piroclásticos con lutita-arenisca del Jurásico Inferior.

Al suroeste del SAR también se observan zonas con susceptibilidad del peligro media, relacionadas con depósitos de caliza y pendientes abruptas formadas por la erosión fluvial en el material carbonático. Esta zona se pueden registrar deslizamientos cuando ocurren altas precipitaciones.

Se puede observar claramente que las zonas de mayor inestabilidad corresponden a los depósitos piroclásticos y las de menor inestabilidad a las lavas basáltico- andesíticas, las cuales poseen mayor densidad y dureza, zona centro y sur del SAR, área de trayecto del tramo carretero.

#### **IV.2.1.1.4.1.2 Inundaciones**

Se entiende por inundación: aquel evento que, debido a la precipitación, oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de la superficie libre del agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión o penetración de agua en sitios donde usualmente no la hay y, generalmente, daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura. Este peligro no aplica para el SAR y el área del proyecto carretero ya que al encontrarse con elevaciones de entre los 1500 msnm a los 2154 msnm el agua que cae por las distintas zonas montañosas logra infiltrarse de manera natural y no acumularse.



**Cambisol vértico (Bv).** Se observa al sur oeste del SAR, delimita al sur con el tramo carretero y ocupa una superficie de 1,154.65 has. Se caracteriza por tener una capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en materia orgánica sobre una capa con estructura de suelo y no de roca que muestra profundidades vérticas, por lo que presenta agrietamiento notable cuando se secan. Adecuados para la práctica de ganadería de bovinos y de ciertos cultivos con rendimientos medios a altos. Por ser arcillosos y pesados, tienen problemas de manejo. Puede estar sujeto a fuertes índices de erosión.

**Feozem háplico (Hh).** Se observa una pequeña porción de este suelo al norte del SAR, hacia el municipio de Tianguistengo y ocupa una superficie de 357.23 has. Posee una capa superficial blanda de color oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes. Pueden presentar un horizonte B con estructura de suelo y no de roca. Su fertilidad va de moderada a alta.

**Fluvisol calcárico (Jc).** Se registra la sur del SAR, sobre el río Metzquititlán, cerca del poblado del mismo nombre y ocupa una superficie de 337.62 has. Estos son suelos calcáreos entre los 20 y 50 cm de la superficie. Normalmente son muy fértiles y de fácil manejo; de acuerdo a la cantidad de agua disponible y de la capacidad del suelo para retenerla, los rendimientos que se obtengan pueden ser moderados o altos.

**Luvisol crómico (Lc).** Se registra entre los municipios de Metzquititlán y Huayacocotla, además de la zona central del SAR y tiene una superficie de 4,153.36 has. Cuenta con un horizonte B en el cual ha habido acumulación de arcilla de color pardo intenso a rojo, sin una capa intermedia, tiene una capa superficial de color claro y de fertilidad moderada. El uso principal de estos suelos es forestal.



Figura IV.35 Suelo luvisol crómico.

**Luvisol férrico (Lf).** Se observa al oeste del SAR, en los límites de los municipios de Zacualtipán y Huayacocotla y ocupa una superficie de 74.82 has. Su extensión se distribuye en dos pequeñas porciones aisladas al noreste de San Agustín Metzquititlán (Arroyo Hondo y Cieneguillas). Cuenta con un horizonte B en el cual ha habido acumulación de arcilla y muestra propiedades férricas, pero sin capa intermedia. Son suelos de baja capacidad de retención de agua y nutrientes, con o sin manchas rojas notables. Son adecuados para explotación forestal, pues su fertilidad es baja. Mediante fertilización constante y abundante pueden destinarse a agricultura.

**Luvisol órtico (Lo).** Se observa al noroeste del SAR, abarcando los municipios, en orden de importancias, Zacualtipán, Tianguistengo, San Agustín Metzquititlán, Metzquititlán y Xochicoatlán al norte del SAR. Ocupa una superficie de 8,371.34 has. Presenta un horizonte B en el cual hay acumulación de arcilla, sin capa intermedia. Estos suelos son de fertilidad moderada.

**Regosol calcárico (Rc).** Se observa al suroeste del SAR, en los municipios de Metzquititlán y Zacualtipán, en áreas de barrancas. Ocupa una superficie de 795.18 has. Tiene una capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en materia orgánica y son calcáreos a una profundidad de 20 a 50 cm de la superficie. El material calcáreo puede ser de diferentes orígenes. Su utilización es muy variable.

**Regosol dístrico (Rd).** Se observa al noreste – este del SAR, en los municipios de Zacualtipán, Tianguistengo y San Agustín Metzquititlán. Ocupa una superficie de 6340.21 has. Posee una capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en materia orgánica y una saturación de bases de menos del 50 % a una profundidad entre 20 y 50 cm de la superficie (son suelos ácidos). Son muy pobres en nutrientes y prácticamente infértiles.

**Regosol éutrico (Re).** Se observa al norte del SAR, principalmente en el municipio de Tianguistengo. Ocupa una superficie de 1,676.05 has. Se caracterizan por tener una capa superficial de color claro que puede ser o no pobre en materia orgánica y una saturación de bases de 50 % entre los 20 y 50 cm de profundidad a partir de la superficie. Su fertilidad puede ser moderada o alta.

**Rendzina.** Se registra al suroeste del SAR, en los municipios de Metzquititlán y San Agustín Metzquititlán. Ocupan el 13.4% de la superficie estatal; tienen una capa superficial blanda de color oscuro, rica en materia orgánica y nutrientes que contiene o que está de inmediato sobre material calcáreo con un equivalente de carbonato de calcio de más de 40 %; carente de propiedades hidromórficas dentro de los primeros 50 cm de profundidad

de la superficie, sin salinidad elevada. No son profundos y son generalmente arcillosos. Se forman debido a la presencia de grandes cantidades de caliza en el material parental; están distribuidos en climas semicálidos y templados con lluvias moderadas o abundantes, también se les encuentra en climas semisecos; sostienen, en condiciones naturales, vegetación de matorral.

**Vertisol pélico (Vp).** Se registra en el municipio San Agustín Metzquitlán, al sur del SAR y ocupa una superficie de 2724.02 has. En los primeros 30 cm de profundidad, en la matriz del suelo húmedo tienen un cromá dominante de menos de 1.5, se caracterizan por tener color negro.

**Tabla IV.12 Superficie los tipos de suelo registrados en el SAR.**

SUELO	ÁREA	HA
Ao+Bd+Rd/2	Acrisol	6,089.26
Bv+Lo/3/LP	Cambisol	1,154.65
Hh+I+Re/2/L	Feozem	357.23
Hh+Re+I/3/L	Feozem	787.32
Jc+Hc/1	Fluvisol	337.62
Lc+Hh/3/P	Luvisol	4,153.36
Lf+Lc/2	Luvisol	74.82
Lo+Lc+Be/3	Luvisol	8,371.34
Rc+Re+I/2/L	Regosol	795.18
Rd+Bd+I/3/LP	Regosol	50.57
Rd+I+Bh/3/L	Regosol	6,289.64
Re+Bh+Ao/2/L	Regosol	1,676.05
E+I/3/L	Rendzina	548.47
E+I+Rc/3/L	Rendzina	640.42
Vp+I/3/P	Vertisol	1,968.15
Vp+I+Hh/3/P	Vertisol	755.27
ZU	zona urbana	41.28
H2O	cuerpo de agua	12.80
H2O	cuerpo de agua	30.11
<b>TOTAL</b>		<b>34,133.53</b>

#### IV.2.1.1.5.1 Suelos nivel predio

Los subtramos registran los suelos Vertisol pélico y Luvisol crómico, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.13 Tipos de suelo registrados en el tramo carretero

SUBTRAMOS	SUELO	VEGETACIÓN
85+000 al km 85+760	Vertisol pélico Vp+I+/3/P	Matorral xerófilo secundario
89+000 al km 94+920	Luvisol crómico Lc+Hh/3/p	Bosque de Pino – encino y Bosque Mesófilo de Montaña.
98+980 al km 100+560	Luvisol crómico Lc+Hh/3/p	Vegetación secundaria del Bosque Mesófilo de Montaña.



Figura IV.36 Suelos vertisol pélico y luvisol crómico, donde pasará el tramo carretero.

**Tabla IV.14 Tipos de suelo de los subtramos carretero**

TIPO DE SUELO	SUBTRAMOS	CARACTERÍSTICAS Y UBICACIÓN RESPECTO AL TRAMO CARRETERO
<b>Luvisol crómico</b>	89+000 al km 94+920 y 98+980 al km 100+560	<p><b>De acuerdo a Pérez (2018), tenemos para el suelo luvisol, las siguientes características:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructuras granulares y migajosas: son partículas individuales de arena, limo y arcilla agrupadas en granos pequeños casi esféricos. El agua circula muy fácilmente a través de esos suelos, por lo general, se encuentran en el horizonte A de los perfiles de suelos.</li> <li>• Estructuras en bloques o bloques subangulares: estas partículas de suelo se agrupan en bloques casi cuadrados o angulares con los bordes más o menos pronunciados. Los bloques relativamente grandes indican que el suelo resiste la penetración y el movimiento del agua, suelen encontrarse en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.</li> <li>• Estructuras prismáticas y columnares: es suelo que han formado columnas o pilares verticales separados por fisuras verticales diminutas, pero definidas. El agua circula con mayor dificultad y el drenaje es deficiente, normalmente se encuentran en el horizonte B cuando hay acumulación de arcilla.</li> <li>• Estructura laminar: se compone de partículas de suelo agregadas en laminas o capas finas que se acumulan horizontalmente una sobre otra, a menudo las láminas se traslapan, lo que dificulta notablemente la circulación del agua, esta estructura se encuentra casi siempre en los suelos boscosos, en parte del horizonte A y en los suelos formados por capas de arcilla.</li> </ul> <p><b>Tipos de agregados (peds):</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Estructura débil: está formada por agregados indistintos apenas visibles, al extraer la muestra de suelo, los materiales se rompen.</li> <li>• Estructura moderada: agregados bien formados y diferenciados de duración moderada, son evidentes pero indistinto en suelos no alterados, al extraer la muestra de suelo el material se rompe en una mezcla de varios agregados enteros distintos.</li> <li>• Estructura fuerte: se caracteriza por agregados bien formados y diferenciados, son duraderos y evidentes en suelos no alterados, al extraer la muestra de suelo el material edáfico está integrado principalmente por agregados enteros.</li> </ul>
<b>Vertisol pélico</b>	85+000 al km 85+760	<p>El perfil es de tipo ABC. La alternancia entre el hinchamiento y la contracción de las arcillas, genera profundas grietas en la estación seca y la formación de superficies de presión y agregados estructurales en forma de cuña en los horizontes subsuperficiales.</p> <p>Muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. Presenta en la matriz del suelo, de los 30 cm superiores, una intensidad de color en húmedo de 3.5 o menos y una pureza de 1.5 o menor.</p>





Figura IV.37 Suelo vertisol pélico, en el subtramo carretero 85+000 al km 85+760



Figura IV.38 Suelo luvisol crómico, en los subtramos 89+000 al km 94+920 y 98+980 al km 100+560.

Pérez (2018), indica las siguientes características para el suelo luvisol crómico al oeste del tramo carretero para un bosque de pino – encino conservado. Los resultados promedio obtenidos en esta área fueron: a) densidad aparente de  $0.32 \text{ gr/cm}^3$ , b) contenido de agua en el suelo de  $0.47 \text{ gr/gr}$ , c) porosidad de suelo de  $0.88\%$ , d)

contenido de agua en volumen de 0.14 gr/cm<sup>3</sup> y e) espacios porosos ocupados por el agua de 16.22%. En el cuadro 5 se presenta la información de todas las muestras.

**Tabla IV.15 Datos de variables por muestra del área forestal en conservación**

Área forestal en conservación								
Muestra	Volumen (ml)	Peso húmedo (gr)	Peso seco (gr)	Densidad aparente (gr/cm <sup>3</sup> )	Contenido de agua en el suelo (gr/gr)	Porosidad del suelo (%)	Contenido de agua en volumen (gr/cm <sup>3</sup> )	Espacios de poros ocupados por el agua (%)
1	300	145.9	116.9	0.39	0.25	0.85	0.10	11.33
2	320	163.7	117.6	0.37	0.39	0.86	0.14	16.73
3	310	149.9	88.5	0.29	0.69	0.89	0.20	22.20
4	380	183.8	128.7	0.34	0.43	0.87	0.15	16.62
5	304	108.4	68.9	0.23	0.57	0.91	0.13	14.21
		<b>Media</b>		0.32	0.47	0.88	0.14	16.22
		<b>Mínimo</b>		0.23	0.25	0.85	0.10	11.33
		<b>Máximo</b>		0.39	0.69	0.91	0.20	22.20
		<b>Desviación estándar +/-</b>		0.07	0.17	0.02	0.04	4.00

Pérez (2018), discute que el comportamiento de la capacidad de infiltración del área forestal en conservación fue superior al de las áreas de aprovechamiento forestal 2016 y área de aprovechamiento forestal 1998 (2.674, 0.893 y 0.656 cm/min, respectivamente), se puede suponer a que este parámetro hídrico es sensible en las etapas de regeneración de un bosque, lo cual afecta la permeabilidad del suelo.

Dicha variabilidad está en sincronía con lo señalado por Zimmermann y colaboradores (2006). Cabe resaltar, que todas las áreas forestales bajo estudio mostraron una gran capacidad de infiltración, la cual depende principalmente de las características del suelo (Ríos, 2006), encontrándose en todo un punto de permeabilidad estable (Da-Huang et al., 2017), esto se puede deber a que cuentan con características de suelo similares como estructura uniforme, similitud en la cantidad de materia orgánica y textura. Lo que concuerda con los resultados encontrados por Bodhinayake (2004).

Por otra parte, la cobertura vegetal que se encuentra en el área de conservación, área de aprovechamiento forestal 1998 y área de aprovechamiento forestal 2016 (165, 1,665 y 18 árboles/ha, respectivamente), posiblemente influyeron en comportamiento hídrico de los suelos, ya que según un estudio de Suarez (2013) menciona que la remoción de la vegetación puede reducir hasta un 80% la tasa de infiltración.

Adicionalmente, la vegetación desempeña una función importante dentro del suelo, ya que el sistema radicular que penetra al mismo sirve como rutas preferenciales hídricas (Brechelt, 2004). Por otra parte, la biodiversidad implícita en el suelo como: bacterias, hongos, nematodos, roedores, lombrices, anélidos y artrópodos (Bautista, 2004), tienden a incrementar la conductividad hídrica en el suelo (Brechelt, 2004).

#### IV.2.1.1.5.2 Análisis de pérdida de suelos por efectos de la erosión

##### Erosión hídrica.

El proceso de erosión se entiende como la disgregación, remoción y transporte de las partículas del suelo por la acción de agentes físicos, como el agua o el viento, originando que las capas superiores y más fértiles den paso a las pedregosas y áridas.

De acuerdo con De la O, et al. (2009), la erosión hídrica es mucho más significativa que la eólica.

Para estimar la erosión hídrica se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos (modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, 1988), mediante la siguiente ecuación:

$$Eh = IALLU * CAERO * CATEX * CATOP * CAUSO$$

Donde:

Eh= Erosión hídrica

IALLU: Índice de agresividad de la lluvia

CAERO: Coeficiente de erodabilidad

CATEX: Calificación de textura y fase

CATOP: Calificación de la topografía

CAUSO: Calificación por uso del suelo y vegetación.

La metodología requiere de la preparación de datos intermedios, los cuales se mencionan a continuación:

1. PECRE: Periodo de crecimiento
2. IALLU: Índice de agresividad de la lluvia
3. IAVIE: Índice de agresividad del viento
4. CAERO: Coeficiente de erodabilidad

5. CATEX: Calificación de textura y fase
6. CATOP: Calificación de la topografía
7. CAUSO: Calificación por uso del suelo y vegetación.

#### a) IALLU

Para calcular el índice de agresividad de la lluvia (IALLU) se emplea la siguiente expresión:

$$IALLU = 1.1244 (PECRE) - 14.7875$$

La variable PECRE corresponde al período de crecimiento, que se define como el número de días al año con disponibilidad de agua y temperatura favorables para el desarrollo de un cultivo (media anual). Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

Donde:

PREC= Precipitación media anual (mm)

De acuerdo con los datos de la Estación Meteorológica 13042 “Zacualtipán”, la precipitación media anual en un rango de datos de 1971-2000, es de **1278.6 mm**.

Al sustituir este valor en las fórmulas anteriores, se obtiene un valor **PECRE de 213.970**, y un valor **IALLU de 225.800**. Debido a que el valor de IALLU es mayor a 50, se le considera Zona de influencia de la Erosión hídrica y se procede a evaluar la erosión laminar hídrica (SEDUE, 1988).

#### b) CAERO

Para la evaluación de la erosión laminar hídrica se considera la capa de coeficiente de erodabilidad (CAERO) con base en los valores que se detallan en la tabla siguiente, reclasificando la capa de edafología.

Tabla IV.16 Reclasificación de la capa de edafología para el cálculo del coeficiente de erodabilidad.

CAERO	UNIDADES DE SUELO							
0.5	Af	An	Bf	Bh	Cg	Ch	Ck	Cl
	E	Fa	Fh	Fo	Fp	Fr	Fx	Gc
	Gh	Gm	Hc	Hg	<b>Hh</b>	Hi	Jc	Lf
	Nd	Nc	Nh	Od	Oe	Ox	Qa	Qc
	Qf	Q1	Rc	Th	Tm	U	Zm	---
1.0	Ag	Ac	Bc	Bd	Be	Bg	Bk	Gd
	Ge	Gp	Jd	Je	Kh	Kk	Kl	<b>Lc</b>
	Lg	Lk	Lo	Ma	Hg	Ph	Pl	Rd
	Re	Sm	To	Tv	Wh	Wm	Zg	Zo
2.0	Ao	Ap	Bv	Bx	Dd	De	Dg	Gx
	I	Jt	La	Lp	Lv	Pf	Pg	Po
	Pp	Rx	Sg	Vc	<b>Vp</b>	Wd	We	Ws
	Wx	Xh	Xx	X1	Xy	Yh	Yk	Y1
	Yy	Yt	Zt	---	---	---	---	---

Para el Vertisol pélico se obtiene una CAERO de **2.0**, mientras que para Luvisol crómico es de **1.0**. La erodabilidad (CAERO) se obtiene multiplicando el valor del CAERO para cada unidad de suelo por su respectivo porcentaje de ocurrencia, que para Vertisol pélico es de 9.2% y para Luvisol crómico es de 90.8%, quedando de la siguiente manera:

$$CAERO = \frac{2.0 (9.2) + 1.0 (90.8)}{100}$$

### c) CATEX

La capa se elabora a partir de la textura y fase de los suelos presentes según la siguiente tabla.

Tabla IV.17 Reclasificación de la textura y fase para el cálculo de la capa CATEX.

CATEX	TEXTURA Y FASE
0.2	Gruesa 1
0.3	Media 2
0.1	Fina 3
0.5	Fase pedregosa o gravosa

Corresponde a un **CATEX DE 0.1**, tanto para Vertisol pélico como para Luvisol crómico (textura 3).

#### d) CATOP

Esta capa se elabora con base en la tabla siguiente.

Tabla IV.18 Valores de la capa de pendientes para el cálculo de la capa de calificación de la Topografía (CATOP).

CATOP	CLASE DE PENDIENTE	RANGO (%)	TOPOFORMA
0.35	A	0-8	Valle, llanura, meseta con variación de 500 m
3.50	B	8-30	Lomeríos, meseta con variación de 500 a 750 m
11.00	C	Mayor del 30	Sierra, meseta con variación mayor de 750 m

Fuente: SEDUE, 1988

Debido a que la pendiente media en el área sujeta a Cambio de Uso de Suelo para Vertisol pélico es de 2-6 %, le corresponde una **CATOP de 0.35**, mientras que para Luvisol crómico la pendiente media es de 13%, por lo que le corresponde una **CATOP de 3.50**. Debido a que existen dos tipos de suelos, se debe ponderar el valor de CATOP multiplicando el valor obtenido para cada unidad de suelo por su respectivo porcentaje de ocurrencia, que para Vertisol pélico es de 9.2% y para Luvisol crómico es de 90.8%, quedando de la siguiente manera:

$$CATOP = \frac{0.35 (9.2) + 3.50 (90.8)}{100}$$

#### e) CAUSO

Esta capa se elabora a partir del uso de suelo y vegetación. La calificación por uso del suelo (CAUSO) está en función del Uso de Suelo y Vegetación con los valores de la Tabla siguiente.

Tabla IV.19 Valores de la capa CAUSO para el cálculo de la capa de calificación de uso del suelo.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	CAUSO
Agricultura de riego	0.8
Agricultura de temporal	0.8
Asentamientos humanos	0
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.1
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.1
Bosque de pino-encino secundario	0.11
Chaparral	0.11
Cuerpo de agua	0
Matorral desértico micrófilo	0.15
Matorral sarcocaulé	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Selva baja espinosa	0.15
Mezquital	0.15
Selva baja espinosa	0.12
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido	0.12
Pastizal natural	0.12
Sin vegetación aparente	0.4
Vegetación de galería	0.1
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0

Fuente: Carta de Inventario Nacional Forestal.

De esta manera, para la estimación **sin proyecto** corresponde una **CAUSO de 0.15** para el suelo **Vertisol pélico** donde la vegetación dominante corresponde a matorral micrófilo secundario, mientras que en el suelo **Luvisol crómico** se observa bosque de pino-encino, correspondiente a una **CAUSO de 0.1**. Debido a que existen dos tipos de suelos, se debe ponderar el valor de CATOP multiplicando el valor obtenido para cada unidad de suelo por su respectivo porcentaje de ocurrencia, que para Vertisol pélico es de 9.2% y para Luvisol crómico es de 90.8%, quedando de la siguiente manera:

$$CAUSO = \frac{0.15 (9.2) + 0.1 (90.8)}{100}$$

En cuanto a la estimación **con proyecto** se considerará un uso de suelo de *Zona urbana* (tramo carretero), correspondiente a una **CAUSO de 0**.

**Tabla IV.20 Erosión hídrica antes y después del desarrollo del proyecto.**

VARIABLE		ESTIMACIÓN SIN PROYECTO	ESTIMACIÓN CON PROYECTO
PECRE		213.970	213.970
IALLU		225.800	225.800
CAERO	$CAERO = \frac{2.0 (9.2) + 1.0 (90.8)}{100}$	1.092	2.0
CATEX	100% corresponde a Textura fina	0.1	0.1
CATOP	$CATOP = \frac{0.35 (9.2) + 3.50 (90.8)}{100}$	3.21	0.35
CAUSO	$CAUSO = \frac{0.15 (9.2) + 0.1 (90.8)}{100}$	0.1046	0.00
<b>Eh (Ton/Ha/Año)</b>		<b>8.280</b>	<b>0.000</b>

Se reclasifica para obtener 4 categorías, desde erosión ligera a erosión muy alta ya a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

**Tabla IV.21 Valores para erosión hídrica.**

CATEGORÍA	VALOR DE LA EROSIÓN LAMINAR (TON/HA/AÑO)
Ligera	Menor de 12
Moderada	De 12 a 50
Alta	De 50 a 200
Muy alta	Mayor de 200

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, actualmente la erosión hídrica en el área de CUS es **Ligera** (8.280 Ton/Ha/Año). Sin embargo, **no existirá** erosión hídrica con el proyecto debido a que el uso de suelo corresponderá a zona urbana (tramo carretero) en toda la superficie sujeta a CUS.



## Erosión eólica

Para estimar la erosión eólica se utilizó la fórmula universal de pérdida de suelos (modificada con parámetros obtenidos del Manual de Ordenamiento de la SEDUE, 1988), mediante la siguiente ecuación:

$$Ee = IAVIE * CATEX * CAUSO$$

Donde:

Ee= Erosión eólica laminar en Toneladas por Hectárea al año

IAEVIE= Índice de agresividad del viento

CATEX= Calificación de textura y fase

CAUSO= Calificación por uso del suelo

### a) IAVIE

Para calcular el índice de agresividad del viento (IAVIE) se emplea la siguiente expresión:

$$IAVIE = 160.8252 - 0.7660 (PECRE)$$

La variable PECRE corresponde al período de crecimiento, que se define como el número de días con lluvia al año. Se obtiene con el siguiente cálculo:

$$PECRE = 0.2408 (PREC) - 0.0000372 (PREC)^2 - 33.1019$$

Donde:

PREC= Precipitación media anual (mm)

De acuerdo con los datos de la Estación Meteorológica 13042 “Zacualtipán”, la precipitación media anual en un rango de datos de 1971-2000, es de **1278.6 mm**.

Al sustituir este valor en las fórmulas anteriores, se obtiene un valor **PECRE de 213.970**, y un valor **IAVIE de -3.076**. Debido a que el IAVIE es menor de 20, el área **no se considera como zona de influencia** para el estudio de la erosión eólica, de acuerdo con lo establecido por la SEDUE (1988). Sin embargo, se muestra el cálculo de estimación de la Erosión eólica.

## b) CATEX

Para determinar la capa de textura y fase, primero se deben categorizar los tipos de suelo en función de su textura y fase física, para la cual es fundamental clasificarlos en calcáreos o no calcáreos. En la siguiente tabla se indican los Suelos calcáreos.

**Tabla IV.22 Suelos calcáreos.**

TIPO DE SUELO	CLAVE
Cambisol cálcico	Bk
	Ck
Rendzina	E
Gleysol calcárico	Gc
Feozem calcárico	Hc
Fluvisol calcárico	Jc
	Kk
Luvisol cálcico	Lk
Regosol calcárico	Rc
Xerosol cálcico	Xk
Xerosol	Xy
Yermosol cálcico	Yk
Yermosol	Yy

Una vez clasificados los suelos en calcáreos y no calcáreos, se procede a la clasificación de la textura de los mismos. Para ello, se emplean los valores de las siguientes tablas, dependiendo del tipo de suelo al que correspondan.

**Tabla IV.23 Clasificación CATEX para suelos calcáreos.**

CATEX	TEXTURA Y FASE
3.5	Gruesa 1
1.75	Media 2
1.85	Fina 3
0.87	Fase pedregosa o gravosa

**Tabla IV.24 Clasificación CATEX para suelos no calcáreos.**

CATEX	TEXTURA Y FASE
3.5	Gruesa 1
1.25	Media 2

CATEX	TEXTURA Y FASE
1.85	Fina 3
1.75	1 y fase pedregosa o gravosa
0.62	2 y fase pedregosa o gravosa
0.92	3 y fase pedregosa o gravosa

Debido a que los suelos presentes en el área de CUS no son calcáreos, tanto para Vertisol pélico como para Luvisol crómico les corresponde una **CATEX DE 0.92**, (textura 3 y fase pedregosa).

### c) CAUSO

Se refiere a la calificación del uso de suelo, calificando de acuerdo a los valores de la tabla siguiente:

**Tabla IV.25 Valores de la capa CAUSO para el cálculo de la capa de calificación de uso del suelo.**

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	CAUSO
Agricultura de riego	0.8
Agricultura de temporal	0.8
Asentamientos humanos	0
Bosque de encino	0.1
Bosque de encino secundario	0.11
Bosque de encino-pino	0.1
Bosque de galería	0.05
Bosque de pino-encino	0.1
Bosque de pino-encino secundario	0.11
Chaparral	0.11
Cuerpo de agua	0
Matorral desértico micrófilo	0.15
Matorral sarcocaulé	0.15
Matorral desértico rosetófilo	0.15
Selva baja espinosa	0.15
Mezquital	0.15
Selva baja espinosa	0.12
Pastizal halófilo	0.12
Pastizal inducido	0.12
Pastizal natural	0.12

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	CAUSO
Sin vegetación aparente	0.4
Vegetación de galería	0.1
Vegetación halófila	0.12
Zona urbana	0

Fuente: Carta de Inventario Nacional Forestal.

De esta manera, para la estimación **sin proyecto** corresponde una **CAUSO de 0.15** para el suelo Vertisol pélico donde la vegetación dominante corresponde a matorral micrófilo secundario, mientras que en el suelo Luvisol crómico se observa bosque de pino-encino, correspondiente a una **CAUSO de 0.1**. Debido a que existen dos tipos de suelos, se debe ponderar el valor de CATOP multiplicando el valor obtenido para cada unidad de suelo por su respectivo porcentaje de ocurrencia, que para Vertisol pélico es de 9.2% y para Luvisol crómico es de 90.8%, quedando de la siguiente manera:

$$CAUSO = \frac{0.15 (9.2) + 0.1 (90.8)}{100}$$

En cuanto a la estimación **con proyecto** se considerará un uso de suelo de *Zona urbana* (tramo carretero), correspondiente a una **CAUSO de 0**.

Tabla IV.26 Erosión eólica antes y después del desarrollo del proyecto.

VARIABLE		ESTIMACIÓN SIN PROYECTO	ESTIMACIÓN CON PROYECTO
PECRE		213.970	213.970
IAVIE		-3.076	-3.076
CATEX	100% corresponde a no calcáreos, Textura fina y fase pedregosa	0.1	0.1
CAUSO	$CAUSO = \frac{0.15 (9.2) + 0.1 (90.8)}{100}$	0.1046	0.00
<b>Ee (Ton/Ha/Año)</b>		<b>-0.032</b>	<b>0.000</b>

Se reclasifica para obtener 5 categorías, desde erosión nula a erosión muy alta ya a cada clase se asignan los valores de la tabla siguiente:

Tabla IV.27 Valores para erosión hídrica.

CATEGORÍA	VALOR DE LA EROSIÓN EÓLICA (TON/HA/AÑO)
Sin erosión	Menor de 12
Ligera	De 12 a 50
Moderada	De 50 a 100
Alta	De 100 a 200
Muy alta	Mayor de 200

De acuerdo con los valores de la tabla anterior, actualmente **no existe** erosión eólica en el área de CUS, condición que se mantendrá con el desarrollo del tramo carretero en toda la superficie sujeta a CUS.

#### IV.2.1.1.5.3 Deslizamientos y derrumbes

Dentro de estos tipos de movimientos de tierra, tenemos la inestabilidad de las laderas naturales, flujos de lodo, hundimiento y agrietamiento del terreno, estos procesos se presentan generalmente cuando la cubierta vegetal se desplaza en áreas de fuertes pendientes. En los subtramos carreteros, no se presentan pendientes significativas, Sin embargo, en los tramos 89+260.00 al 89+380.00 y 89+490.00 al 89+510.00, presentan pendientes con cierta inestabilidad, donde se construirán muros de contención de 120 m y 20 m respectivamente.

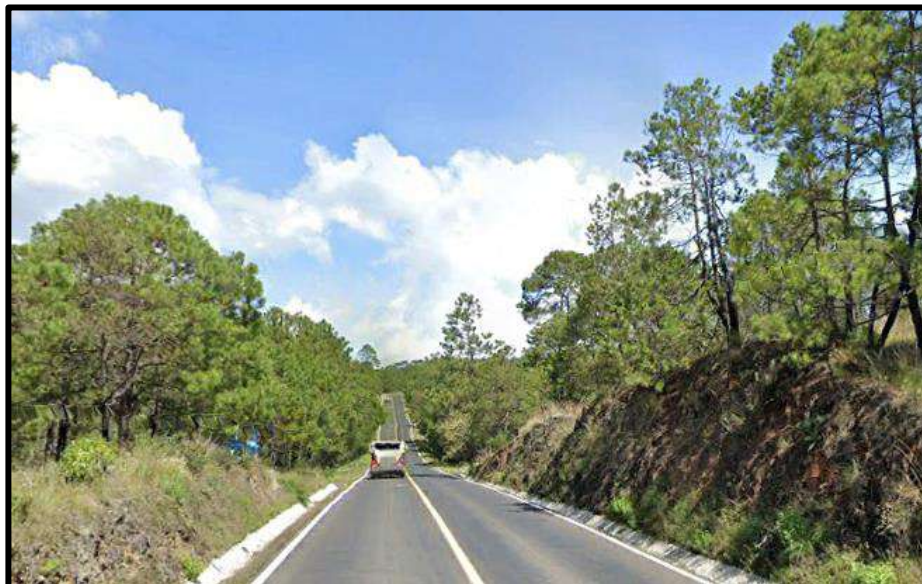


Figura IV.39 Zona del tramo 89+260.00 al 89+380.00, donde se observa una pendiente lateral con una altura de 3.5 m y donde se proyecta la construcción de un muro.



Figura IV.40 Zona del tramo 89+260.00 al 89+380.00, donde se observa una pendiente lateral con una altura de 3.5 m y donde se proyecta la construcción de un muro.



Figura IV.41 Aspecto general de los subtramos donde no se observa algún talud que pueda originar derrumbes o deslizamiento de rocas (Km 80+650)

#### **IV.2.1.1.5.4 Inundaciones.**

No se registran en las áreas del tramo carretero, en gran medida por la topografía de la región, lo cual también se debe a que forma parte del parteaguas de dos subcuencas (Metztitlán y Calabozos), áreas donde el tiempo y escurrimientos son bajos y no permiten la acumulación de agua para originar escorrentías o inundaciones importantes. Así mismo, como se presenta una pendiente entre 1% y 6%, en los tres subtramos, no se facilita la formación de áreas anegadas.

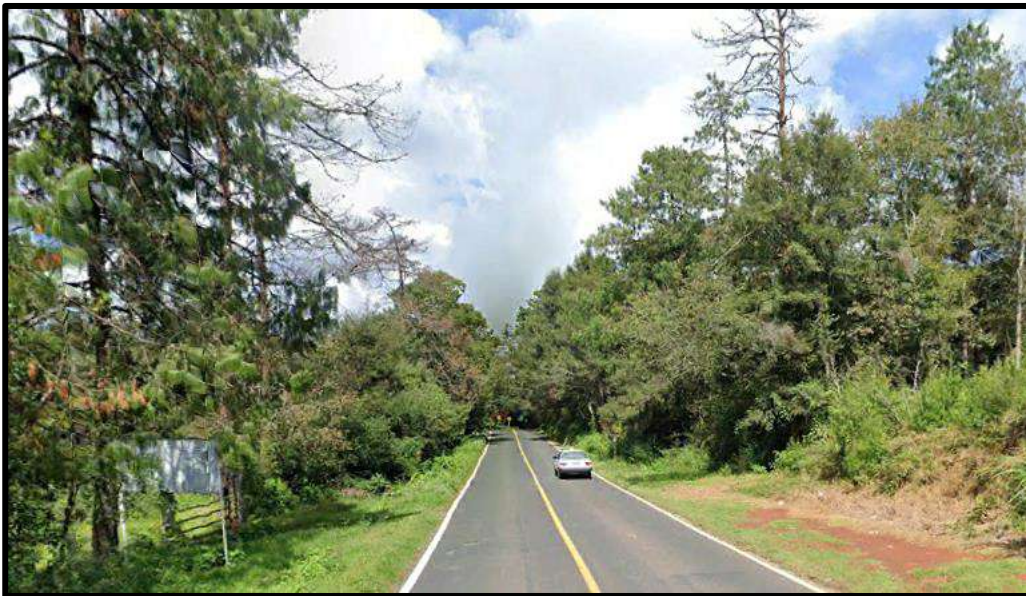


Figura IV.42 Áreas con pendientes que impiden la acumulación de agua en el tramo carretero.

#### **IV.2.1.1.5.5 Presencia de fallas y fracturamientos.**

De acuerdo a las características formativas de la región, se tiene presencia de fallas y fracturamientos ya que el fenómeno de compresión el cual presionó a la Sierra provocó fracturamientos. En la zona del tramo carretero, de acuerdo al mapa geológico (INEGI, 1982), se registran fracturamientos al sur de Zacualtipán en una orientación noreste-suroeste Otra se ubica entre las localidades de Tlahuelompa y El Enzuelado, con dirección noreste – suroeste. Es importante comentar que ninguna falla o fractura cruzan los subtramos de estudio.

#### **IV.2.1.1.5.6 Sismicidad**

De acuerdo a la regionalización sísmica de la República Mexicana existen cuatro zonas sísmicas, para fines de diseño antisísmico. Las cuatro 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.

El mapa de Regionalización Sísmica de México, permite conocer, en términos generales, el nivel de peligro que tiene todo el país. Dicho mapa tiene una clasificación en cuatro regiones, de A a D, indicadas a continuación:

- 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.
- ***Las 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. Aunque la Ciudad de México se encuentra ubicada en la zona B, debido a las condiciones del subsuelo del valle de México, pueden esperarse altas aceleraciones.***
- 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.

El siguiente mapa se tomó del Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad. De acuerdo a la Regionalización Sísmica de la República Mexicana, el SAR y el proyecto en el cual se ubica el tramo en cuestión, se encuentra **en la zona B** la cual se considera una zona de intensidad sísmica baja.





**Figura IV.43 Ubicación, en la zona de baja sismicidad, de los subtramos carreteros del proyecto de Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla**

(Fuente: Manual de diseño de Obras Civiles (Diseño por Sismo) de la Comisión Federal de Electricidad).

#### IV.2.1.1.5.7 Actividad volcánica

La evolución petrológica del volcanismo y sus implicaciones geodinámicas se presentan en otro resumen de esta reunión (Orozco y Ferrari). Indican por primera vez un evento eruptivo explosivo mayor que impactó profundamente la paleogeografía de la región: la erupción de la Ignimbrita Carboneros.

Esta unidad está constituida por una secuencia de depósitos piroclásticos de flujo, caída y oleada, actualmente expuestos en un área de más de 500 Km<sup>2</sup> entre Molango y Tulancingo, así como dos extensos domos de rolitas peraluminosas emplazados inmediatamente después al este de Zacualtipán y al norte de Metepec.

La fuente de la secuencia ignimbrítica es un relieve subcircular ubicado en medio de estos dos domos al sur del poblado de Carboneros de Jacales, que se interpreta como una caldera resurgente. La unidad principal de la Ignimbrita Carboneros, en proximidad de la fuente, produjo una edad 40Ar-39Ar de 4.36 Ma, compatible con las edades K-Ar de 4.3

y 4.4 obtenidas por Cantagrel y Robin (1979) para dos muestras de tobas recolectadas cerca de Metepec y Zacualtipán, respectivamente.

#### IV.2.1.1.6 Hidrología superficial y subterránea.

El área de estudio se ubica en la región hidrológica 26 del río Pánuco, que es una de las más importantes del país tanto por la superficie que ocupa, como por el volumen de escurrimiento que la coloca en el quinto lugar (SARH, 1968); pertenece a la vertiente del Golfo.

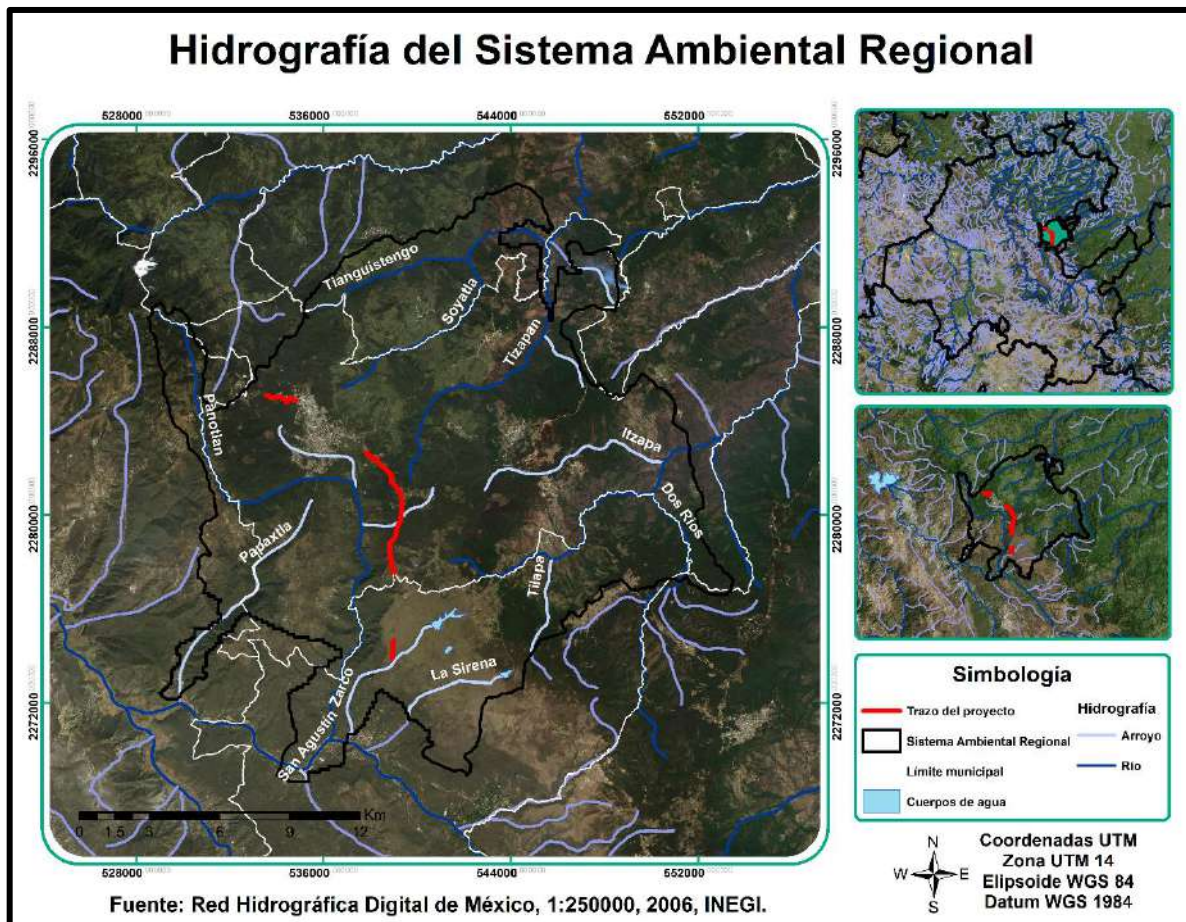


Figura IV.44 Hidrología del SAR, perteneciente a la región hidrológica 26 del río Pánuco.

El proyecto de “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán”, se ubica en el parteaguas de las subcuencas del río Metztlán y río Calabozos, como se muestra en la siguiente figura.

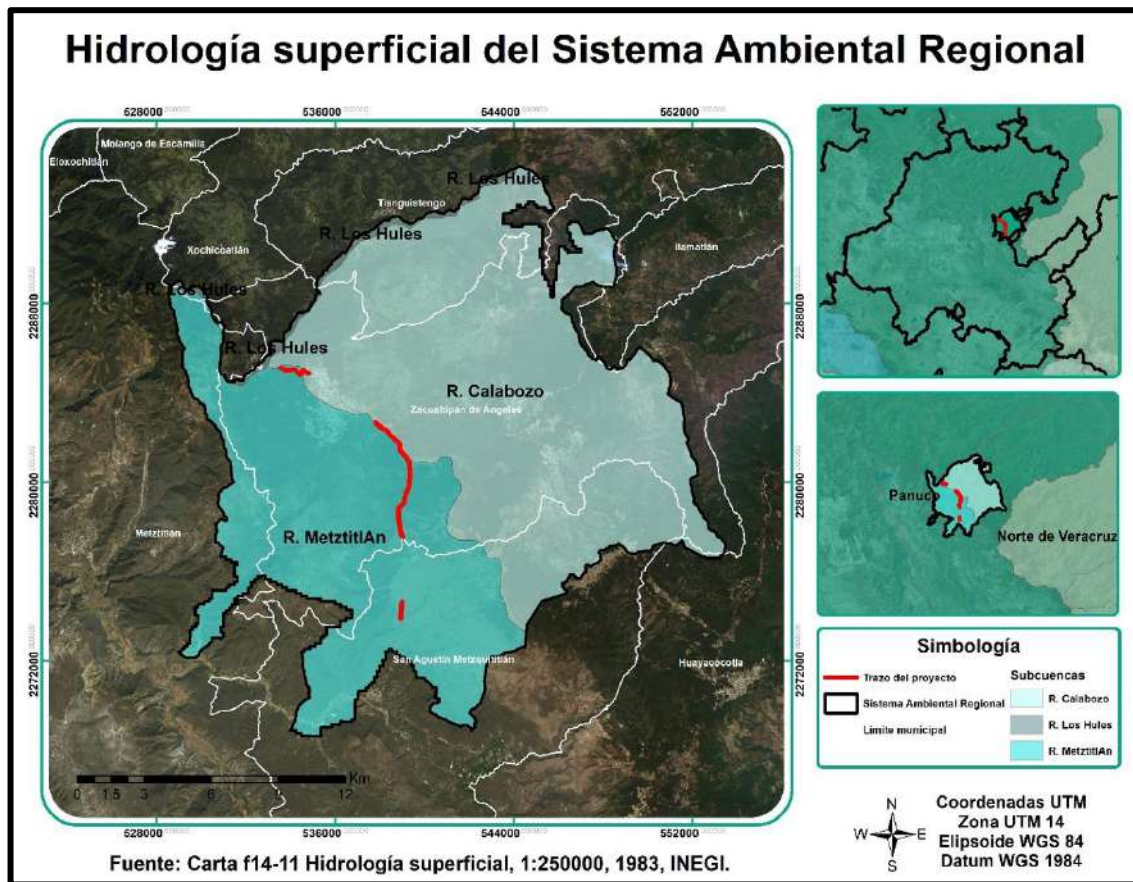


Figura IV.45 Subcuencas de los ríos Metztlán y Calabozo, donde incide el proyecto carretero.

Estas subcuencas muestran las siguientes características.

Tabla IV.28 Características de las subcuencas de los ríos Metztlán y Calabozo

NOMBRE DE SUBCUENCA	R. METZTLÁN	R. CALABOZO
<b>PROPIEDAD</b>		
Identificador en Base de Datos	407	447
Clave de subcuenca compuesta	RH26Dv	RH26Dw
Clave de Región Hidrográfica	RH26	RH26
Nombre de Región Hidrográfica	PÁNUCO	PÁNUCO
Clave de Cuenca	D	D
Nombre de Cuenca	R. MOCTEZUMA	R. MOCTEZUMA
Clave de Subcuenca	v	w
Tipo de Subcuenca	ENDORREICA	EXORREICA
Lugar a donde drena (principal)		RH26Dy R. Tempoal
Perímetro (km)	361.38	327.92

NOMBRE DE SUBCUENCA	R. METZTILÁN	R. CALABOZO
Área (km <sup>2</sup> )	2821.42	2154.5
Densidad de Drenaje	1.4206	1.6527
Coeficiente de Compacidad	1.9186	1.9922
Longitud Promedio de flujo superficial de la Subcuenca (km)	0.17598197944530480079	0.15126762267804199189
Elevación Máxima en la Subcuenca (m)	3180	2440
Elevación Mínima en la Subcuenca (m)	1260	40
Pendiente Media de la Subcuenca (%)	20.87	31.66
Elevación Máxima en Corriente Principal (m)	2863	2340
Elevación Mínima en Corriente Principal (m)	1257	40
Longitud de Corriente Principal (m)	169207	185721
Pendiente de Corriente Principal (%)	0.949	1.238
Sinuosidad de Corriente Principal	1.53132027491454	2.11942168982372

En el SAR y el proyecto del tramo carretero incide en 3 microcuencas de los ríos del Arroyo El Zarco, el río Panotlán y el Amalae, estas se describen en tabla siguiente. Como se observa, las microcuencas de mayor incidencia son de los ríos Panotlán y Amalae. Destaca la del río Panotlán, dado que sus afluentes desembocan hacia el río Metztitlán, zona de la reserva de la Biosfera. El arroyo El Zarco, también muestra una incidencia hacia la reserva de la Biosfera. En términos de medidas de mitigación, se establecerán para el manejo de los residuos y arrastre de sedimentos.

**Tabla IV.29 Características de las microcuencas que inciden en los subtramos carreteros.**

MICROCUENCA/ CARACTERÍSTICAS	ARROYO EL ZARCO	RÍO PANOTLÁN	RÍO AMALAE
Arroyos y ríos de alimentación	Las Undas y Arroyo Colorado	La Pedrera, El Ahuacate, El Carrizo.	El Tlacoapa, Tizapán, Tianguistengo, Zayate.
Elevación máxima	1958 m	2309 m	2142 m
Elevación media	1649 m	1823 m	1451 m
Elevación mínima	1341 m	1337 n	760 m
Longitud	10578 m	28779 m	22662 m
Pendiente media	5.8328 %	3.37 %	6.09 %
Tiempo de concentración	69.95 min	190.72 min	126.18 min
Área Drenada	17.27 Km <sup>2</sup>	77.63 Km <sup>2</sup>	130.16 Km <sup>2</sup>
Área pecuaria forestal	112.98 Km <sup>2</sup>	29.004 Km <sup>2</sup>	58.753 Km <sup>2</sup>
Área de coníferas	0.152 Km <sup>2</sup>	25.478 Km <sup>2</sup>	7.089 Km <sup>2</sup>

MICROCUENCA/ CARACTERÍSTICAS	ARROYO EL ZARCO	RÍO PANOTLÁN	RÍO AMALAE
Área de matorral xerófilo	1.316 Km <sup>2</sup>	11.176 Km <sup>2</sup>	---
Área de bosque de encino	---	7.542 Km <sup>2</sup>	---
Vegetación inducida	12.98 Km <sup>2</sup>	3.782 Km <sup>2</sup>	---
Cuerpo de agua	0.297 Km <sup>2</sup>	---	---
Área bosque mesófilo de montaña	---	---	7.089 Km <sup>2</sup>
Área vegetación inducida	---	---	0.843 Km <sup>2</sup>

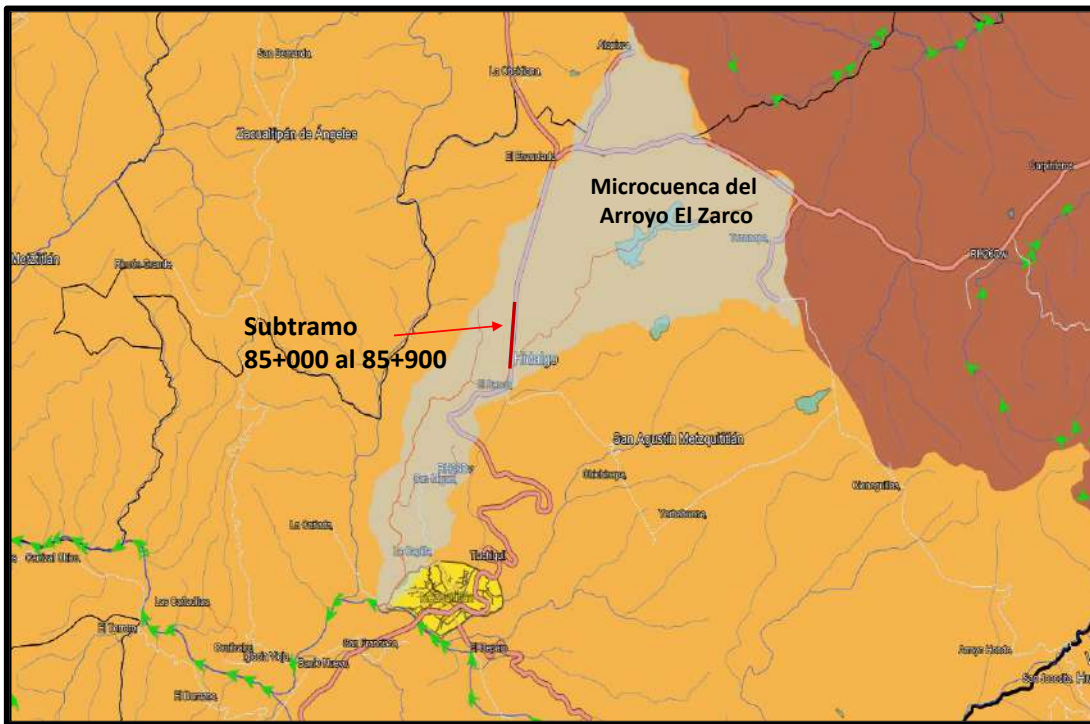


Figura IV.46 Microcuenca del arroyo El Zarco donde se ubica el subtramo carretero 85+000 al 85+760.



Figura IV.47 Microcuenca del Río Panotlán donde se ubica el subtramo carretero 89+000 al 94+920.

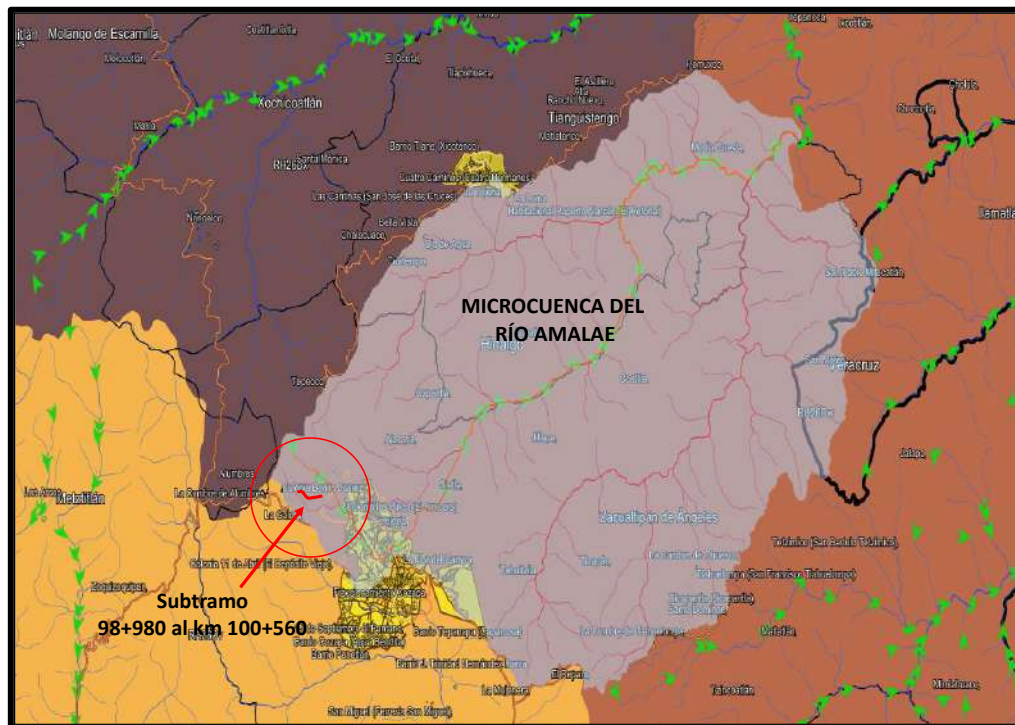


Figura IV.48 Microcuenca del Río Amalae donde se ubica el subtramo carretero 98+980 al 100+560.

#### IV.2.1.1.6.1 Aguas subterráneas.

Debido a la baja disponibilidad de aguas superficiales, el aprovechamiento de aguas subterráneas reviste mayor importancia, siendo en algunas zonas el único recurso disponible para satisfacer las crecientes demandas provocadas por el desarrollo que va experimentando la Entidad. En la siguiente tabla, se indica la infraestructura para los acuíferos de Metztitlán y El Calabozo.

**Tabla IV.30 Infraestructura de aguas subterráneas por cuenca**

ACUÍFERO	Nº DE OBRAS	EXTRACCIÓN TOTAL (Mm³/año)	Nº DE OBRAS Y EXTRACCIÓN POR USOS (Mm³/año)									
			AGRÍCOLA		PUB, URB, Y RURAL		INDUSTRIAL		GEN, DE ENERGÍA		OTROS	
			Nº OBRAS	Mm³/año	Nº OBRAS	Mm³/año	Nº OBRAS	Mm³/año	Nº OBRAS	Mm³/año	Nº OBRAS	Mm³/año
Metztitlán	26.00	7.3	14	4.2	---	2.5	2	0.3	0	0.0	2	0.3
Calabozo	4.00	0.3	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	4	0.0

De acuerdo a sus características geohidrológicas, se identifican dos tipos de acuíferos dentro del SAR.

**Tabla IV.31 Principales acuíferos por cuenca**

CUENCA	ACUÍFERO
Río Moctezuma	Metztitlán Calabozo

Fuente: Programa Estatal Hidráulico 1996-2020, CNA 1998

A continuación, se indican las características de los acuíferos.

#### ACUÍFERO METZTITLÁN

Ocupa la porción plana del valle formada por el río Metztitlán, en él se tienen censados 26 aprovechamientos, cuyos usos son: el agrícola con un 54% y el restante 46% para uso público-urbano y otros, debido a que la zona es regada por aguas superficiales. El acuífero es de tipo libre y se encuentra bajo una condición geohidrológica de subexplotación, ya que el volumen de extracción provocado por 26 aprovechamientos es de 7.3 Mm³/año mientras que la recarga alcanza los 8.0 mm³/año; Corresponde una condición administrativa de libre alumbramiento (CNA, 1998).

La unidad geohidrológica característica es la de material consolidado a base de areniscas y calizas con composición de tipo arcillosa, por lo que se considera una región con pocas posibilidades de contener agua susceptible de explotación, ya que la cantidad que se puede aprovechar se restringe a las formaciones calcáreas que afloran en el área

de Metztlán (INEGI, 1992). Aunado a ello, la unidad de escurrimiento en la zona de estudio va de 0 a 5% (INEGI, 1992) lo cual confirma la baja precipitación para la zona y la presencia de rocas calizas que originan alta permeabilidad. No obstante, de acuerdo a las condiciones cársticas de la región, se presentan acuíferos de tipo confinado, es decir, que se dispone de sedimentos impermeables que separan el agua de la actividad directa de la presión atmosférica, hecho que se confirma con la presencia de pozos de uso doméstico.

## ACUÍFERO CALABOZO.

Existen escasos aprovechamientos subterráneos, se tienen censados un total de 4 aprovechamientos cuyo uso es doméstico y abrevadero. Se trata de un acuífero de tipo libre, su condición geohidrológica es de subexplotación, el volumen de extracción provocado por los 4 aprovechamientos es de 0.3 Mm<sup>3</sup>/año, contra 5.0 Mm<sup>3</sup> de recarga. Su condición administrativa es de libre alumbramiento (CNA, 1998).

Tabla IV.32 Balance hidráulico de aguas subterráneas

ACUÍFEROS EXISTENTES					CONDICIONES GEOHIDROLÓGICAS	CONDICIÓN ADMVA.- LEGAL	USOS PRINCIPALES	
NOMBRE	TIPO	RECARGA (Mm <sup>3</sup> /año)	EXTRACCIÓN (Mm <sup>3</sup> /año)	DISPONIBILIDAD (Mm <sup>3</sup> /año)			AGRÍCOLA	PÚBLICO
Metztlán	Libre	8.00	7.30	0.70	Subexplotado	Libre alumbramiento	x	x
Calabozo	Libre	5.00	0.30	4.70	Subexplotado	Libre Alumbramiento		x

De acuerdo a la carta estatal de hidrología subterránea (INEGI, 1992), el Sistema Ambiental se localiza en una zona de baja explotación con las siguientes unidades geohidrológicas:

- **Permeabilidad media en materiales consolidados.** Está constituida principalmente por basaltos altamente fracturados.
- **Permeabilidad baja en materiales consolidados.** Se encuentra formada fundamentalmente por riolitas, tobas, lutitas, areniscas, calizas, esquistos y, en menor proporción, por basaltos y andesitas. Por su composición arcillosa, así como por el escaso fracturamiento, se le considera sin muchas posibilidades de contener agua económicamente explotable.
- **Permeabilidad media en materiales no consolidados.** Está integrada por conglomerados, areniscas y tobas poco consolidados, y en menor proporción por aluvión.
- **Permeabilidad baja en materiales no consolidados.** Esta unidad se considera sin posibilidades de contener agua con gastos económicos, debido a que la posición



de las areniscas-conglomerado provoca que actúe como área de recarga. Por otra parte, el suelo aluvial, aunque es permeable, presenta espesores muy reducidos.

#### IV.2.1.1.6.1.1 Hidrología Nivel predio

En el tramo carretero de Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, se tiene una influencia marcada de los escurrimientos del río Panatlán (figura IV.49) que pertenece a la subcuenca de Metztitlán. Los arroyos que inciden en el tramo, sobre todo el km 89+000 al km 94+920, son de carácter temporal y se ubican en el bosque de pino – encino y de elementos del bosque mesófilo de montaña.



Figura IV.49 Escurrimiento de los arroyos en los subtramos carreteros.

Como se observa en la siguiente tabla, se registran 5 arroyos de influencia importante en los subtramos carreteros, al menos de 18 km<sup>2</sup> de área de drenado. Esto aunado las comunidades vegetacionales asociadas, como el bosque de pino, encino y el mesófilo de montaña, la indican como una zona importante de recarga de agua como lo muestran los datos de tiempos de concentración de agua, que indican un escurrimiento

lento. Hidrológicamente es un área altamente sensible a la modificación de sus escurrimientos y volúmenes de captación.

**Tabla IV.33 Características de las microcuencas que inciden en los subtramos carreteros.**

MICROCUENCA/ CARACTERÍSTICAS	SUBTRAMO CARRETERO KM 85+000 AL KM 85+760	SUBTRAMO CARRETERO KM 89+000 AL KM 94+920.				SUBTRAMO CARRETERO KM 98+980 AL KM 100+560
		NO PRESENTA ARROYOS	ARROYO CAPULÍN 1	ARROYO CAPULÍN 2	ARROYO SAN MIGUEL 1	
Elevación máxima		2086m	2061 m	2005 m	2046 m	2142 m
Elevación media		1793 m	1845 m	1871m	1896 m	2071 m
Elevación mínima		1501 m	1630 m	1737 m	1746 m	2000 m
Longitud		6995 m	4091 m	1439m	1725 m	3182 m
Pendiente media		8,36 %	10,53 %	18,644 %	17.39 %	4,46 %
Tiempo de concentración		41,08 min	27,51min	7,59 min	7.8 min	30,68 min
Área Drenada		7,33 Km <sup>2</sup>	2,81 Km <sup>2</sup>	1.0 Km <sup>2</sup>	1.41 Km <sup>2</sup>	5,22 Km <sup>2</sup>
Área pecuaria forestal		0,119 Km <sup>2</sup>	0,157 Km <sup>2</sup>	1.927 Km <sup>2</sup>	Km <sup>2</sup>	0,912 Km <sup>2</sup>
Área de coníferas		2,62 Km <sup>2</sup>	2,23 Km <sup>2</sup>	0.46 Km <sup>2</sup>	0.866 Km <sup>2</sup>	3.72 Km <sup>2</sup>
Área de matorral xerófilo		1,175 Km <sup>2</sup>	---	---	---	---
Área de bosque de encino		---	0,52Km <sup>2</sup>	0.468 Km <sup>2</sup>	0.538 Km <sup>2</sup>	---
Cuerpo de agua		---	---	---	---	---
Área bosque mesófilo de montaña		---	---	---	---	0,479 Km <sup>2</sup>
Área vegetación inducida		3,35	---	---	---	---

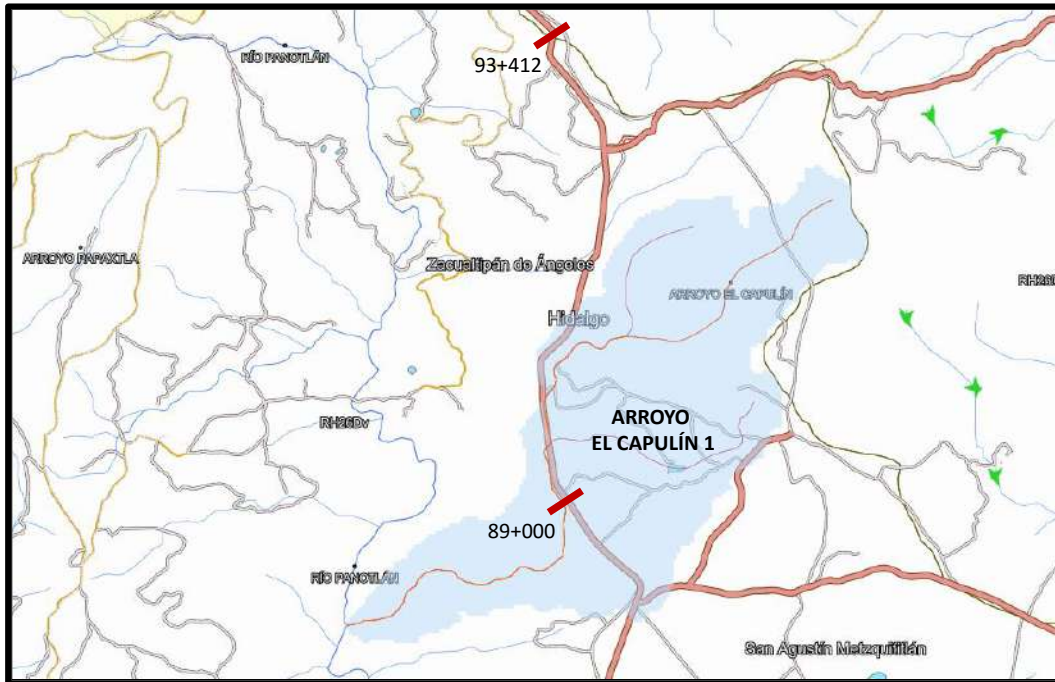


Figura IV.50 Área de escurrimiento y de influencia del Arroyo El Capulín 1, en el subtramo carretero.

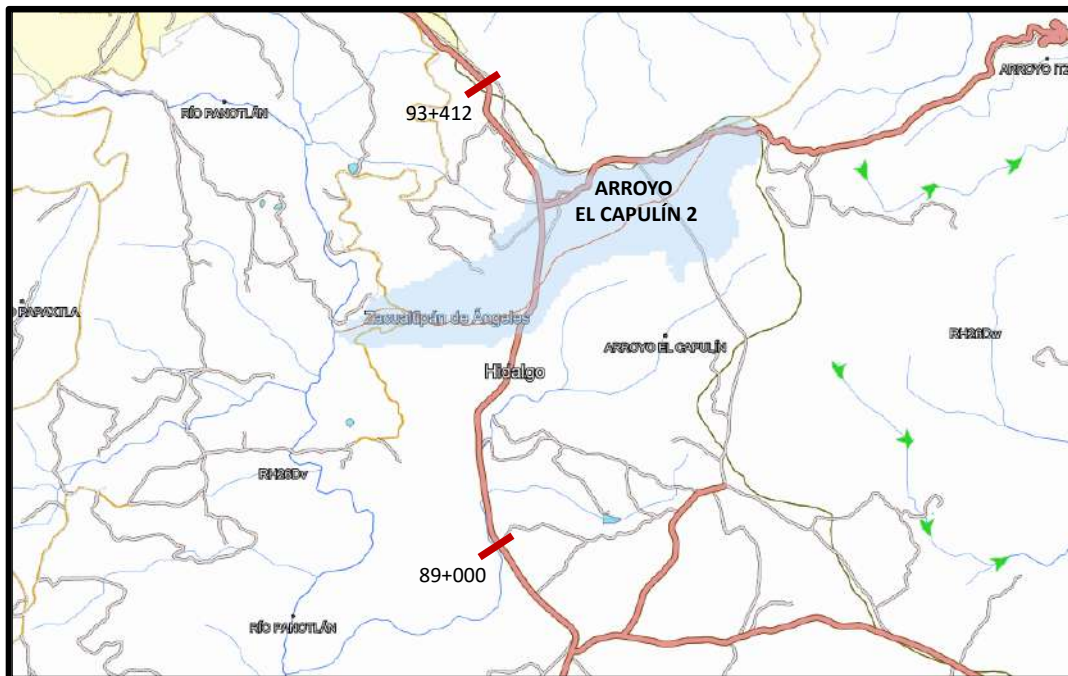


Figura IV.51 Área de escurrimiento y de influencia del Arroyo El Capulín 2, en el subtramo carretero.

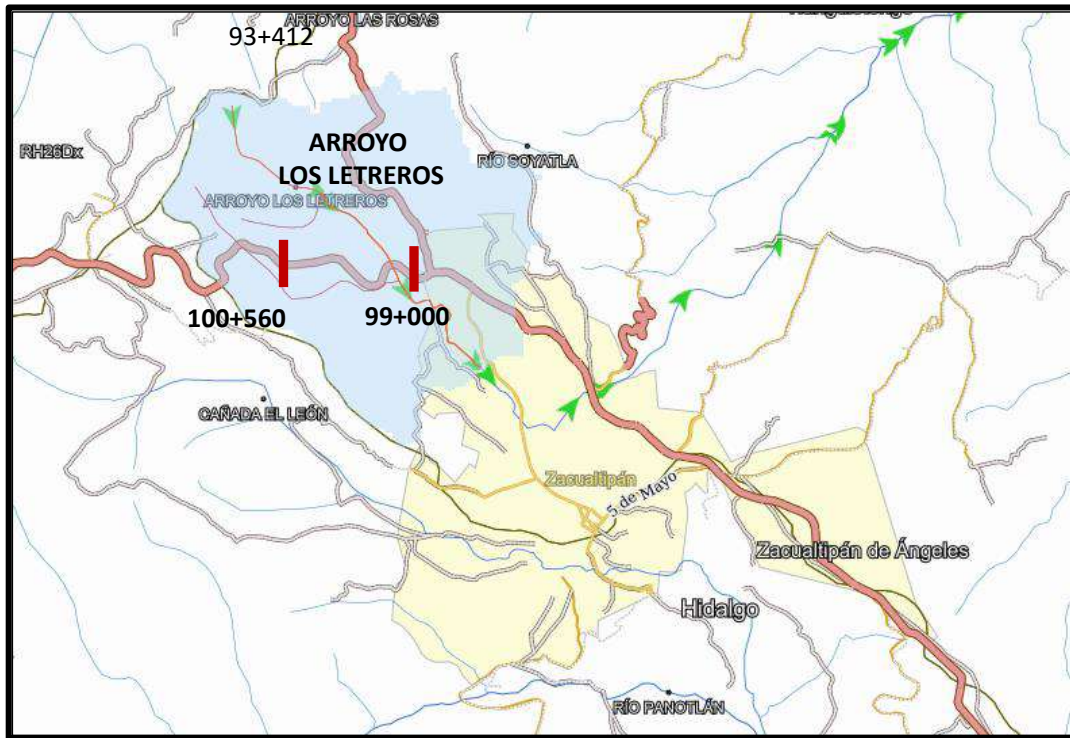


Figura IV.52 Área de escurrimiento y de influencia del Arroyo Los Letreros, en el subtramo carretero.

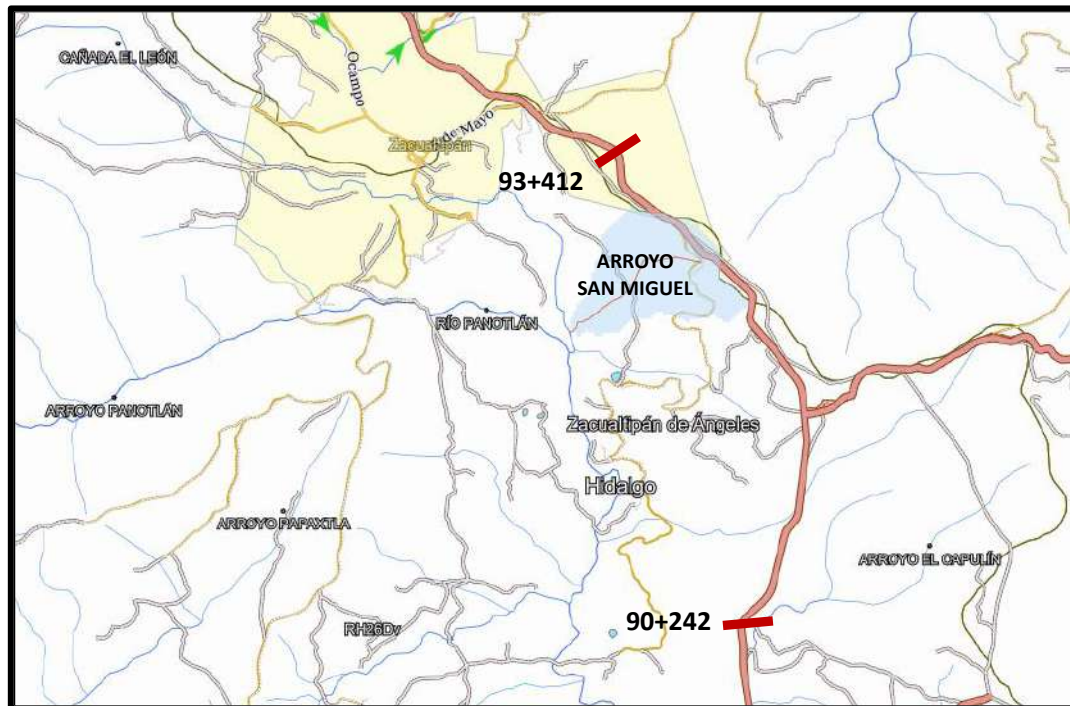


Figura IV.53 Área de escurrimiento y de influencia del Arroyo San Miguel, en el subtramo carretero.

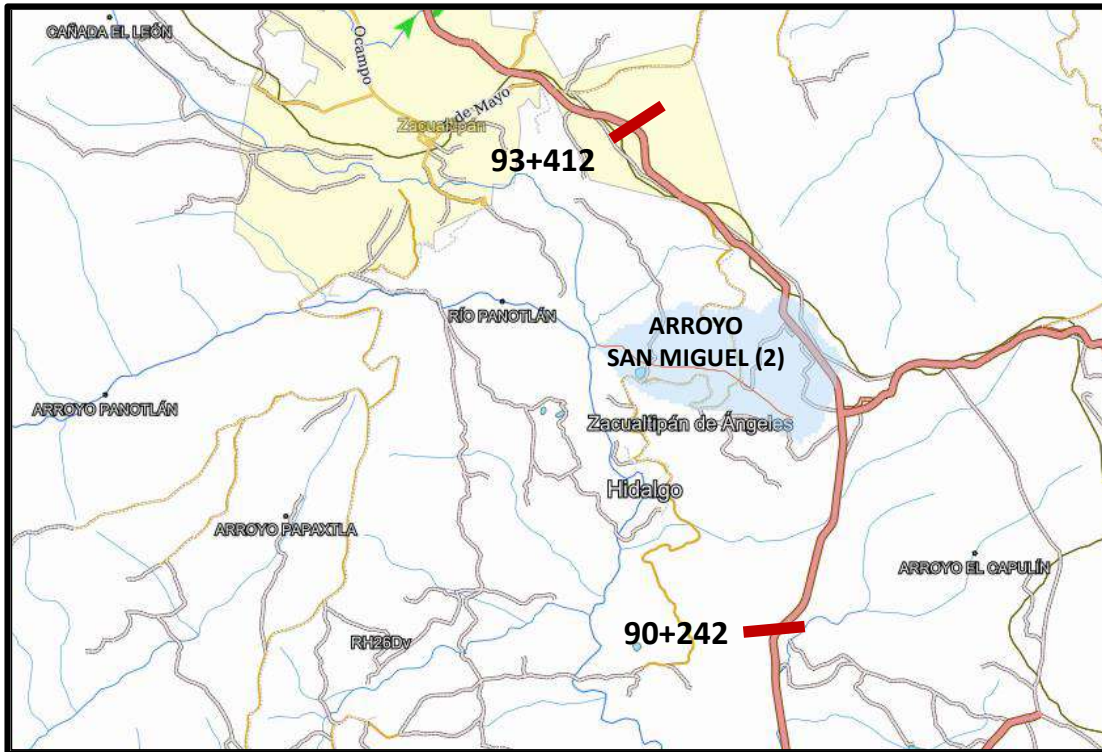


Figura IV.54 Área de escurrimiento y de influencia del Arroyo San Miguel 2, en el subtramo carretero.

En las siguientes figuras, se muestra el estado de las diferentes alcantarillas. Estas deberán ser diseñadas para mantener zonas de escurrimiento bien drenadas y mantener los volúmenes de agua que no originen erosión hídrica.



Figura IV.55 Afluente entrada (Km 90+689.32).



Figura IV.56 Afluente salida (Km 90+689.32).



Figura IV.57 Afluyente entrada (Km91+387.70).



Figura IV.58 Afluyente salida (Km 91+387.70).



Figura IV.59 Afluyente entrada (Km 91+739.72).



Figura IV.60 Afluyente salida (Km 91+739.72).



Figura IV.61 Afluyente entrada (Km 92+214.82).



Figura IV.62 Afluyente salida (Km 92+214.82).



Figura IV.63 Afluente entrada (Km 92+715).



Figura IV.64 Afluente salida (Km 92+715)



Figura IV.65 Afluente aguas arriba (Km 93+118.80).



Figura IV.66 Afluente aguas abajo (Km 93+118.80)



Figura IV.67 Afluente aguas arriba (Km 93+406.50).



Figura IV.68 Afluente aguas abajo (Km 93+406.50).



Figura IV.69 Afluente entrada (Km 93+406.50).



Figura IV.70 Afluente salida (Km 93+406.50).





Figura IV.71 Afluente entrada (Km 93+406.50).



Figura IV.72 Afluente salida (Km 93+406.50).



Figura IV.73 Afluente entrada (Km 93+918.40).



Figura IV.74 Afluente salida (Km 93+918.40).



Figura IV.75 Afluente entrada (Km 94+868.40).



Figura IV.76 Afluente entrada (Km 94+868.40).



Figura IV.77 Afluente salida (Km 94+868.40).

#### IV.2.1.1.6.2 Hidrología subterránea

La zona de los subtramos carreteros no se presenta un acuífero plenamente reconocido, debido en parte a que no se tienen planicies y el tipo de rocas existentes no permiten el almacenamiento de agua (CNA, 1998). De acuerdo a la carta estatal de hidrología subterránea (INEGI, 1992), el SAR se localiza en una zona de baja explotación con la siguiente unidad geohidrológica: permeabilidad baja en materiales consolidados.

**Permeabilidad baja en materiales consolidados.** Se encuentra formada fundamentalmente por riolitas, tobas, lutitas, areniscas, calizas, esquistos y, en menor

proporción, por basaltos y andesitas. Por su composición arcillosa, así como por el escaso fracturamiento, se le considera sin muchas posibilidades de contener agua económicamente explotable.

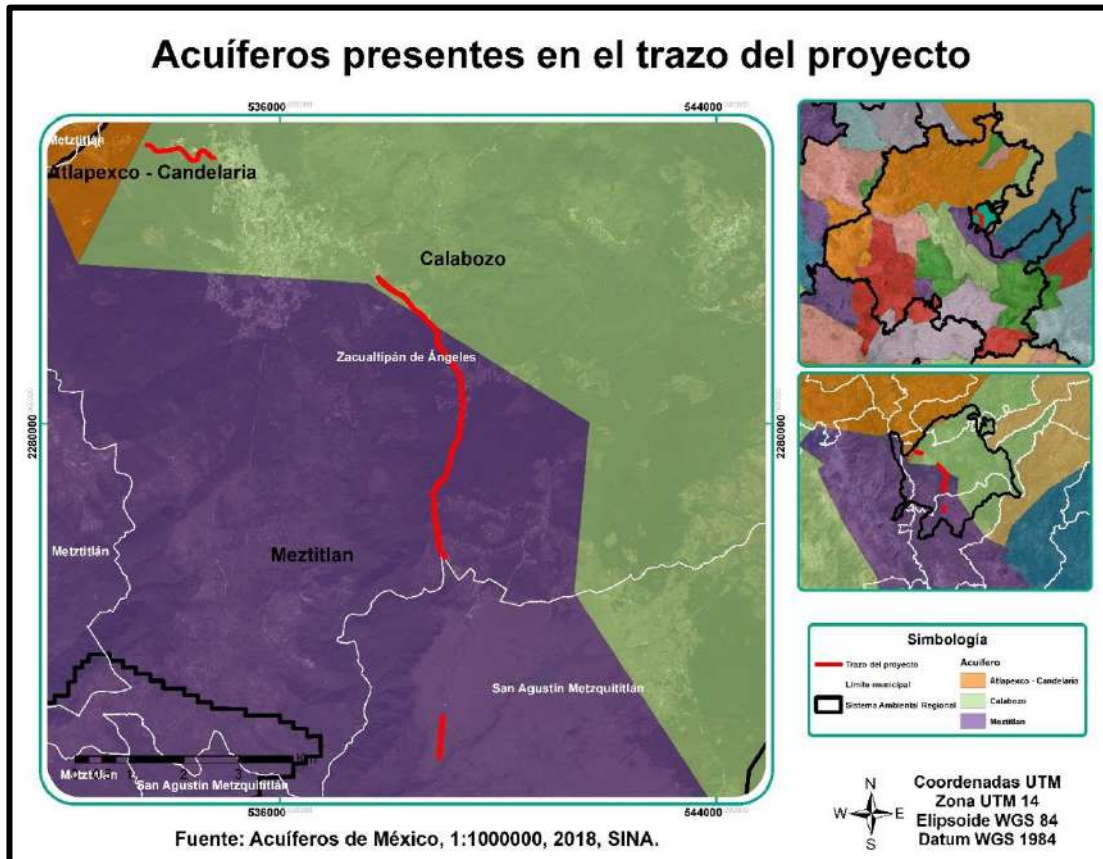


Figura IV.78 Acuíferos que se registran en el área de influencia de los subtramos carreteros.

#### IV.2.1.2 Aspectos bióticos.

Hidalgo es el tercer estado de la República Mexicana con mayor superficie ocupada por bosque mesófilo de montaña, después de Oaxaca y Chiapas (Ortega y Castillo, 1996). Este tipo de vegetación ha sido catalogado como uno de los que posee mayor riqueza por unidad de superficie en el país (Rzedowski, 1996); su distribución fragmentaria a lo largo de las principales sierras, así como la compleja relación geográfica de sus elementos florísticos hacen que esta comunidad sea muy interesante desde una perspectiva biogeográfica.

Se ha postulado que el bosque mesófilo mexicano tiene una relación fitogeográfica estrecha con los bosques caducifolios del este de Estados Unidos y con el este de Asia (Sharp, 1953, 1966; Matuda, 1953; Sharp e Iwatsuki, 1965; Puig, 1989); más

recientemente se ha insistido en los fuertes vínculos de la flora de este tipo de vegetación con bosques similares de Sudamérica, en particular con los de la región andina (Rzedowski, 1996).

El estudio del patrón fragmentario y la obtención de listas florísticas completas de los distintos manchones con este tipo de vegetación en el país, nos han permitido establecer la relación que existe entre cada una de las áreas inventariadas (Luna et al., 1999), por ejemplo, cuál es su vinculación florística, y con ello contrastar la regionalización biológica que varios autores han hecho del país (por ejemplo, Rzedowski, 1978 y Morrone et al., 1999, entre muchos otros). De igual manera, han permitido proponer hipótesis sobre los procesos que han producido los patrones actuales de distribución de la flora y fauna en México.

#### **IV.2.1.2.1 Vegetación**

En el Sistema Ambiental del “Tramo carretero Pachuca – Huejutla”, en sus subtramos se identifican las siguientes comunidades vegetacionales y un uso de suelo:

- Asentamientos humanos
- Bosque mesófilo de montaña
- Bosque de pino
- Bosque de pino-encino
- Bosque de encino
- Bosque de encino-pino
- Cuerpo de agua
- Matorral crasicaule
- Matorral submontano
- Pastizal cultivado
- Pastizal inducido
- Agricultura de temporal anual y permanente
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña
- Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.

Estas se observan en las áreas donde existe una amplia cobertura y un buen estado de conservación en su estructura.

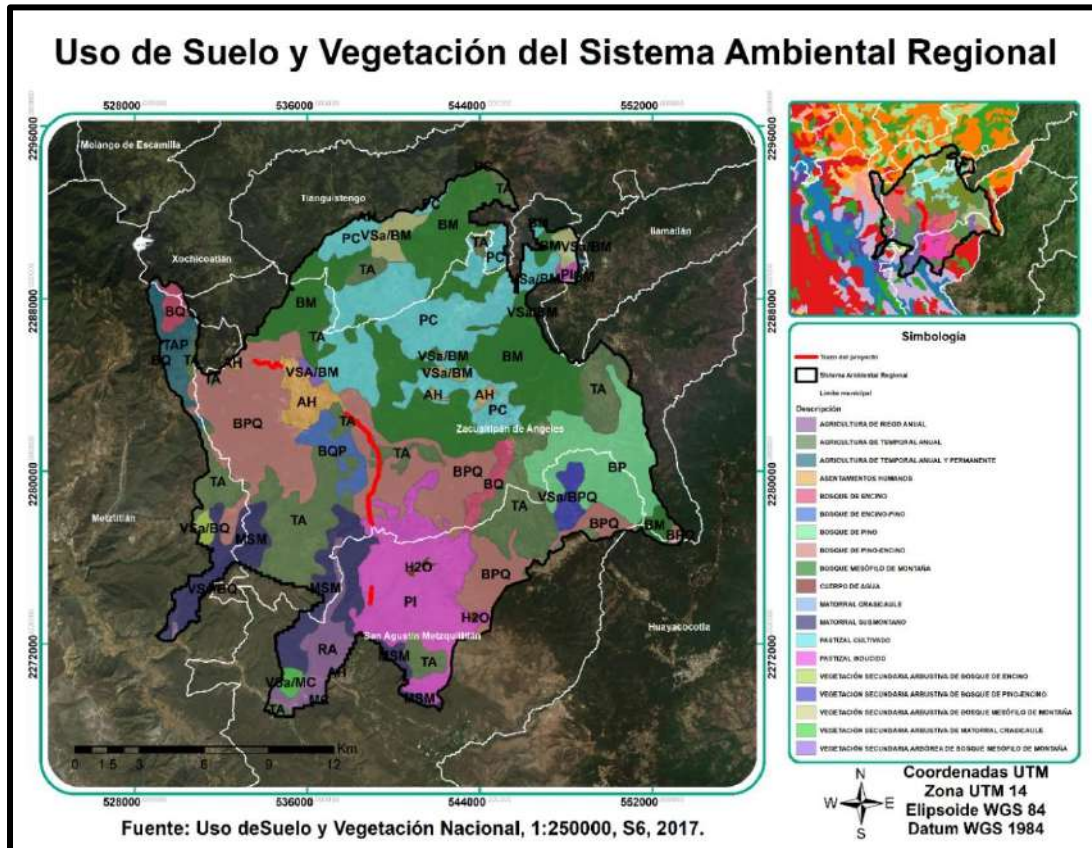


Figura IV.79 Usos de suelo y vegetación en el Sistema Ambiental del tramo carretero Pachuca – Huejutla y sus subtramos.

Los valores de las superficies y los porcentajes, para los usos de suelo y tipos de vegetación, corresponden al bosque mesófilo de montaña con el 19.13 % y al bosque de pino – encino con un 16.6 %, como se observa en la siguiente tabla. Las actividades productivas, como el desarrollo de pastizales cultivados para las actividades pecuarias y la agricultura de temporal, registran el 13.56 y 14.99 %, respectivamente. Las comunidades vegetacionales observan cierto grado de modificación, como son las asociaciones secundarias que, en total de toda ellas, muestran un 3.5 % (1194.13 has); ello indica la tendencia de una modificación gradual de las comunidades naturales. Las comunidades vegetacionales registran el 52.3 % (17852.81 has) de la superficie del SAR, los que indica un moderado estado de conservación. El matorral xerófilo (crasicaule) es el que presenta menor superficie con 17.77 has. Históricamente, es resultado de la práctica pecuaria extensiva que se desarrolla en las planicies del SAR.

**Tabla IV.34 Tipo de vegetación y usos de suelo del SAR.**

CLAVE	DESCRIPCIÓN	ÁREA (HA)	PORCENTAJE
AH	Asentamientos humanos	647.69	1.90
BM	Bosque mesófilo de montaña	6,529.19	19.13
BP	Bosque de pino	2,212.59	6.48
BPQ	Bosque de pino-encino	5,666.64	16.60
BQ	Bosque de encino	552.61	1.62
BQP	Bosque de encino-pino	472.5	1.38
H2O	Cuerpo de agua	42.67	0.13
MC	Matorral crasicaule	17.77	0.05
MSM	Matorral submontano	2,358.84	6.91
PC	Pastizal cultivado	4,627.52	13.56
PI	Pastizal inducido	3,249.73	9.52
RA	Agricultura de riego anual	839.04	2.46
TA	Agricultura de temporal anual	5,114.96	14.99
TAP	Agricultura de temporal anual y permanente	607.68	1.78
VSa/BM	Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	572.92	1.68
VSA/BM	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	65.48	0.19
VSa/BPQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino	310.73	0.91
VSa/BQ	Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino	120.04	0.35
VSa/MC	Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	124.96	0.37
<b>TOTAL</b>		<b>34,133.56</b>	<b>100</b>

A continuación, se describen los diferentes tipos de vegetación y usos de suelo registrados en el SAR.

### Asentamientos humanos

Se ubican de forma dispersa en el Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 647.69 (1.9 %). Su influencia en el SAR son principalmente por las actividades agrícolas que se practican, la cuales están enfocadas a la siembra de maíz y frijol y en mucha menor proporción a la de calabaza y manzana, aunque el uso del suelo más afectado es el uso agostadero (en la cría y explotación bovina y porcina), el forestal

y agrícola respectivamente. Estas actividades se realizan a expensas del bosque, ya que cada vez es más notoria la disminución de este y la expansión de las áreas dedicadas a la siembra de cultivos y la cría de ganado.

Las áreas urbanas y rurales están comunicadas por carreteras locales, las cuales muestran un transporte continuo de personas entre las localidades. El principal desarrollo de infraestructura fuera de las áreas habitacionales corresponde a vías de comunicación, además de infraestructura de red de agua potable y red de energía eléctrica. El desarrollo del comercio local se ha incrementado en los últimos 5 años.



Figura IV.80 Zona habitacional y comercial del SAR, entrada a Tlahuelompa.

### **Bosque mesófilo de montaña**

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 6529.19 (19.13 %). Se asigna este tipo de vegetación a la comunidad localiza al centro, este y norte del SAR. Se presentan en áreas fragmentadas y poco extensas, tiene un importante número de especies arbóreas que pierden las hojas en alguna temporada del año. Este tipo de vegetación se encuentra entre 1100 y 900 msnm. Es una comunidad difícil de caracterizar porque comparte frecuentemente numerosos elementos florísticos de los tipos de vegetación con los que colinda.

Se encuentra en zonas con precipitaciones entre los 1 400 y 2 300 mm, con temperaturas medias anuales de alrededor de 18°C. Uno o dos meses (en el invierno) presentan una media de temperatura menor de 18°C y ocasionalmente pueden ocurrir heladas de consideración. Es una zona de nieblas frecuentes, especialmente en los meses invernales. Generalmente, este tipo de vegetación se presenta en terrenos escarpados o, por lo menos, de pendiente ligera. Los suelos en los que se desarrolla pueden provenir tanto de rocas calcáreas como de materiales ígneos o metamórficos; por lo general tienen buen drenaje superficial y son profundos.



Figura IV.81 Aspecto del bosque mesófilo de montaña, donde se observa *Pinus patula* y *Alnus acuminata*.

### **Bosque de pino**

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 572.92 (1.68 %). *Pinus patula*, que es la especie característica de esta agrupación, forma hermosos bosques, principalmente en el estado de Hidalgo.

Esos bosques son relativamente densos, ya que sus pinos están bastante juntos, y el coeficiente de recubrimiento oscila entre 70 y 80%. Constituyen un estrato arbóreo cuya altura varía entre 15 y 25 m, según las localidades. *Pinus patula* es un pino con tres seudófilas.



En la región de Zacualtipán, hemos observado individuos con 4, e incluso 5, seudófilas. Estas seudófilas son largas (20cm) y colgantes, y le dan a este pino un aspecto muy característico. Los esbeltos y derechos troncos, de corteza roja: los conos, agrupados en fascículos de 5 o 6 elementos, con la punta dirigida hacia abajo, son caracteres que permiten reconocerlo fácilmente.

A pesar de la densidad de los pinos, su follaje, claro y ligero, permite el desarrollo de un estrato arbustivo y de un estrato herbáceo, ricos ambos en multitud de especies



Figura IV.82 *Pinus teocote* y *P. patula* son dos especies características del bosque de pino.

### **Bosque de pino-encino**

Se ubica en la zona central sureste y noroeste del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 5666.64 (16.60 %). Esta comunidad vegetal está localizada al sur del sistema ambiental, sobre laderas de poca pendiente, entre los 2400 y los 2500 m, en suelos de poca profundidad, algo pedregosos. El bosque llega a rebasar los 12 m, el estrato arbóreo está dominado por *Pinus sp.*, aunque existen manchones en que la dominancia cambia hacia *Quercus sp.* Otros árboles asociados son *Alnus acuminata.*, *Arbutus glandulosa* y *A. xalapensis*. En el estrato arbustivo se encuentra *Baccharis conferta*, *Eupatorium glabratum*, *Buddleia cordata* y *Castilleja tenuifolia*. El estrato herbáceo está compuesto entre otras especies por *Hedeoma piperitum*, *Fragaria mexicana*, *Conopholis*

*alpina*, *Penstemon roseus*, *Oxalis alpina*, *Commelina sp.*, *Alchemilla procumbens*. La composición florística del bosque tiene afinidades predominantemente holárticas o boreales.



Figura IV.83 Bosque de pino – encino en el SAR, se observa *Pinus teocote* y *Quercus rugosa*.

### Bosque de encino

Se observan dos áreas, una de ellas al centro del SA y otra al oeste, ocupan una superficie de 552.61 (1.62 %). Los encinares del Sistema Ambiental son similares a los de la Sierra de Pachuca. Esto parece depender del lugar donde se encuentran, de las condiciones ambientales locales, así como de los factores de disturbio.

Dentro del SAR se encuentran en forma de manchones en varios lugares, entre los cuales destacan las áreas del centro del SAR. Entre las especies de encinos de estas comunidades se encuentran las siguientes:

- *Quercus laurina*
- *Q. rugosa*
- *Q. crassifolia*

Entre las especies arbustivas del bosque de encino se encuentran la pingüica (*Arctostaphylos pungens*), chaquira morada (*Ceanothus coeruleus*), aretillo

(*Symphoricarpus microphyllus*), chagua (*Ribes affine*), camisa (*Eupatorium glabratum*) y la hierba del carbonero (*Baccharis conferta*).

Entre las plantas herbáceas se encuentran mazorquilla (*Conopholis alpina*), pata de león (*Geranium shiedeanum*), flor de hielo (*Gentiana spathaceae*), mirto de monte (*Scutellaria coerulea*), gallito (*Salvia patens*) y begonia (*Begonia gracilis*), entre otras.



Figura IV.84 Bosque de encino, donde se observan especies como *Quercus crassipes*, *Q. laurina*, *Q. glabrescens*, entre otras

### Bosque de encino-pino

Registrado al centro oeste del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 472.5 (1.38 %). Se observa como un solo manchón asociado a la agricultura temporal y al bosque de pino – encino.

## Cuerpo de agua

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 572.92 (1.68 %). Este tipo de comunidad biótica, está formado principalmente de grupo de algas verdes (Chlorophyta), son abundantes en las charcas que se forman a orillas de río y en la zona de la corriente. Proliferan principalmente en cuando se observa un descenso en la corriente del cauce. Los géneros predominantes corresponden a *Oedogonium*, *Spirogyra*, *Chaetomorpha* y *Chladophora*., todos estos resguardan a una fauna acuática importante por ello, se deberá de remover estas colonias de algas para preservar lo mejor posible a la fauna acuática de invertebrados. Además, existen plantas hidrófitas flotantes como se observa en la imagen, *Potamogeton* sp y *Cyperus* sp, son dos géneros registrados.



Figura IV.85 Plantas hidrófitas flotantes, en algunos arroyos del SAR.

## Matorral crasicale

Se ubica al sur del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 17.77 (0.05 %). Esta asociación vegetal suele encontrarse de manera característica en las laderas de exposición Norte y noreste en el interior de la Barranca de Metztitlán, definida principalmente por la presencia de la especie *Stenocereus dumortieri*, un cacto candelabriforme del tipo biológico oligodendricaule el cual alcanza de cinco a seis metros de alto, mostrando fisonómicamente un estrato emergente por encima de los demás

componentes florísticos. El rango altitudinal en el que se observa va desde la orilla del río Venados hasta los 1,750 msnm.



Figura IV.86 Aspecto del matorral crasicale, donde predominan especies de opuntias.

### Matorral submontano

Se ubica al sur del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 2358.84 (6.91 %). La composición florística del matorral submontano del SAR, hacen resaltar la riqueza de la flora, que, evidentemente, es menor que la de los bosques tropicales. Sin embargo, en las regiones semiáridas, este matorral es probablemente la formación que presenta la mayor riqueza florística. Ello se debe a su localización geográfica, pues el matorral submontano está situado en el límite de las regiones semiáridas, en contacto, por una parte, con las formaciones ecológicamente más De modo que, en cierta medida, es una formación de transición, en la que los elementos de afinidad xérica, son ampliamente dominantes.

Las especies características son:

<i>Celtis pallida</i>	<i>Karwinskia humboldtiana</i>
<i>Cordia boissieri</i>	<i>Karwinskia mollis</i>
<i>Flourensia laurifolia</i>	<i>Leucophyllum frutescens</i>
<i>Gochnatia hypoleuca</i>	<i>Neopringlea integrifolia</i>
<i>Harpalyce arborescens</i>	<i>Pistacia mexicana</i>
<i>Helietta parvifolia</i>	<i>Phithecellobium brevifolium</i>



Figura IV.87 Aspecto del matorral submontano al sur del SAR.

### Pastizal cultivado

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 4627.52 has (13.56 %). Se asocia principalmente al BMM, ocupando laderas cercanas a las localidades.

En esta zona de nieblas y de fuerte pluviosidad, se forman praderas húmedas, en las que están representados los géneros siguientes: *Cuphea*, *Hydrocotyle*, *Carex*, *Juncos*, *Viola*, *Ranunculus*, *Stachys*, *Paspalum*, *Salvia*, *Panicum*, etc.

Entre los arbustos secundarios derivados de esta agrupación, se encuentran, en particular:

<i>Baccharis conferta</i>	<i>Crataegus spp.</i>
<i>Buddleia parviflora</i>	<i>Eupatorium petiolare</i>
<i>Ceanothus caeruleus</i>	<i>Senecio roldana</i>
<i>Citharexylum berlandieri</i>	<i>Vernonia deppeana</i>
<i>Citharexylum hidalguense</i>	

Dos especies arbóreas pioneras caracterizan las condiciones ecológicas extremas de la agrupación: *Alnus acuminata*, para las más húmedas, y *Quercus crassifolia*, para las más secas.



Figura IV.88 Pastizal inducido asociado al bosque mesófilo de montaña.

### Pastizal inducido

Se ubica al sur del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 3249.73 has (9.52 %). Se encuentra constituido por dos estratos bien definidos, por una parte, el estrato arbóreo, dominado por *Acacia schaffneri* (huizache), el cual alcanza una altura máxima de 2.5 m, denotando una típica copa aparasolada. Algunos arbustos ocasionales son *Mandevilla foliosa*, *Croton ciliato-glanduliferus*, *Karwinskia humboldtiana* y *Opuntia* spp.

El estrato herbáceo está muy diversificado, presentándose principalmente durante la época de lluvias; entre las especies más sobresalientes se encuentran las siguientes: *Schkuhria pinnata*, *Mecardonia procumbens*, *Gomphrena decumbens*, *Piqueria pilosa*, *Tridax coronopifolia*, *Euphorbia* aff. *mendezii*, *Dalea foliolosa*, *Hilaria procumbens*, *Melampodium* aff. *sericeum*, *Salvia amarissima*, *Salvia* sp. y *Erodium cicutarium*.

Los terrenos ocupados por este tipo de vegetación se utilizan principalmente como agostadero para el pastoreo de ganado ovino y bovino durante la época de lluvias por la presencia del estrato herbáceo para su alimentación. La agricultura de temporal no es posible debido a que la superficie se encuentra cubierta por una abundante pedregosidad.



Figura IV.89 Pastizal inducido para las actividades pecuarias al sur del SAR.

### Agricultura de temporal anual.

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 5114.96 has (14.99 %). En esta zona subhúmedas de nieblas y de fuerte pluviosidad, la presencia de elementos arbóreo como *Alnus acuminata* y *Pinus patula*, son muy extendidas. Para las áreas agrícolas con menos humedad, las asociaciones de encinos como *Quercus crassifolia* y *Q. rugosa*, son frecuentes.

Por otro lado, las áreas agrícolas son de carácter temporal y se cultiva principalmente maíz, alternándolo con la siembra de habas, frijol y varias hortalizas. Entre los cultivos perennes están las huertas de peras, manzanas y ciruelas, la presencia de varias especies de Opuntias, permite cosechar nopales en los meses de marzo y abril.

Se desarrolla en laderas, lomeríos altos y medianos, valles altos, cañadas secas, además de áreas próximas a las comunidades fuera de la zona de la vega de Metztitlán, al oeste de SAR, se cultiva principalmente maíz, habas y frijol. Son cultivos básicos de autoconsumo.





Figura IV.90 Zona agrícola de temporal en la zona subhúmeda del SAR.

### Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña.

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 572.92 (1.68 %). Presenta especies como *Cirsium sp.*, *Bidens pilosa*, *Solanum acerifolium*, *Rhamnus capreaefolia*, *Anoda cristata*, *Cornus disciflora*, *Runus palmeri*, *Cuphea jorullensis*, *Turpinia occidentalis*, algunas áreas que son abiertas presentan pastizales.



Figura IV.91 Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña.

### **Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña**

Se ubica al norte del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 65.48 has (0.19%). En las proximidades de las áreas de estudio, las áreas de estos componentes se caracterizan por la presencia de la dominancia de hechos en el estrato arbustivos de zarzamora (*Rubus palmeri*). Tienen elementos arbóreos como *Alnus acuminata*, *Clethra mexicana*, pocos individuos sde *Liquidambar styraciflua* y como una especie introducida *Prunus serotina var. capuli*, además de estas especies, plantas trepadoras son frecuentes, sobre todo en áreas de alta insolación.



Figura IV.92 Vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.

### **Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino.**

Se ubica al oeste del Sistema Ambiental Regional, ocupando una superficie de 310.73 has (0.91 %). En las proximidades de las áreas de estudio, las áreas de estos componentes se caracterizan por la dominancia de pastizales en el estrato arbustivo y herbáceo. Muchas de estas áreas tienen su origen en la deforestación sin un programa de manejo forestal. Especies como el tepozán (*Buddleja cordata*), *Bacharis* sp y varias *Salvia* spp son comunes.



Figura IV.93 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino

### Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

Se ubica al oeste del Sistema Ambiental Regional, ocupando una pequeña superficie de 310.73 has (0.91 %). Es una comunidad modificada por la presión de las actividades pecuarias, la extracción selectiva de madera y plantas medicinales. Algunas áreas se desarrollan a partir de incendios que desplazan selectivamente a ciertas especies.



Figura IV.94 Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino

### **Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.**

Se ubica al sur del Sistema Ambiental Regional, próximo a la localidad de Metzquitlán, ocupando una superficie de 124.96 has (0.37 %). Se caracteriza por la presencia de especies dominantes de los géneros de *Acacia* spp y *Mimosa* spp., también se presenta una importante abundancia, durante el periodo de lluvias, de Asteraceas oportunistas.



Figura IV.95 Aspecto de la vegetación secundaria del matorral crasicaule al sur del SAR.

#### **IV.2.1.2.1.1 Distribución de la vegetación en el área del proyecto y zona circundante.**

La distribución de las comunidades vegetacionales está en función del grado de humedad que reciben, tipo de suelo y efecto de ladera. En las zonas altas del Sistema Ambiental las comunidades observan un buen estado de conservación, dominando el bosque mesófilo de montaña, el bosque de pino – encino, los pastizales, el bosque de pino, seguido de las áreas agrícolas y los matorrales.

En la zona baja de la cuenca del Sistema Ambiental, alternando con los pastizales, se observan poblacionales de especies típicas del bosque de encino xérico, con el matorral submontano y matorral xerófilo.

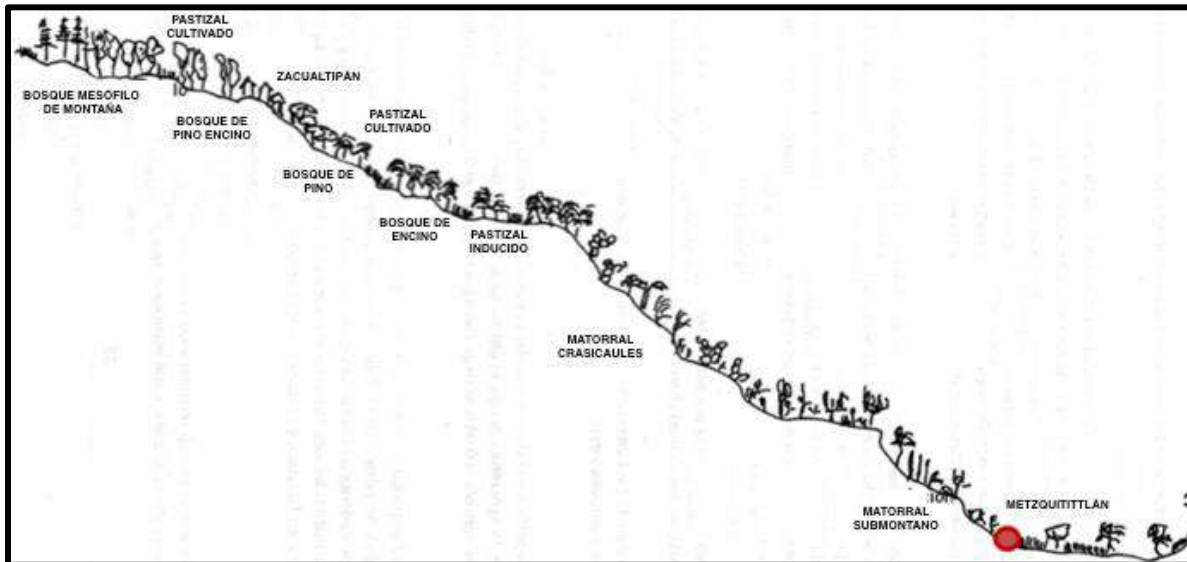


Figura IV.96 Perfil de la distribución de la vegetación (norte-sur) y usos del suelo en el SAR.

#### IV.2.1.2.1.2 Distribución de la vegetación en el área del proyecto.

Como se observa en la figura del tramo carretero, los subtramos se desarrollan en varias comunidades vegetacionales que corresponden a:

- Matorral crasicale /pastizal inducido.
- Bosque de pino – encino.
- Bosque mesófilo de montaña.
- Vegetación secundaria del bosque mesófilo de montaña.

Tabla IV.35 Vegetación presente en los subtramos carreteros.

TRAMO CARRETERO	VEGETACIÓN
85+000 al 85+900	Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicale.
89+000 al 94+920	Bosque de pino - encino
	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
98+980 al 100+560	Vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña

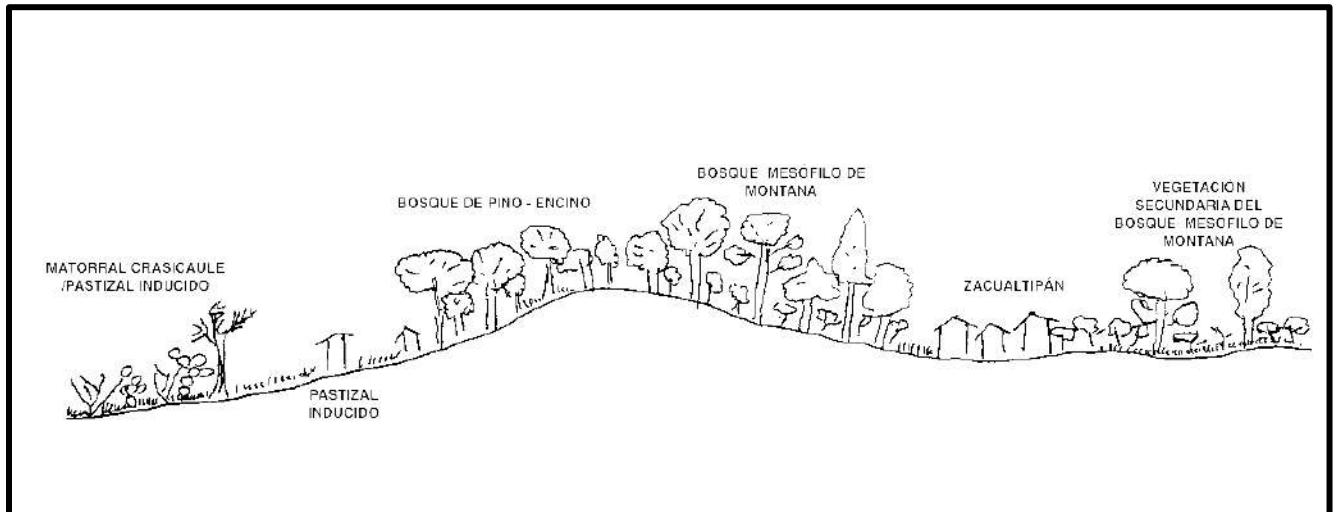


Figura IV.97 Perfil vegetacional de los subtramos carreteros.

#### IV.2.1.2.1.3 Composición florística

##### IV.2.1.2.1.3.1 Bosque Mesófilo de Montaña

El bosque mesófilo de montaña es una comunidad de unos 25 a 30 m de alto, frecuentemente muy densa, en la que se establecen varios estratos arbóreos. Los árboles del estrato superior no presentan normalmente contrafuertes y pueden alcanzar diámetros considerables; los fustes de estos árboles son generalmente rectos y limpios. Las copas adquieren con frecuencia forma alargada o piramidal.

Numerosas especies tienen las hojas bastante suaves, por lo menos cuando éstas son jóvenes, además de que sus tonalidades varían en el transcurso del año: son de color verde claro, muy brillante alrededor de marzo o abril y de color verde muy oscuro o rojizas en noviembre o diciembre. Muchos de los elementos arbóreos de esta comunidad, como *Alnus*, *Carpinus*, *Ulmus*, *Cornus*, *Liquidambar*, *Nyssa*, *Ostrya* y *Platanus*, pierden las hojas en la época más fría del año y no en el verano, ya que la humedad es constantemente elevada en estas zonas. Los cambios de tonalidad del follaje y de su abundancia imprimen características especiales a este tipo de vegetación; sin embargo, el grado de pérdida de las hojas varía con la crudeza del invierno.

Este bosque es rico en diversas formas de vida. Las epífitas son muy abundantes, especialmente las orquídeas y las bromeliáceas. Los helechos arbóreos son elementos bastante característicos de este tipo de vegetación. Florísticamente, el estrato superior de este bosque está constituido por elementos de origen boreal, mientras que el estrato inferior presenta casi exclusivamente elementos de origen neotropical. La composición

florística del estrato superior puede estar reducida a unas cuantas especies o bien ser sumamente compleja, como sucede en las zonas del ecotono de este bosque con selva mediana o baja perennifolia. En este último caso resulta un poco difícil considerar por el tipo de vegetación como un "bosque" debido a la gran cantidad de especies arbóreas dominantes. Se reconocen varios tipos de este bosque, entre los más importantes se encuentran:

El encinar mezclado, es una comunidad muy exuberante compuesta por numerosas especies de encinos, entre las que se cuentan *Q. crassifolia*, *Q. mexicana*, *Q. affinis*, *Q. crassipes*, *Q. rugosa* y *Q. xalapensis*. Estos encinos se hallan mezclados con *Carpinus caroliniana*, *Cletra quercifolia*, *Liquidambar macrophylla*, *Meliosma alba*, *Nyssa sylvatica* y *Ostrya virginiana*.

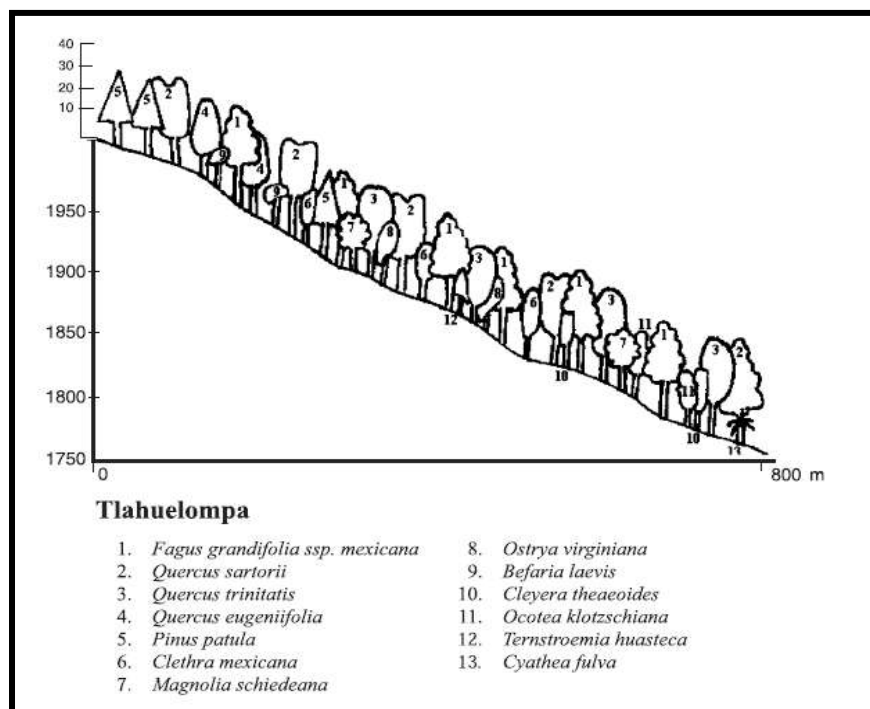


Figura IV.98 Composición florística del SAR del bosque mesófilo de montaña en la localidad de Tlahuelompa, Zacualtípán (tomado de Alcántara y Luna, 2001).

El bosque de *Liquidambar styraciflua* es la comunidad más típica del bosque caducifolio. Puede llegar a constituir comunidades casi puras, que probablemente son de origen secundario, se desarrollan mejor entre los 1300 y 1600 msnm. En esta zona los árboles más comunes son *Sambucus mexicana*, *Beilschmiedia mexicana*, *Prunus sancydoides*, *Turpinia insignis*, *Alchornea latifolia*, *Nyssa sylvatica*, *Brunelia mexicana* y *Ocotea belicterifolia*.

Otros tipos de bosque de niebla, parecidos al caducifolio son el constituido adicionalmente por especies de pinos, *Pinus patula* y *P. pseudostrobus*, este último mezclado a veces con elementos tropicales a altitudes de 1000 m.

#### IV.2.1.2.1.3.2 Bosque de encino.

Desde el punto de vista florístico, el bosque de encino constituye una interesante mezcla de elementos.

Al parecer, el estrato arbóreo, más directamente sometido a la acción del clima, es más rico en elementos boreales, mientras que el estrato arbustivo, en situación protegida, lo es más en elementos neotropicales.

Considerando el conjunto del bosque (véase abajo), *Liquidambar styraciflua* es a menudo dominante y está siempre presente.

En el estrato arbustivo:

*Citharexylum ligustrinum*

*Cornus disciflora*

*Cornus excelsa*

*Cyathea fulva*

*Microtropis stipitata*

*Rapanea myricoides*

*Senecio grandifolius*

*Ternstroemia sylvatica*

*Viburnum stellatum*

El estrato herbáceo se caracteriza por una gran abundancia de helechos, entre los que están representados los siguientes géneros: *Adiantum*. *Pellaea*. *Dryopteris*. *Phleopeltis*, *Woodwardia*. *Pteridium*. *Blechnum*. *Gleichenia*, *Polypodium*. *Osmunda*. *Vittaria*.

Entre las lianas, son muy abundantes las Esmiláceas, así como las Vitáceas (*Cissampelos*. *Vitis* spp) y algunas Aráceas.

Los epifitos son muy abundantes; hemos observado:

*Anthurium aemulum*

*Epidendrum* spp.

*Rhiosalis cassutha*

*Tillandsia* spp.



#### IV.2.1.2.1.3.3 Bosque de pino

Para el bosque de pino, en el estrato arbóreo, la especie característica de este grupo es *Pinus patula*, que también es la especie dominante, y forma casi siempre poblaciones puras. Entre las especies arbóreas que a veces se mezclan con él podemos citar:

<i>Alnus acuminata</i>	<i>Pinus oocarpa</i>
<i>Carpinus caroliniana</i>	<i>Pinus teocote</i>
<i>Cupressus benthami</i>	<i>Quercus crassifolia</i>
<i>Liquidámbar styraciflua</i>	<i>Quercus affinis</i>

*Pinus patula* es la especie dominante; pero, al nivel de las especies acompañantes, se observan variaciones florísticas que dependen de las condiciones estacionales y que permiten determinar los grupos ecológicos.

*Alnus acuminata* y *Quercus crassifolia* se asocian con *Pinus patula* en los bosques secundarios. En el estrato arbustivo, las especies más representativas son:

<i>Eupatorium hidalgense</i>	<i>Myrica mexicana</i>
<i>Eupatorium ligustrinum</i>	<i>Staphylea pringlei</i>
<i>Gaultheria acuminata</i>	<i>Vaccinium confertum</i>
<i>Gaultheria hirtiflora</i>	<i>Vaccinium geminiflorum</i>
<i>Heberdenia penduliflora</i>	<i>Vernonia arctioides</i>
<i>Leucothoe mexicana</i>	<i>Vernonia patens</i>
<i>Monnina xalapensis</i>	<i>Xolisma ferruginea</i>

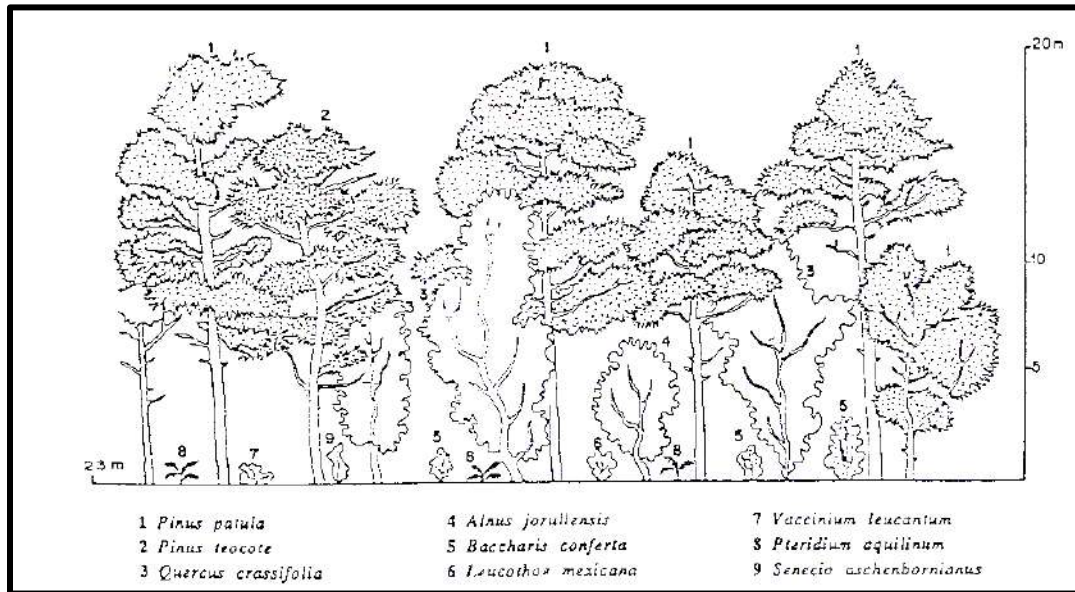


Figura IV.99 Estructura del bosque de pino.

#### IV.2.1.2.1.3.4 Matorral crasicaule.

El estrato arbóreo o superior está definido por la presencia de *Stenocereus dumortieri*, *Yucca filifera*, *Prosopis laevigata*, *Plumeria rubra*, *Karwinskia humboldtiana*, *Celtis pallida*, *Senna pringlei*, *Bursera schaffneri*, *Pseudosmodingium andrieuxii* y *Acacia subangulata*.

El estrato arbustivo medio con una altura de 1.5 a tres metros, permite observar la presencia de las siguientes especies: *Opuntia leucotricha*, *Myrtillocactus geometrizans*, *Jatropha spathulata*, *Nicotiana glauca*, *Celtis pallida*, *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, *Cercidium floridum*, *Zaluzania augusta*, *Carlowrightia aff. lindeneana*, *Prosopis laevigata*, *Trixis inula*, *Montanoa tomentosa xanthiifolia*, *Sebastiana pavoniana*, *Brongniartia lupinoides* y *Decatropis bicolor*.

El estrato herbáceo está constituido por individuos de los siguientes géneros: *Aster*, *Croton*, *Euphorbia*, *Flaveria*, *Hibiscus*, *Loeselia*, *Oxybaphus*, *Ruellia*, *Sedum ebracteatum*, *Aneilema karwinskiana*, *Trichachne insularis* y *Portulaca oleracea*.

Entre las trepadoras, epífitas y parásitas se pueden mencionar a *Plumbago pulchella*, *Tillandsia usneoides*, *T. fasciculata* y *Phoradendron brachystachyum*.

#### IV.2.1.2.1.4 Usos de la vegetación registrada en el Sistema Ambiental Regional.

El uso de plantas medicinales en el Sistema Ambiental está muy extendido, se registran 70 especies para 33 familias. En el cuadro siguiente se indica las especies. Las plantas medicinales que se compran se mezclan en algunos casos con las plantas medicinales silvestres del municipio. Igualmente, se emplean otros recursos terapéuticos en conjunción con las plantas medicinales, tales como el chocolate, tequezquite, panela (piloncillo), miel de abeja, azúcar, alcohol, licor, manteca, sal, carbonato y adobe; dichos recursos se mezclan con las plantas silvestres de la región para obtener un mejor resultado en alguna afección.

Además de las plantas medicinales silvestres listadas de la región, las personas también recurren a otras plantas medicinales que compran principalmente en los mercados de Huejutla, Tlanchinol y Molango, de las cuales algunas son plantas cultivadas.

Tabla IV.36 Listado de plantas útiles del Sistema Ambiental.

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
<b>ACTINIDIACEA</b>		
<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.	Acalama	Comestible, combustible
<b>ALSTROEMERACEAE</b>		
<i>Bomarea acutifolia</i> Cav.	Cocolalish, cocolale	comestible
<i>Bomarea hirtella</i> (HBK.) Herb	Cuahuaixuitl, viudas	Medicinal, juegos
<b>AMARANTHACEAE</b>		
<i>Gomphrena globosa</i> L.	Linterna	Medicinal, ornamental
<b>ANACARDIACEA</b>		
<i>Mangifera indica</i> L.	Mango criollo	Comestible, medicinal
<i>Spondias mombin</i> L.	Jobo	Comestible, cerca, sombra, construcción
<i>Spondias purpurea</i> L.	ciruela	medicinal
<b>ASCLEPIADACEA</b>		
<i>Asclepios curassavica</i> L.	quiebra muelas, santa rosa, venenillo, hierba de la rabia, ponchihuis, ra tendoni	medicinal, plaguicida
<i>Gonolobus Níger</i> R. Br.	cuahuayote	
<b>ASTERACEAE</b>		
<i>Ambrosia psilostachya</i> DC.	Artemisa	medicinal, plaguicida
<i>Artemisia absinthium</i> L.	ajenojo	medicinal, ornamental
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	té de burro, chalchuán, ra	medicinal

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
	däyädoni	
<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	chamisa, chilchayate, mata pulgas	medicinal, plaguicida
<i>Polymnia maculata</i> Cav.	guagua	medicinal
<i>Tanacetum parthenium</i> (L.) Sch. Bip.	Santa maria, altamisa	medicinal, ornamental
<b>BIGNONIACEAE</b>		
<i>Crescentia cujete</i> L.	jícara, guira, cuatecomate, ra t'axyä	medicinal, ornamental, doméstico
<i>Jacaranda mimosaeifolia</i> D. Don	jacaranda	ornamental, medicinal
<i>Parmentiera aculeata</i> (HBK) Seemann	chote, chota, ra dähxiza	medicinal, forrajero, comestible ornamental
<i>Spathodea campanulata</i> Beauv.	tulipán de la india, san José	ornamental, mágico-religioso
<i>Tecoma stans</i> (L.) HBK.	truenitos, tronadora, San Pedro, San Francisco, Atehuaxochitl	medicinal, ornamental
<b>BRASSICACEAE</b>		
<i>Lepidium virginicum</i> L.	ajonjolillo	medicinal, plaguicida
<b>BURSERACEAE</b>		
<i>Bursera simaruba</i> (L.) Sarg.	chaca, palo de chaca, zamdoktsa	cerca, sombra, medicinal, construcción
<i>Protium copal</i> (Schl.) & Cham. Engl.	copal	resina, medicinal, cerca, plaguicida
<b>CAESALPINIACEAE</b>		
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Pata de cabra	cosmético, forrajero, plaguicida
<i>Caesalpinia pulcherrima</i> (L.) SW.	Tabachín, rosál	Medicinal, ornamental
<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Franboyano	Ornamental, medicinal y ceremonial
<i>Senna occidentalis</i> L.	Retana, frijolillo, cafecillo	Medicinal
<i>Senna spectabilis</i> DC.	Candelillo	Medicinal
<b>CLETHRACEAE</b>		
<i>Clethra mexicana</i> DC.	Aguacatillo, Zapotillo, paguilla	combustible
<b>CONVOLVULACEAE</b>		
<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	Camote dulce	Comestible, Ornamental
<b>COSTACEAE</b>		
<i>Costus</i> sp.	Caña de jabalí.	Medicinal, comestible, ornamental
<b>CRACCULACEAE</b>		
<i>Kalanchoe binata</i> (Lam.) Pers.	Totopo, amarosa, sanalotodo,	Medicina, ornamental, juegos,

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
	tronadora, chupona, cien vidas, siempreviva, ra k'ehnapaxi k'ehnapaxi	plaguicida
<b>CUCURBITACEAE</b>		
<i>Luffa cylindrica</i> (L.) Roemer	Estropajo	Artesanal, ornamental y medicinal
<i>Mormodica charantia</i> (L.)	Cundeamor	Medicinal, ornamental y comestibles
<i>Cechium edule</i> (Jacq.) Sw.	Chayote, pinaco	Comestible y medicinal
<b>EQUICETACEAE</b>		
<i>Equicetum hyemale</i> L.	Cola de caballo, hueso de Costilla, cuachichiquili, ra kwäthe	Medicinal
<b>ERICACEAE</b>		
<i>Dejaria aestuans</i> L.	Flor de la virgen, omesuchil, omexochitl	Medicinal, ceremonial y comestible
<b>EUPHORBIACEAE</b>		
<i>Cenidoscolus multilobus</i> (Pax.) I.M. -Johnston	Ortiga	Medicina, comestible, domestico.
<i>Croton draco</i> Schldl.	Sangre de grado, palo de grado, palo de drago, Zadetunza, ra zadetunza	Medicinal, cerca, sombra, combustible
<b>FABACEAE</b>		
<i>Erythrina americana</i> Mill.	Pemuche, Colorin, Quemique, Pemuchi, Demti, Chotza, Dembathidäthe	Comestible, cerca, ornamental, medicinal, domestico, ritual, colorante, plaguicida.
<i>Eritrina lanata</i> Rose	Zacapemucho	Maderable, medicinal, ritual, comestible, artesanal
<b>MELASTOMACEAE</b>		
<i>Conostegia xalapensis</i> (Bonpl.) D. Don	Texgua, teshua	Medicinal, comestible, juegos
<i>Tibouchina purpusii</i> T.S Brandeg.	Hierba del golpe	Medicinal
<b>MIMOSACEAE</b>		
<i>Inga jinicuil</i> Schldl.	Chalahuite grande, chicharra	Comestible, ornamental, combustible
<i>Inga sp</i>	Chalahuite grande, chicharra, Dä'yäxi	
<b>MORACEAE</b>		
<i>Brosimum alicastrum</i> Sw	Ojite	Comestible, Medicinal
<i>Castilla elastica</i> Cerv.	árbol de hule	Ornamental, Medicinal

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
<i>Ficus sp</i>	Jalamate, Chalame	Sombra, Cerca, Medicinal, Ornamental
<i>Morus celtidifolia</i> HBK.	árbol de mora	Comestible, Ornamental
<b>MUSACEAE</b>		
<i>Musa paradisiaca</i> L.	Plátano	Comestible, Medicinal, Ornato
<b>MYRTACEAE</b>		
<i>Psidium guajava</i> L.	Guayabo, Guayaba, ra p~ni	Comestible, Medicinal, Ornamental, Plaguicida
<b>PASSIFLORACEAE</b>		
<i>Passiflora foetida</i> L.	Amapola, Granadita china, Granada de ardilla.	Comestible, Medicinal, Ornamental
<i>Passiflora sp.</i>	Pasionaria, Amapola	Comestible, Medicinal
<b>PIPERACEAE</b>		
<i>Piper sanctus</i> (Miq.) Chlechtendal	Hierba santa	Medicinal, doméstico
<b>POLYGONACEAE</b>		
<i>Polygonum lapathifolium</i> L.	chilillo	Medicinal
<i>Rumex crispus</i> L.	Lengua de vaca	Comestible, medicinal
<i>Rumex pulcher</i> L.	Lengua de vaca	medicinal
<b>POLYPODIACEAE</b>		
<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J. Smith	Pastille de tigre, gatito	Medicinal
<i>Pleopeltis polylepis</i> (Roem. ex Kze) Moore	Lengua de ciervo, paisle	medicinal
<b>PORTULACACEAE</b>		
<i>Portulacca oleracea</i> L.	Verdolaga, ra ixmbada	Comestible, medicinal
<b>RANUNCULACEAE</b>		
<i>Thalictrum stridillosum</i> Hemsl.	Culantrillo de zorrillo, comino rústico, flor de comino	medicinal
<b>RUTACEAE</b>		
<i>Casimiroa edulis</i> Llave ex Lex.	Zapote blanco	Medicinal, comestible, plaguicida
<i>Citrus aurantium</i> L.	Naranja agrio	Medicinal, Ornamental, Percha. Doméstico, Plaguicida
<i>Citrus limetta</i> Risso	Lima, Lima de chichi, ra bozan'ixi	Comestible
<i>Citrus sinensis</i> Osbeck	Naranja de cucho	Medicinal, Ornamental
<i>Decatropis bicor</i> (Zucc.) Radlk.	Palo de muerto	Medicinal

FAMILIA	NOMBRE COMÚN	USOS
<i>Murraya paniculada</i> Jacq	Limonaria	Ornamental, Plaguicida
<b>STERCULIACEAE</b>		
<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guasima, Guazima, Aquiche, Aquichi, ra za'bokom	Medicinal, Combustible, Forrajero, - Plaguicida
<b>TILIACEAE</b>		
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turez	Jonote rojo	Medicinal, Doméstico, Combustible

#### IV.2.1.2.1.5 Listado florístico.

##### IV.2.1.2.1.5.1 Listado florístico de helechos.

A partir de la consulta del herbario del MEXU y el muestro realizado en las áreas de ampliación de los subtramos carreteros y el Sistema Ambiental, se obtuvo un listado florístico de 60 especies de helechos, distribuidas en 17 familias y 8 órdenes. Las familias mejor representadas corresponden a las Polypodiaceae con 12 especies, seguida de la familia Aspleniaceae con 10 especies.

La importancia de las familias responde a las condiciones húmedas y subhúmedas del bosque de pino – encino y del bosque mesófilo de montaña. De las especies identificadas, *Cyathea fulva* y *Psilotum complanatum* se enlistan en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV.37 Listado de especies de helechos del Sistema Ambiental Regional.**

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059	UICN	ESTATUS
<b>Cyatheaales</b>							
<b>Cyatheaceae</b>							
<i>Cyathea fulva</i>	Helecho arborescente	IBUNAM:MEXU:1053290	5	2001-05-04	Pr	ND	ND
<b>Dicksoniaceae</b>							
<i>Lophosoria quadripinnata</i> (J.F.Gmel.) C. Chr.	Helecho maquique	IBUNAM:MEXU:179325	175	1948-12	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:652158	10a	1992-02-25			
		IBUNAM:MEXU:149031	63	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:611445	63	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:181920	169	1948-01			
		IBUNAM:MEXU:1008908	637	1998-10-20			
<b>Plagiogyriaceae</b>							
<i>Plagiogyria pectinata</i> (Liebm.) Lellinger	Helecho	IBUNAM:MEXU:200321	61	1965-07-31	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:200319	65	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:1142384	2047	1999-04-12			
		IBUNAM:MEXU:1247758	4092	2000-05-15			
<b>Gleicheniales</b>							
<b>Gleicheniaceae</b>							

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059	UICN	ESTATUS
<i>Sticherus palmatus</i> (W. Schaffn. ex E. Fourn.) Copel.	Helecho	IBUNAM:MEXU:176737	877	1954-03	NL	NL	Nativa
<b>Hymenophyllales</b>							
<b>Hymenophyllaceae</b>							
<i>Hymenophyllum elegantulum</i> Bosch	Helecho	IBUNAM:MEXU:443571	59486	1983-10-29	NL	NL	ND
<i>Hymenophyllum tunbridgense</i> (L.) Sm.in Sowerby	Helecho membranoso	IBUNAM:MEXU:217848	71	1965-07-31	NL	NL	Nativa
<i>Trichomanes radicans</i> Sw.	Helecho	IBUNAM:MEXU:134972	2246	1961-01	NL	NL	Nativa
<b>Ophioglossales</b>							
<b>Ophioglossaceae</b>							
<i>Botrychium decompositum</i> M. Martens & Galeotti	Helecho	IBUNAM:MEXU:257432	5327	1949-10-15	NL	NL	Nativa
<i>Botrychium virginianum</i> (L.) Sw.	Helecho	IBUNAM:MEXU:257431	5333	1949-10-15	NL	NL	Nativa
<b>Polypodiales</b>							
<b>Adiantaceae</b>							
<i>Adiantum andicola</i> Liebm.	Cuamaquitzle	IBUNAM:MEXU:1434416	SN	2013-04-13	NL	NL	Nativa
<i>Adiantum poiretii</i> Wikstr.	Helecho culantrillo	IBUNAM:MEXU:1053268	4292	1994-09-27	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:1008867	679	1998-10-25			
<i>Adiantum tricholepis</i> Fée	Cilantrillo	IBUNAM:MEXU:405106	2130	1967-04-13	NL	NL	Nativa
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	Helecho estrella	Registro de campo					
<i>Cheilanthes pyramidalis</i> Fée	Helecho	IBUNAM:MEXU:1008789	5349	2000-11-10	NL	NL	ND
<i>Llavea cordifolia</i> Lag.	Helecho de llave	IBUNAM:MEXU:786376	474	1993-01-06	NL	NL	Nativa
<i>Mildella intramarginalis</i> var. <i>serratifolia</i> (Hooker & Baker) Hall & Lellinger	Helecho	IBUNAM:MEXU:1053381	4291	1994-09-27	NL	NL	Nativa
<i>Pityrogramma tartarea</i> (Cav.) Maxon	Helecho	IBUNAM:MEXU:811	15	1940-01-18	NL	NL	ND
<b>Aspleniaceae</b>							
<i>Asplenium cuspidatum</i> Lam.	Helecho	IBUNAM:MEXU:611447	68	1965-07-31	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:611799	68	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:1434400	SN	2013-04-13			
<i>Asplenium lacerum</i> Schldt. & Cham.	Helecho	IBUNAM:MEXU:149054	68	1965-07-31	NL	NL	Nativa
<i>Asplenium monanthes</i> L.	Helecho perejil de un soro	IBUNAM:MEXU:149028	73	1965-07-31	NL	NL	Nativa
<i>Asplenium sessilifolium</i> Desv.	Helecho	IBUNAM:MEXU:911634	SN	1998-05-18	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:1434402	SN	2013-04-13			
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Helecho macho	IBUNAM:MEXU:727996	388	1992-12-18	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:738535	10	1992-02-25			
<i>Elaphoglossum obscurum</i> (E. Fourn.) C. Chr.	Helecho lengua de venado	IBUNAM:MEXU:1247456	4094	2000-05-15	NL	NL	Endémica
		IBUNAM:MEXU:1434378	SN	2013-11-20			
<i>Elaphoglossum seminudum</i> Mickel	Helecho lengua de venado	IBUNAM:MEXU:1434382	SN	2013-07-08	NL	NL	Endémica
<i>Phanerophlebia nobilis</i> (Schldt. & Cham.) C. Presl	Helecho	IBUNAM:MEXU:843308	66	1965-07-31	NL	NL	Nativa
<i>Phanerophlebia nobilis</i> var. <i>nobilis</i>	Helecho	IBUNAM:MEXU:149050	66	1965-07-31	NL	NL	Nativa
<i>Polystichum acrostichoides</i>	Helecho	Registro de campo					
<i>Polystichum distans</i> E. Fourn.	Helecho	IBUNAM:MEXU:134965	17	1961-01	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:200323	64	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:200322	58	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:310524	58	1965-07-31			
<b>Blechnaceae</b>							
<i>Blechnum falciforme</i> (Liebm.) C. Chr.	Helecho	IBUNAM:MEXU:1378823	680	18/02/1980	NL	NL	Nativa
<i>Blechnum glandulosum</i> Kaulf. ex Link	Helecho	IBUNAM:MEXU:179333	865	1954-03-13	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:179338	925	1954-12			
<i>Blechnum schiedeianum</i> (Schldt. ex C. Presl) Hieron.	Helecho	IBUNAM:MEXU:181916	914	1954-11	NL	NL	Nativa
<i>Blechnum stoloniferum</i> (Mett. ex E. Fourn.) C. Chr.	Helecho	IBUNAM:MEXU:217835	69	1965-07-31	NL	NL	Nativa



NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059	UICN	ESTATUS
<i>Woodwardia martinezii</i> Maxon ex Weath.	Helecho	IBUNAM:MEXU:200318	62	1965-07-31	NL	NL	Endémica
		IBUNAM:MEXU:1434346	SN	2013-04-13			
<i>Woodwardia spinulosa</i> M. Martens & Galeotti	Helecho de la cadena mexicana	IBUNAM:MEXU:179324	233	1948-01	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:1349717	673	1980-02-18			
		IBUNAM:MEXU:732261	327	1992-08-22			
<b>Dennstaedtiaceae</b>							
<i>Dennstaedtia gracilis</i> A. Rojas	Helecho perejil	IBUNAM:MEXU:T1348008	5376	2000-05-15	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:981301	5429	2000-11-04			
<i>Pteridium aquilinum</i> (L.) Kuhn	Helecho águila	IBUNAM:MEXU:1053435	2	2001-05-04	NL	NL	Nativa
<i>Pteridium arachnoideum</i>	Helecho marranero	Registro de campo					
<b>Dryopteridaceae</b>							
<i>Dryopteris wallichiana</i> (Spreng.) Hyl.	Cabeza de chivo	IBUNAM:MEXU:405055	2129	1967-04-13	NL	NL	Nativa
<b>Dryopteridaceae</b>							
<i>Parapolystichum glabellum</i>		Registro de campo					
<i>Polystichum acrostichoides</i>		Registro de campo					
<b>Polypodiaceae</b>							
<i>Microsorium diversifolium</i>	Helecho canguro	Registro de campo					
<i>Microsorium postulatum</i>	Helecho	Registro de campo					
<i>Pecluma sursumcurrens</i> (Copel.) M.G. Price	Helecho	IBUNAM:MEXU:1434374	SN	2013-04-13	NL	NL	Endémica
<i>Phlebodium areolatum</i>	Calaguala de telaraña	Registro de campo					
<i>Phlebodium aureum</i> (L.) J. Sm.	Helecho palma	IBUNAM:MEXU:553116	682	1980-02-18	NL	NL	ND
<i>Polypodium arcanum</i> Maxon	Helecho	IBUNAM:MEXU:1239704	4244	2000-11-03	NL	NL	Endémica
<i>Polypodium fraternum</i> Schtdl. & Cham.	Helecho	IBUNAM:MEXU:1239744	4245	2000-11-03	NL	NL	Nativa
<i>Polypodium martensii</i> Mett.	Helecho	IBUNAM:MEXU:1247660	4088	2000-05-15	NL	NL	Endémica
<i>Polypodium plebeium</i> Schtdl. & Cham.	Helecho	IBUNAM:MEXU:1049090	4290	1994-09-27	NL	NL	ND
<i>Polypodium plesiosorum</i> Kunze	Helecho milpiés común	IBUNAM:MEXU:1287627	475	1993-01-07	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:1239772	4246	2000-11-03			
		IBUNAM:MEXU:1239743	4247	2000-11-03			
		IBUNAM:MEXU:1239670	4324	2002-03-02			
<i>Polypodium puberulum</i> Schtdl. & Cham.	Helecho	IBUNAM:MEXU:1434421	SN	2013-07-08	NL	NL	Nativa
<i>Polypodium sanctae-rosae</i> (Maxon) C. Chr.	Helecho	IBUNAM:MEXU:1008873	680	1998-10-25	NL	NL	ND
<i>Polypodium virginianum</i> .	Helecho milpiés	IBUNAM:MEXU:200316	74	1965-07-31	NL	NL	ND
<i>Polypodium rhodopleuron</i> Kunze	Helecho	IBUNAM:MEXU:200320	60	1965-07-31	NL	NL	Endémica
		IBUNAM:MEXU:311320	67	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:206371	67	1965-07-31			
		IBUNAM:MEXU:1239629	4243	2000-11-03			
		IBUNAM:MEXU:1247657	4086	2000-05-15			
		IBUNAM:MEXU:1434403	SN	2013-09-28			
<b>Pteridaceae</b>							
<i>Gaga marginata</i> (Kunth) Fay W. Li & Windham	Helecho	IBUNAM:MEXU:1434386	SN	2013-11-20	NL	NL	ND
<i>Myriopteris aurea</i>	Helecho dorado	Registro de campo					
<i>Pallaea</i> sp.	Helecho	Registro de campo					
<b>Schizaeales</b>							
<b>Schizaeaceae</b>							
<i>Anemia adiantifolia</i> (L.) Sw.	Helecho rizado	IBUNAM:MEXU:176734	910	1954-11	NL	NL	Nativa
		IBUNAM:MEXU:176754	SN	1954-12			
<b>Osmundales</b>							
<b>Osmundaceae</b>							
<i>Osmunda regalis</i> L.	Helecho real	IBUNAM:MEXU:160881	755	1973-10-20	NL	LC	Nativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059	UICN	ESTATUS
		IBUNAM:MEXU:553115	677	1980-02-18			
		IBUNAM:MEXU:1058975	11	2001-03-04			
<i>Psilotum complanatum</i>	Helecho esparrago	UAEH colección			A		Nativa
<b>Lycopodiales</b>							
<b>Lycopodiaceae</b>							
<i>Diphasiastrum digitatum</i>		Registro de campo					

NOM-059-SEMARNAT-2010; Pr= Sujeta a protección especial, LC= Preocupación menor, NL= No listada, ND= No determinada.

Fuente: Inventario modificado a partir de datos del Herbario Nacional de México (MEXU), IBUNAM y recorridos de campo.

Departamento de Botánica, Instituto de Biología (IBUNAM), Herbario Nacional de México (MEXU), Plantas Vasculares. En Portal de Datos Abiertos UNAM (en línea), México, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://datosabiertos.unam.mx/>  
 Fecha de actualización: 02/04/2015, 11:12:36 a.m. Fecha de consulta: 20/06/2020, 6:47:45 p.m.

#### IV.2.1.2.1.5.2 Listado florístico de plantas.

A partir de la consulta del herbario del MEXU y el muestro realizado en las áreas de ampliación de los subtramos carreteros y el Sistema Ambiental, se obtuvo un listado florístico de 517 especies, distribuidas en 96 familias y 42 órdenes. Las familias mejor representadas corresponden a Fagaceae con 33 especies, Asteraceae con 74 y Fabaceae 24 especies.

Este orden de importancia de las familias responde a las condiciones húmedas y subhúmedas del bosque de pino – encino y del bosque mesófilo de montaña. De las especies identificadas, se enlistan 11 especies en la NOM-SEMARNAT-2010, las cuales se presentan en el bosque mesófilo de montaña, en el bosque de pino-encino y matorral crasicaule

Tabla IV.38 Listado de especies de plantas del Sistema Ambiental Regional.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
Alismatales									
Araceae									
<i>Arisaema sp.</i>	Lirios cobra		MEXU	IBUNAM:MEXU:146943	46213	1946-03-21	ND	ND	ND
Apiales									
Araliaceae									
<i>Oreopanax capitatus</i> (Jacq.) Decne. & Planch.	Cabellera de caballo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1005049	162	1992-08-09	NL	LC	Nativa
<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth) Decne. & Planch.	Macuilillo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111981	2524	1995-10-15	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:665441	335	1992-08-22			
Umbelliferae									

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Eryngium carlinae</i> F.Delaroche	Cabrezona	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:130731	262	1961-08-13	NL	NL	Nativa
<i>Hydrocotyle mexicana</i> Schtdl. & Cham.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:229797	231	1976-05-19	ND	ND	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:840783	3405	1985-10-25			
Aquifoliales									
Aquifoliaceae									
<i>Ilex discolor</i> Hemsl.	Naranjillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112222	2823	1996-03-20	NL	LC	Nativa
<i>Ilex sp.</i>	Acebos	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:54386	5281	1949-10-14	ND	ND	ND
Asparagales									
Agavaceae									
<i>Beschorneria yuccoides</i> subsp. <i>dekosteriana</i> (K.Koch) García-Mend.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:462551	1415	1984-04-21	NL	NL	ND
<i>Manfreda guttata</i> (Jacobi & C.D. Bouché) Rose		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1458318	SN	2011-09-15	NL	NL	Endémica
<i>Yucca sp.</i>		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:66486	3263	1944-03-27	ND	ND	ND
Amaryllidaceae									
<i>Bomarea acutifolia</i> (Link & Otto) Herb.	Aretillo	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:806398	1853	1984-08-30	NL	NL	Nativa
<i>Bomarea edulis</i> (Tussac) Herb.	Zarcilla	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:652039	235	1992-07-20	NL	NL	Nativa
Iridaceae									
<i>Orthrosanthus chimboracensis</i> (Kunth) Baker	Esterilla	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1470115	SN	1969-05-15	NL	NL	ND
<i>Orthrosanthus exsertus</i> (R.C.Foster) Ravenna		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:813408	1851	1984-08-30	NL	NL	Nativa
<i>Tigridia pavonia</i> (L.f.) DC.	Flor de tigre	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1458308	SN	2011-09-15	NL	NL	Endémica
Orchidaceae									
** <i>Calanthe calanthoides</i> (A.Rich. & Galeotti) Hamer & Garay		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1434359	SN	2013-07-08	NL	NL	Nativa
<i>Goodyera brachyceras</i> (A. Rich. & Galeotti) Garay & G.A. Romero		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1434365	SN	2013-10-28	NL	NL	Endémica
<i>Goodyera striata</i> Rchb.f.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1238617	59463	1983-10-29	NL	NL	Nativa
<i>Laelia speciosa</i>	Flor de mayo	Arbustiva	Observada en campo				Pr		Endémica
<i>Malaxis excavata</i> (Lindl.) Kuntze		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1434388	SN	2013-07-08	NL	NL	Endémica
<i>Prescottia stachyodes</i> (Sw.) Lindl.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1317080	1368	1989-10-09	NL	NL	Nativa
Asterales									
Asteraceae									
	Compuesta	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:756936	2795	1996-03-19	ND	ND	ND
<i>Acmella repens</i> (Walter) Rich. ex Pers.	Tripa de pollo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756942	2999	1996-05-27	NL	NL	Nativa
<i>Ageratina espinosarum</i> var. <i>espinosarum</i>		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1158172	59496	1983-10-29	NL	NL	Endémica
<i>Ageratina hidalgensis</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652054	199	1992-07-13	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:904845	Z10	1998-10-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1233050	2410	1995-09-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:756893	2410	1995-09-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001413	659	1998-10-25			
<i>Ageratina ligustrina</i> (DC.) R.M.King & H.Rob.	Chichitlaco	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1233095	2322	1995-08-17	NL	NL	Nativa
		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:865901	FGM4928	1972-10-21			
		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1004083	5338	2000-11-10			
		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756924	2322	1995-08-17			
		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:643714	323	1992-08-22			
<i>Ageratina petiolaris</i> (Moc. & Sessé ex DC.) R.M.King & H.Rob.	Amargocilla	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:665438	275	1992-02-11	NL	NL	Endémica
<i>Ageratina vernalis</i> (Vatke & Kurtz) R.M.King & H.Rob.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:732258	378	1992-11-20	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:756913	2693	1993-11-15			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Ageratum corymbosum</i> fo. <i>Corymbosum</i>	Cielitos	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756896	2389	1995-09-24	NL	NL	Nativa
<i>Archibaccharis asperifolia</i> (Benth.) S.F.Blake	Hierba de carbonero	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:756922	2735	1995-11-16	NL	NL	Nativa
<i>Archibaccharis schiedeana</i> (Benth.) J.D.Jacks.	Hierba de carbonero	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:756907	2438	1995-10-14	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:756899	2424	1995-10-14			
<i>Baccharis heterophylla</i> Kunth	Escoba chica	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:416408	2084	1967-04-12	NL	NL	Nativa
<i>Barkleyanthus salicifolius</i> (Kunth) H.Rob. & Brettell	Azomiate	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911664	SN	1998-05-18	NL	NL	Nativa
<i>Bartlettina platyphylla</i> (B.L.Rob.) R.M.King & H.Rob.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:908414	7087	1982-03-04	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:814953	7073	1982-03-04			
<i>Brickellia glandulosa</i> (La Llave) McVaugh		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1210189	1813	1995-03-17	NL	NL	Nativa
<i>Bidens triplinervia</i> Kunth	Flor de cuitlacoche	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:224232	215	1976-05-18	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:366955	6914	1981-12-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001270	5348	2000-11-10			
<i>Bidens triplinervia</i> var. <i>mollis</i> (Poepp.) Sherff		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756889	2472	1995-10-15	NL	NL	ND
<i>Centropogon grandidentatus</i> (Schltdl.) Zahlbr.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111987	2525	1995-10-15	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111879	2377	1995-09-24			
<i>Cirsium</i> sp.	Cardos	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1020157	SN	199-04-06	NL	NL	ND
<i>Clibadium surinamense</i> L.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643723	309	1992-08-15	ND	ND	ND
<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	Arrocillo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:301035	214	1976-05-18	NL	NL	Nativa
<i>Erechtites hieraciifolius</i> var. <i>acaloioides</i> (Fisch. ex Spreng.) Griseb.	Lechuga de monte	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008870	667	1998-10-25	NL	NL	ND
<i>Erechtites valerianifolia</i> (Link ex Wolf) Less. ex DC.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756943	2502	1995-10-15	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643657	321	1992-08-15			
<i>Erigeron karvinskianus</i> DC.	Marimonia	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652115	59	1992-04-13	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:229126	208	1976-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:756881	1849	1995-03-18			
<i>Eupatorium (Bartlettina) tuerckheimii</i> Klatt		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1145611	540	1993-01-19	ND	ND	ND
<i>Eupatorium calaminthaefolium</i> Kunth		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:314867	5390	1980-11-08	ND	ND	ND
<i>Eupatorium cardiophyllum</i> B.L.Rob.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1010065	550	1993-01-19	NL	NL	ND
<i>Eupatorium pycnocephalum</i> Less.	Cruz dulce chica	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:728029	377	1992-11-20	NL	NL	Nativa
<i>Eupatorium</i> sp.	Bonesets	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1010065	550	1993-01-19	NL	NL	ND
<i>Eupatorium tuerckheimii</i> var. <i>tuerckheimii</i>		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:815042	7083	1982-03-04	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:861546	7083	1982-03-04			
<i>Fleischmannia pycnocephala</i> (Less.) R.M.King & H.Rob.	Cruz dulce chica	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652038	233	1992-07-20	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:761835	306	1953-04-14			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377734	7081	1982-03-04			
<i>Gnaphalium attenuatum</i> DC.	Díctamo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1236328	2441	1995-10-15	NL	NL	Nativa
<i>Gnaphalium</i> cf. <i>ehrenbergianum</i> Sch. Bip. ex Klatt		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:728024	390	1992-12-18	NL	NL	ND
<i>Gnaphalium chartaceum</i> Greenm.	Gordolobo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1004086	5343	2000-11-10	NL	NL	Endémica
<i>Gnaphalium liebmannii</i> Sch.Bip.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652044	240	1992-07-20	NL	NL	Nativa
<i>Gnaphalium semiamplexicaule</i> DC.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:732703	383	1992-11-20	NL	NL	Nativa
<i>Jaegeria hirta</i> (Lag.) Less.	Botón Amarillo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008872	671	1998-10-05	NL	NL	Nativa
<i>Kyrsteniopsis spinaciifolia</i> (DC.) B.L.Turner		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1156396	59499	1983-10-29	NL	NL	Endémica
<i>Lactuca graminifolia</i> var. <i>mexicana</i> McVaugh		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:339829	5707	1981-03-28	NL	NL	ND
<i>Lagascea helianthifolia</i> var. <i>helianthifolia</i>	Capitaneja	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652135	509	1993-01-12	NL	NL	ND

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Leiboldia serrata</i> (D.Don) Gleason		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:192996	101	1975-11-14	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1159424	12301	2003-03-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:878238	534	1993-01-18			
<i>Lobelia caeciliae</i> E.Wimm.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:377646	7090	1982-03-04	NL	NL	Endémica
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	Aretillos		MEXU	IBUNAM:MEXU:377739	7080	1982-03-04	NL	NL	Nativa
<i>Lobelia sartorii</i> Vatke		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1159121	12303	2003-03-21	NL	NL	Nativa
<i>Mikania cordifolia</i> (L.f.) Willd.	Asumiate	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:756886	2730	1995-11-16	NL	NL	Nativa
<i>Mikania pyramidata</i> Donn.Sm.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:377747	7074	1982-03-04	NL	NL	Nativa
<i>Mikania micrantha</i> Kunth	Bejuco de criatura	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1316981	1369	1989-10-09	NL	NL	Nativa
<i>Packeria sanguisorbae</i> (DC.) C.Jeffrey	Jarilla niépola	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756885	2898	1996-04-27	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365438	SN	1996-04-27			
<i>Podachaenium eminens</i> (Lag.) Sch.Bip. ex Sch.Bip.	Hoja de manteca	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:412861	7075	1982-03-04	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643722	308	1992-08-15			
<i>Pseudognaphalium bourgovii</i> (A.Gray) Anderb.	Lobito	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1444607	SN	2015-11-15	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1444608	SN	2015-11-15			
<i>Pseudognaphalium chartaceum</i> (Greenm.) Anderb.	Gordolobo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:756918	2798	1996-03-19	NL	NL	Endémica
<i>Roldana aschenborniana</i> (Schauer) H.Rob. & Brettell		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:756937	1850	1995-03-18	NL	LC	Nativa
<i>Roldana grimesii</i> (B.L.Turner) C.Jeffrey		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:377742	7078	1982-03-04	NL	NL	Endémica
<i>Soliva pterosperma</i> (Juss.) Less.	Soliva	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366932	6924	1981-12-21	NL	NL	Exótica, invasora
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377738	7066	1982-03-04			
<i>Schistocarpha bicolor</i> Less.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1444609	SN	2014-11-16	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:876863	7073	1982-03-04			
<i>Senecio inaequidens</i> DC.	Manzanilla de llano	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1444609	SN	2014-11-16	NL	NL	Exótica
<i>Stevia hirsuta</i> DC.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1004107	5337	2000-11-10	NL	NL	ND
<i>Stevia jorullensis</i> Kunth	Hierba del becerro	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001212	5336	2000-11-10	NL	NL	Nativa
<i>Stevia ovata</i> var. <i>Ovata</i>	Roundleaf Candyleaf	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:904844	M5	1998-10-20	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001267	5362	2000-11-10			
<i>Stevia purpurea</i> Pers.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:314885	5387	1980-11-08	NL	NL	ND
<i>Stevia serrata</i> var. <i>serrata</i>		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1240892	5344a	2000-11-10	NL	NL	ND
<i>Symphytichum schaffneri</i> (S.D.Sundb. & A.G.Jones) G.L.Nesom		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008922	636	1998-10-25	NL	NL	Endémica
<i>Roldana aschenborniana</i> (S.Schauer) H.Rob. & Brettell		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652049	508	1993-01-12	NL	NL	Nativa
<i>Taraxacum officinale</i> Koidz.	Diente de león	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:354797	SN	1976-05-19	NL	NL	ND
<i>Telanthophora grandifolia</i> var. <i>grandifolia</i>	Tabaquillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:359513	391	1983-01-23	NL	LC	ND
<i>Triodanis perfoliata</i> (L.) Nieuwl.	Clasping Venus's looking glass	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:329694	211	1976-05-18	NL	NL	Nativa
<i>Tridax moorei</i> B.L.Rob.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:371464	783	1983-12-05	NL	NL	Endémica
<i>Verbesina hidalgoana</i> B.L.Turner		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:435257	390a	1983-01-23	NL	NL	Endémica
<i>Verbesina fastigiata</i> B.L.Rob. & Greenm.	Árnica de la costa	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643598	366	1992-10-29	NL	NL	Endémica
<i>Verbesina microptera</i> DC.	Mexican Winged Crown-Beard	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:363859	6392	1981-08-14	NL	NL	Nativa
<i>Verbesina persicifolia</i> DC.	Hierba del toro	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:815378	4303	1985-10-25	NL	NL	Nativa
<i>Verbesina robinsonii</i> (Klatt) Fernald ex B.L.Rob. & Greenm.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:999862	59500	1983-10-29	NL	NL	Endémica

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Vernonanthura liatroides</i> (A.DC.) H.Rob.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:54392	5329	1949-10-15	NL	NL	Endémica
<i>Vernonanthura patens</i> (Humb., Bonpl. & Kunth) H.Rob.	Flor cuaresma	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:756934	2042	1995-04-24	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365719	2042	1995-04-24			
<i>Viguiera dentata</i> (Cav.) Spreng.	Chamiso	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:454068	59495	1983-10-29	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:441492	59495	1983-10-29	NL	NL	ND
Campanulaceae									
<i>Centropogon grandidentatus</i> (Schltdl.) Zahlbr.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:911716	SN	1998-05-18	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659470	87	1992-06-13			
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	Aretitos	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652153	5	1992-02-24	NL	NL	Nativa
Boraginales									
Boraginaceae									
<i>Lobelia laxiflora</i> Kunth	Nomeolvides	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:643652	312	1992-08-15	NL	NL	Exótica, invasora
Hydrophyllaceae									
<i>Nama sericeum</i> Willd. ex Roem. & Schult.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:456827	785	1983-12-05	ND	ND	ND
<i>Phacelia platycarpa</i> (Cav.) Spreng.	Tlatomaxihuitl	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:266017	212	1976-05-18	NL	NL	Nativa
Brassicales									
Brassicaceae									
<i>Nasturtium officinale</i> R.Br.	Berro	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:343591	5712	1981-03-28	NL	NL	Exótica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:339832	5704	1981-03-08			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:270473	223	1976-05-19			
<i>Raphanus raphanistrum</i> L.	Rabanillo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:255379	210	1976-05-01	NL	NL	Exótica
Caryophyllales									
Caryophyllaceae									
<i>Cerastium nutans</i> Raf.	Chickweed	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:273163	213	1977-05-18	NL	NL	Nativa
<i>Corrigiola andina</i> Planch. & Triana		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366931	6920	1981-12-21	NL	NL	Nativa
<i>Stellaria media</i> (L.) Vill.	Hierba gallinera	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:405138	2086	1967-04-12	NL	NL	Exótica
<i>Stellaria nemorum</i> L.	Wood Stitchwort	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1391033	SN	1891-04-21	NL	NL	Exótica
<i>Stellaria ovata</i> Willd. ex Schltdl.	Hierba del aire	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111980	2720	1995-11-15	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111880	2451	1995-10-15			
<i>Stellaria prostrata</i> Elliott		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111985	2996	1996-05-27	NL	NL	ND
Phytolaccaceae									
<i>Phytolacca rivinoides</i> Kunth & C.D.Bouché	Jaboncillo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:377735	7084	1982-03-04	NL	NL	Nativa
<i>Phytolacca rugosa</i> A.Braun & C.D.Bouché	Higuerilla	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:728028	379	1992-09-20	NL	NL	Nativa
Polygonaceae									
<i>Polygonum hydropiperoides</i> Michx.	Camarón	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:651989	149	1992-07-09	NL	NL	ND
<i>Rumex acetosella</i> L.	Lengua de pájaro	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:223474	217	1976-05-18	NL	NL	Exótica
Celastrales									
Celastraceae									
<i>Crossopetalum parviflorum</i> (Hemsl.) Lundell	Pinta uña	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911663	SN	1999-10-22	NL	NL	Nativa
<i>Euonymus corymbosus</i> Sprague & Bullock		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:136435	46220	1946-03-21	NL	NL	Endémica
<i>Microtropis schiedeana</i> Loes.	Paltosán	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1143459	2038	1995-04-24	NL	NL	ND
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308268	2402	1995-09-24			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:876784	59456	1983-10-29			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111992	2903	1996-04-27			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111847	2202	1995-07-01			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111887	2402	1995-09-24			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1111878	2106	1995-05-24			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112240	2698	1995-11-15			
Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112191	2459	1995-10-15					

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112159	2402	1995-09-24			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112028	2698	1995-11-15			
<i>Myginda sp.</i>		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:66287	3249	1944-03-26	ND	ND	ND
<i>Microtropis stipitata</i> Lundell		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652124	203	1992-07-13	NL	NL	Endémica
	MEXU		IBUNAM:MEXU:924488	P7	1998-10-20				
<i>Microtropis sp.</i>			MEXU	IBUNAM:MEXU:18776	5296	1949-10-14	ND	ND	ND
<i>Perrottetia ovata</i> Hemsl.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911632	SN	1998-05-18	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911696	SN	1999-10-22			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659480	102	1992-06-13			
<i>Rhacoma eucymosa</i> (Loes. & Pittier) Standl.	Pinta uña	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:409026	6408	1981-08-05	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:362116	6408	1981-08-05			
Commelinales									
Commelinaceae									
<i>Gibasis pellucida</i> (M.Martens & Galeotti) D.R.Hunt	Tahitian bridalveil	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:377758	7089	1982-03-04	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377753	7089	1982-03-04			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377749	7089	1982-03-04			
<i>Gibasis pulchella</i> (Kunth) Raf.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:99300	5316	1949-10-14	NL	NL	Nativa
<i>Gibasis schiedeana</i> (Kunth) D.R.Hunt		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:659469	86	1992-06-13	NL	NL	Endémica
<i>Tradescantia cf. Ilamasii</i> Matuda		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:683525	98	1992-06-13	NL	NL	Endémica
<i>Tripogandra disgrega</i> (Kunth) Woodson		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:643602	363	1992-10-09	NL	NL	Endémica
Cornales									
Cornaceae									
<i>Cornus disciflora</i> Moc. & Sessé ex DC.	Xochil-corona	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652063	482	1993-01-07	NL	Vu	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:95304	326	1964-02-02			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:865902	FGM4925	1972-10-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:250760	4571	1969-05-15			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1466870	SN	1969-05-15			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:66606	3273	1944-03-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:728026	386	1992-12-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1202222	SN	1999-10-22			
<i>Cornus excelsa</i> Kunth	Aceitunillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652043	239	1992-07-20	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911712	SN	1998-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:651992	152	1992-07-09			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1466861	SN	1969-05-15			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:266018	221	1976-05-19			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1387250	4	2005-05-19			
<i>Cornus sp.</i>			MEXU	IBUNAM:MEXU:250721	4573	1969-05-15	ND	ND	ND
Crossosomatales									
Staphyleaceae									
<i>Turpinia insignis</i> (Kunth) Tul.	Palo verde	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1317112	1356	1989-10-08	NL	NL	Nativa
<i>Turpinia occidentalis</i> (Sw.) G.Don	Palo verde	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911714	SN	1998-05-18	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659458	266	1992-07-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1233056	2102	1995-05-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:865898	FGM4922	1972-10-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:318562	4579	1969-05-15			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1236275	2397	1995-09-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365723	2325	1995-08-18			
<i>Staphylea occidentalis</i> Sw.	Palo verde	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:54401	5309	1949-10-14	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:422499	59476	1983-10-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377748	7071	1982-03-04			
Cucurbitales									
Begoniaceae									
<i>Begonia sp.</i>		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112156	2479	1995-10-15	ND	ND	ND
<i>Begonia incarnata</i> Link & Otto	Ala de ángel	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:377744	7092	1982-03-04	NL	NL	Endémica
Cucubitaceae									
<i>Turpinia insignis</i> (Kunth) Tul.	Chilacayote	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:506851	32	1985-11-23	NL	NL	Nativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
Dilleniales									
Dilleniaceae									
<i>Saurauia leucocarpa</i> Schtdl.		Árbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643653	313	1992-08-15	NL	VU	Nativa
<i>Saurauia scabrida</i> Hemsl.	Moquillo	Árbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:659464	270	1992-07-27	NL	NL	Nativa
Dipsacales									
Caprifoliaceae									
<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	Madreselva	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112156	2479	1995-10-15	NL	NL	ND
<i>Lonicera sp.</i>	Madreselva	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1202910	320	1953-04-14	NL	NL	ND
<i>Viburnum caudatum</i> Greenm.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308264	2786	1996-03-19	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111828	2214	1995-07-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1112306	2786	1996-03-19			
<i>Viburnum ciliatum</i> Greenm.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911717	SN	1998-05-18	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1325933	2786	1996-03-19			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111913	2089	1995-05-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111990	2902	1996-04-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111821	2416	1995-10-14			
<i>Viburnum microcarpum</i> Schtdl. & Cham.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1133051	3002	1996-05-27			
<i>Viburnum rafinesquianum</i> Schult.	Downy arrowwood	Árbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:865904	FGM4927	1972-10-21	NL	NL	Nativa
<i>Viburnum rafinesquianum</i> Schult.		Árbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652181	81	1992-06-13	NL	NL	Nativa
<i>Viburnum tiliifolium</i> (Oerst.) Hemsl.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308243	2083	1995-05-24	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308240	2083	1995-05-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111937	2083	1995-05-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1112322	2897	1996-04-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1112314	2217	1995-07-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1112138	2217	1995-07-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1112187	2463	1995-10-15			
Valerianaceae									
<i>Valeriana candolleana</i> Gardner		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366956	6918	1981-12-21	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377740	7076	1982-03-04			
Ericales									
Clethraceae									
<i>Clethra alcoceri</i> Greenm.	Paulla	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652045	196	1992-07-13	NL	VU	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911683	SN	1999-10-22			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:904857	Z5	1998-10-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308231	2222	1995-07-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1122357	2320	1995-08-17			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111984	2221	1995-07-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111977	2105	1995-05-24			
<i>Clethra macrophylla</i> M.Martens & Galeotti	Marangola	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1112277	2222	1995-07-01			
<i>Clethra macrophylla</i> M.Martens & Galeotti	Marangola	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652041	237	1992-07-20	NL	LC	Endémica
<i>Clethra mexicana</i> DC.	Mamojuaxtle	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1128433	1854	1995-03-18	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1111908	2508	1995-10-15			
<i>Clethra schlechtendalii</i> Briq.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:659475	94	1992-06-13	NL	NL	Endémica
<i>Clethra sp.</i>		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:362208	6413	1981-08-15	ND	ND	ND
<i>Cleyera theoides</i> (Sw.) Choisy		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911684	SN	1999-10-22	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:364434	5867	1981-04-26			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:865887	FGM4921	1999-10-22			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:366958	6915	1981-12-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1233131	2409	1995-09-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:865888	FGM4921	1972-10-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643599	478	1993-01-07			
<i>Ternstroemia huasteca</i> B.M. Barthol.			MEXU	IBUNAM:MEXU:843713	20	1959-08			
<i>Ternstroemia huasteca</i> B.M. Barthol.			MEXU	IBUNAM:MEXU:95331	SN	SN	NL	NL	Endémica
Ericaceae									
<i>Arbutus xalapensis</i> Kunth	Madroño	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1388215	1	2005-05-19	NL	NL	Nativa



NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Arbutus glandulosa</i> M.Martens & Galeotti	Madroño	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:387583	2147	1967-04-14	NL	NL	Nativa
<i>Bejaria aestuans</i> Mutis ex L.	Cruz de mayo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652056	201	1992-07-13	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:31128	SN	1941-04			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:665437	274	11/02/1992			
<i>Bejaria glauca</i> Humb. & Bonpl.	Cruz de mayo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652143	41	1992-03-06	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652157	9	1992-11-25			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:735905	29	1995-05-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:735907	27	1995-05-20			
<i>Bejaria mexicana</i> Benth.	Cruz de mayo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:369102	7067	1982-03-04	NL	LC	Nativa
MEXU	IBUNAM:MEXU:364446	5866	1981-04-26						
<i>Chimaphila maculata</i> (L.) Pursh	Quimafila manchada	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:405073	2098	1967-04-12	NL	NL	Nativa
<i>Chimaphila umbellata</i> (L.) Nutt.	Quimafila	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:416411	2099	1967-04-12	NL	NL	Nativa
<i>Gaultheria hirtiflora</i> Benth.	Arrayán	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652156	8	1992-02-25	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:405153	2134	1967-04-13	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659473	92	1992-06-13	NL	LC	Nativa
<i>Gaultheria parvifolia</i> Small	Arrayán	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652116	60	1992-04-13	NL	LC	Nativa
<i>Gaultheria</i> sp.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:792582	310	1953-04-14	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:792599	310	1953-02-14			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:792598	313	1953-04-14			
<i>Gentlea penduliflora</i> (A.DC.) Pipoly & Ricketson		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643595	477	1993-01-07	NL	NL	Endémica
<i>Lyonia squamulosa</i> M. Martens & Galeotti		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652160	12	1992-11-25	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652152	62	1992-04-13			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659474	93	1992-07-13			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:364436	5862	1981-04-26			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:728022	194	1992-07-13			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:377750	7070	1982-03-04			
<i>Vaccinium confertum</i> Kunth	Granjero	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:95305	311	1964-02-01	NL	NL	Nativa
<i>Vaccinium haematinum</i> Standl. & Steyerl.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:683430	90	1992-06-13	NL	NL	ND
<i>Vaccinium leucanthum</i> Schtdl.	Cahuiche	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652117	61	1992-04-13	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:404286	2104	1967-04-12			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:250770	4572	1969-05-15			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:690720	105	1992-06-14			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1319971	1389	1989-10-09			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1387259	8	2005-05-19			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:665449	193	1992-07-13			
Myrsinaceae									
<i>Ardisia paschalis</i> Donn.Sm.	Chocolatillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643654	314	1992-08-15	NL	NL	ND
<i>Heberdenia penduliflora</i> Mez		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:927882	5517	1988-06-29	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:891463	59480	1983-10-29			
Polemoniaceae									
<i>Loeselia mexicana</i> (Lam.) Brand	Espinosa	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1145610	528	1993-01-18	NL	NL	Nativa
Pyrolaceae									
<i>Monotropa uniflora</i> L.	Pipa de indio	Saprófita	MEXU	IBUNAM:MEXU:362206	6409	1981-08-15	NL	NL	Nativa
Styracaceae									
<i>Styrax glabrescens</i> Benth.	Azahar del monte	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:24189	SN	1941-04	NL	NL	Nativa
		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:176570	SN	1940-05	NL	NL	Nativa
<i>Styrax pilosus</i> Standl.	Cucharillo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1365729	2808	1996-03-19	NL	NL	Nativa
Symplocaceae									
<i>Symplocos limoncillo</i> Humb. & Bonpl.	Limoncillo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:842987	321	1963-02-02	NL	NL	Nativa
<i>Symplocos pycnantha</i> Hemsl.	Palo de agua	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:905124	K3	1998-10-20	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1069354	1380	2003-01-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1069354	108	1992-07-05			
Theaceae									
	Flor de tila	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1365441	2454	1995-10-15	NL	LC	Endémica

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Cleyera integrifolia</i> (Benth.) Choisy			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365713	2326	1995-08-18			
<i>Cleyera theoides</i> (Sw.) Choisy		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1069463	1381	2003-01-24	NL	NL	Nativa
<i>Cleyera theoides</i> (Sw.) Choisy		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:905125	K2	1998-10-20	NL	NL	Endémica
<i>Ternstroemia aff. huasteca</i> B.M. Barthol.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652061	480	1993-01-07	NL	NL	Endémica
<i>Ternstroemia huasteca</i> B.M. Barthol.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:95331	SN	ND	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659468	88	1992-06-13			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:364448	5863	1981-04-26			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365724	2220	1995-07-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:665443	195	1992-07-13			
<i>Ternstroemia sylvatica</i> Schtdl. & Cham.	Capulincillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652061	480	1993-01-07	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1316990	1384	1989-10-10	NL	NL	Endémica
Fabales									
Leguminosae									
<i>Acacia mammifera</i> Schtdl.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:179138	No. 824	1964-05-03	NL	NL	ND
<i>Amicia zygomeris</i> DC.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:892831	M7	1998-10-20	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1010920	634	1998-10-25			
<i>Bauhinia divaricata</i> L.	Calzoncillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1325674	16018 bis	2001-06-26	NL	LC	Nativa
<i>Canavalia villosa</i> Benth.	Gallinitas	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:FS3828	511	1993-01-12	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:663384	511	1993-01-12			
<i>Cercis canadensis</i> var. <i>mexicana</i> (Britton & Rose) M.Hopkins	Mexican Redbud	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:890625	473	1993-01-06	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:648881	473	1993-01-06			
<i>Clitoria mexicana</i> Link		Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001416	640a	1998-10-25	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:667416	319	1992-08-15			
<i>Crotalaria sagittalis</i> L.	Arrowhead rattlebox	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:648882	381	1992-11-20	NL	NL	Nativa
<i>Crotalaria rotundifolia</i> var. <i>vulgaris</i>		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008865	674	1998.10.25	NL	NL	Nativa
<i>Dalea cf. dorycnioides</i> DC.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:443584	59501	1983-10-29	NL	NL	Endémica
<i>Desmodium orbiculare</i> Schtdl.	Hierba de la víbora	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:648965	153	1992-07-09	NL	NL	Nativa
<i>Eysenhardtia polystachya</i> (Ortega) Sarg.	Palo azul	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:604930	4130	1993-10-31	NL	LC	Nativa
<i>Lupinus bilineatus</i> Benth.	Corazón tranquilo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:646282	310	1992-08-15	NL	NL	Nativa
<i>Lupinus</i> sp.	Lipinos	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:343587	5709	1981-03-28	ND	ND	ND
<i>Phaseolus laxiflorus</i> Piper		Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:1261453	2417	1995-10-14	NL	LC	ND
<i>Senna floribunda</i> (Cav.) H. S. Irwin & Barneby	Retama	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:648966	JLLGA060	1992-07-09	NL	NL	ND
<i>Trifolium repens</i> L.	Trébol blanco	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:814954	6927	1981-12-21	NL	NL	Exótica
Polygalaceae									
<i>Monnina schlechtendaliana</i> D.Dietr.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1145604	554	1993-01-21	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:735863	23	1995-05-20			
<i>Monnina xalapensis</i> var. <i>xalapensis</i>	Hierba de la mula	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:806399	1852	1984-08-30	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1313212	1854	1995-03-18			
Fagales									
Betulaceae									
<i>Ostrya virginiana</i> (Mill.) K. Koch, 1873	Palo de hierro	Arbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1313212	1854	1995-03-18	Pr		No endémica
<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Aile	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:865903	FGM4926	1972-10-21	NL	LC	Nativa
<i>Alnus acuminata</i> subsp. <i>arguta</i> (Schtdl.) Furlow		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:95302	318	1964-02-01	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:808683	3407	1985-10-25			
<i>Alnus arguta</i> (Schtdl.) Spach	Aile	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911635	SN	1998-05-18	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:905001	M19	1998-10-20			
<i>Alnus jorullensis</i> subsp. <i>lutea</i> Furlow		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001497	630	1998-10-25	DD	DD	DD
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1133446	1845	1995-03-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1112250	2477	1995-10-15			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Alnus glabrata</i> Fernald		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:95298	318	1964-02-01	NL	NL	ND
Fagaceae									
<i>Fagus grandifolia</i> subsp. mexicana (Martínez) A.E. Murray,		Árbol	Observada en campo				P		Endémica
<i>Quercus affinis</i> Scheidw.	Encino rojo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:77078	238	1939-11	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:95138	974	1962-09-02			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:686388	264	1992-07-26			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:662795	SN	1991-08-23			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:13139931	3404	1985-10-25			
<i>Quercus candicans</i> Née	Hediondilla	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008788	5364	2000-11-10	NL	NL	ND
<i>Quercus castanea</i> Née	Encino rojo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652066	487	1993-01-08	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:76812	9332B	1951-07-11			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1010040	524	1993-01-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1283387	68	1996-11-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1152626	537	1993-01-18			
<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652058	205	1992-07-13	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652149	65	ND			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:31467	2106	1967-04-11			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:128338	70	1996-11-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:64491	9334B	1951-11-07			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643646	307	1992-08-15			
<i>Quercus deserticola</i> Trel.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:925032	SN	1996-03-31	NL	LC	Endémica
<i>Quercus diversifolia</i> Née		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:358833	1079	1964-05-03	NL	EN	Endémica
<i>Quercus eduardi</i> Trel.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:257186	811	1964-05-03	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:314455	5391	1980-11-08			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1357056	73	1996-11-27			
<i>Quercus excelsa</i> Liebm.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:924496	6p	1998-10-20	DD	DD	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1387253	10	2005-05-19			
<i>Quercus furfuracea</i> Liebm.	Encino colorado	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1251850	69349	1988-08-21	NL	NL	Endémica
<i>Quercus germana</i> Schtdl. & Cham.	Encino roble	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911546	SN	1998-05-18	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:183526	2504	1974-07-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001083	193	1998-08-01			
<i>Quercus glabrescens</i> Benth.	Encino	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:362204	6415	1981-08-15	NL	LC	Endémica
<i>Quercus glaucoides</i> M.Martens & Galeotti	Encino prieto	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308865	59489	1983-10-29	NL	LC	Endémica
<i>Quercus grahami</i> Benth	Encino roble	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:659509	328	1992-08-22	NL	DD	Endémica
<i>Quercus laeta</i> Liebm.	Roble blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1148496	59493	1983-10-29	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:614322	580	1939-11			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:745214	165	1992-07-09			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1348565	74	1996-11-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308938	59488	1983-10-29			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1467947	SN	2013-04-16			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1214946	71	1996-11-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1214824	12	1996-11-27			
MEXU	IBUNAM:MEXU:1214829	69	1996-11-27						
<i>Quercus cf. laurina</i> Bonpl.	Encino rojo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:643606	334	1992-08-22	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:751894	262	ND			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643715	332	1992-08-22			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:751553	331	1992-08-22			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:751558	261	1992-07-26			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:751835	333	1992-08-22			
<i>Quercus laurina</i> Bonpl.	Encino rojo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652130	37	1992-03-06	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:904835	7	1988-10-20			
<i>Quercus mexicana</i> Bonpl.	Encino amarillo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:366990	6931	1981-12-21	NL	LC	Endémica
<i>Quercus obtusata</i> Bonpl.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008790	5342	2000-11-10	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:268790	812	1964-05-03			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:314886	5389	1980-11-08			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Quercus obtusa</i> (Wild) Sarg.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1283388	72	1996-11-27	NL	LC	Endémica
<i>Quercus perseifolia</i> Liebm.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308885	59472	1983-10-29	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1320614	59481	1983-10-29			
<i>Quercus sartorii</i> Liebm.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:904847	M21	1988-10-20			
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1010012	523	1993-01-18	NL	NT	Endémica
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:10405	3277	1944-05-27			
<i>Quercus spicata</i> Humb. & Bonpl.	Encino blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:60251	9333	1951-07-11	NL	LC	Endémica
<i>Quercus</i> sp.	Encino	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652196	63	1992-04-14	ND	ND	ND
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:387586	2143	1967-04-14	ND	ND	ND
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:387588	2145	1967-04-14	ND	ND	ND
		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652197	64	ND	ND	ND	ND
<i>Quercus repanda</i> Bonpl.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1214939	63	1996-11-27	NL	LC	Endémica
<i>Quercus tridens</i> Humb. & Bonpl.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308886	59490	1983-10-29	ND	ND	ND
<i>Quercus toxicodendrifolia</i> Trel.	Encino	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1251857	69372	1988-08-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1251849	69359	1988-08-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1251848	69354	1988-08-21	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:362205	6410	1981-08-15			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1313725	4040	1987-05-05			
<i>Quercus xalapensis</i> Bonpl.	Encino	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:651998	163	1992-07-09	NL	LC	Endémica
Cactaceae									
<i>Aporocactus flagelliformis</i> (L.) Lem., 1860	Cacto junco	Arbusto		Observada en campo			P		Endémica
<i>Echinocactus platyacanthus</i> Link et Otto	Biznaga de acitrón	Arbusto		Observada en campo			Pr		Endémica
<i>Ferocactus histrix</i> G.E. Linds.	Biznaga de acitrón	Arbusto		Observada en campo			Pr		Endémica
Juglandaceae									
<i>Carya ovata</i> var. <i>mexicana</i> (Engelm. ex Hemsl.) W.E.Manning	Nogal cimarrón	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:136764	46207	1946-03-21	NL	NL	ND
<i>Juglans mollis</i> Engelm.	Nogal encarcelado	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:651996	159	1992-07-09	NL	NL	Endémica
Myricaceae									
<i>Morella cerifera</i> (L.) Small	Árbol de la cera	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001291	5356	2000-11-10	NL	LC	ND
<i>Myrica cerifera</i> L.	Árbol de la cera	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1020344	6800	1999-04-06	NL	LC	ND
<i>Myrica</i> sp.	Suomyrtit	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:9853	1	ND	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:9855	1				
Garryales									
Garryaceae									
<i>Garrya laurifolia</i> Benth.	Cuachichic	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652040	236	1992-07-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1007117	236	1992-07-20	NL	NL	Nativa
Gentianales									
Asclepiadaceae									
<i>Asclepias</i> sp.	Venenillos	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1211601	16011	2001-06-26	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1211603	16017	2001-06-26	ND	ND	ND
Gentianaceae									
<i>Borreria remota</i> (Lam.) Bacigalupo & E.L. Cabrera		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:672541	324	1992-08-22	NL	NL	Nativa
<i>Centaurium calycosum</i> Fernald		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652150	66	ND	NL	NL	ND
<i>Centaurium strictum</i> Druce	Cachalchua	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:343593	5708	1981-03-28	NL	NL	Endémica
Loganiaceae									
<i>Buddleja aff. lanceolata</i> Heyne ex Wall.	Sayolisco	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911667	SN	1998-05-18	NL	LC	Endémica
<i>Buddleja cordata</i> Kunth	Tepozán blanco	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:651995	157	1992-07-09	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308211	2415	1995-10-14	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001255	5363	2000-11-10	NL	LC	Nativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Buddleja parviflora</i> Kunth	Tepozán	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:53588	5796	1891-04-20	NL	LC	Endémica
<i>Gelsemium sempervirens</i> (L.) J.St.-Hil.	Bejuco colorado	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:368942	7068	1982-03-04	NL	NL	Nativa
Rubiaceae									
<i>Arachnothryx capitellata</i> (Hemsl.) Borhidi		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1202216	SN	1999-10-22	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:359512	391	1983-01-23	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001418	638	1998-10-25	NL	NL	Endémica
<i>Bouvardia laevis</i> M.Martens & Galeotti		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:335262	227	1976-05-19	NL	NL	Nativa
<i>Bouvardia ternifolia</i> (Cav.) Schtdl.	Trompetilla	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:904912	22	1998-10-21	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:424014	59502	1983-10-29			
<i>Crusea calocephala</i> DC.	Azulejo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:905029	6	1998-10-20	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:672487	311	1992-08-15			
<i>Crusea hispida</i> (Mill.) Rob.	Albacar	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001415	654	1998-10-22	NL	NL	Nativa
<i>Deppea pubescens</i> Hemsl.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:652142	40	1992-03-06	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:905187	17	1998-10-21	NL	NL	Nativa
<i>Deppea purpusii</i> Standl.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:355654	12508	1960-07-10	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1320081	1385	1989-10-10	NL	NL	Nativa
<i>Galium orizabense</i> Hemsl.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:43448	5394	1949-10-20	NL	NL	Nativa
<i>Hoffmannia conzattii</i> B.L.Rob.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:377754	7088	1982-03-04	NL	NL	Endémica
<i>Nertera granadensis</i> (Mutis ex L.f.) Druce	Coralito	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:366933	6916	1981-12-21	NL	NL	Nativa
<i>Palicourea galeottiana</i> Martens		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:659477	96	1992-06-13	NL	LC	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659457	267	1992-07-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643651	362	1992-10-29			
<i>Relbunium hypocarpium</i> Hemsl.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:44248	192	1992-07-13	NL	NL	Nativa
<i>Rondeletia capitellata</i> Hemsl., 1879		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1320080	1381	1989-10-09	NL	NL	Endémica
Spigeliaceae									
<i>Spigelia longiflora</i> Sessé & Moc.	Hierba del burro	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652030	146	1992-07-09	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:66503	3280	1944-03-27			
Magnoliales									
Magnoliaceae									
<i>Magnolia schiedeana</i> Schtdl. 1864	Magnolia	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:66503			A		No endémica
Lamiales									
Labiatae									
<i>Moussonia deppeana</i> (Schtdl. & Cham.) Klotzsch ex Hanst.	Tlalchichinol	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001237	643	1998-10-25	NL	NL	Nativa
Labiatae									
<i>Clinopodium procumbens</i> (Greenm.) Harley		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:454010	4051	1987-05-05	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652114	58	1992-04-13	NL	NL	Endémica
<i>Hyptis mutabilis</i> (Rich.) Briq.	Hierba del golpe	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:905028	M9	1998-10-20	NL	NL	ND
<i>Lepechinia schiedeana</i> (Schtdl.) Vatke	Hierba del cáncer	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1004010	5339	2000-11-10	NL	NL	Nativa
<i>Prunella vulgaris</i> L.	Bretónica	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:235051	211	1976-05-18	NL	LC	ND
<i>Salvia elegans</i> Vahl	Hierba del burro	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1386527	1821	1995-03-17	NL	NL	Endémica
<i>Salvia flaccidifolia</i> Fernald		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:684625	1212	1985-09-22	NL	NL	Endémica
<i>Salvia involucrata</i> Cav.	Rosa mexicana	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:315016	6376	1981-08-14	NL	NL	Nativa
<i>Salvia lavanduloides</i> Kunth	Alucema	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001496	5357	2000-11-10	NL	NL	Endémica
<i>Salvia melissodora</i> Lag.	Mirto uva	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:683294	1211	1985-09-22	NL	NL	Endémica
<i>Salvia microphylla</i> Kunth	Mirto chico	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:265926	242	1976-05-19	NL	NL	Nativa
Salvia polystachya Cav.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1388044	2403	1995-09-24	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1388046	2736	1995-11-16	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1388048	2046	1995-04-24	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1388047	2482	1995-10-15	ND	ND	ND
Salvia sp.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:454067	59508	1983-10-29	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1175433	16018	2001-06-26	ND	ND	ND

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Salvia tiliifolia</i> Vahl	Salvia hoja de tilo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1236225	2497	1995-10-15	NL	NL	Nativa
Oleaceae									
<i>Ligustrum lucidum</i> W.T.Aiton	Trueno chino	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:651997	161	1992-07-09	NL	NL	ND
Scrophulariaceae									
<i>Digitalis purpurea</i> L.	Dedalera	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:405154	2095	1967-04-12	NL	NL	Exótica, invasora
			MEXU	IBUNAM:MEXU:405165	2096	1967-04-12			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911545	SN	1998-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659481	103	1992-06-14			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:925665	1703	1989-05-07			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365701	2077	1995-05-25			
<i>Leucophyllum ambiguum</i> Bonpl.	Hierba del cenizo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:603632	4131	1993-10-31	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:876562	59507	1983-10-29			
<i>Leucocarpus perfoliatus</i> (Kunth) Benth.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1316984	1377	1989-10-09	NL	NL	Nativa
<i>Mimulus glabratus</i> Kunth	Hierba del cáncer de agua	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366950	6926	1981-12-21	NL	LC	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:339830	5705	1981-03-28			
<i>Penstemon campanulatus</i> (Cav.) Willd.	Aretillo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1004008	5346	2000-11-10	NL	NL	Nativa
<i>Seymeria decurva</i> Benth.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001214	5353	2000-11-10	NL	NL	Endémica
<i>Veronica didyma</i> Ten.	Grey Field-speedwell	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366986	6923	1981-12-21	NL	NL	Endémica
Orobanchaceae									
<i>Plantago hirtella</i> Kunth		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1434363	SN	2012-12-07	ND	ND	ND
Plantaginaceae									
<i>Plantago hirtella</i> Kunth	Plataxíhuatl	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:225490	241	1976-05-19	NL	NL	ND
Verbenaceae									
<i>Citharexylum ligustrinum</i> Van Houtte	Tripa de gallina	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643597	471	1993-01-05	NL	NL	Endémica
<i>Lippia umbellata</i> Cav.	Hierba dulce	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1145577	536	1993-01-18	NL	NL	Nativa
<i>Verbena elegans</i> Kunth	Moradilla	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:250155	269	1971-01-16	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:96430	317	1964-02-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:244854	207	1976-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:116072	317	1964-02-01			
<i>Verbena longifolia</i> M.Martens & Galeotti	San Juan xihuitl	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:343590	5713	1981-03-28	NL	NL	Endémica
Laurales									
Lauraceae									
<i>Litsea glaucescens</i> Kunth	Laurel	Arbusto	Datos de campo				P		No Endémica
<i>Litsea neesiana</i> (Schauer) Hensl.	Laurel	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:343473	5654	1981-03-25	NL	NL	ND
<i>Nectandra neesiana</i>		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:366730	6928	1981-12-21	ND	ND	ND
<i>Nectandra salicifolia</i> (Kunth) Nees	Capulincillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1434395	SN	2013-07-08	NL	NL	Nativa
<i>Ocotea helicterifolia</i> (Meisn.) Hensl.	Laurel	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001438	629	1998-10-25	NL	NL	Nativa
<i>Ocotea klotzschiana</i> (Nees) Hensl.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1388052	2028	1995-04-24	NL	NL	Endémica
<i>Phoebe helicterifolia</i> Mez		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:905188	K15	1998-10-21	NL	NL	ND
<i>Phoebe siltepecana</i> Lundell		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:727997	385	1992-12-18	NL	NL	Endémica
Liliales									
Liliaceae									
<i>Allium glandulosum</i> Link & Otto	Cebolleta	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:640079	59425	1983-10-28	NL	NL	Endémica
<i>Calochortus</i> sp.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:32265	289	1948-12	ND	ND	ND
<i>Echeandia mexicana</i> Cruden		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001238	648	1998-10-25	NL	NL	Endémica
<i>Echeandia paniculata</i> Rose		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1458307	SN	2011-09-15	NL	NL	Endémica
<i>Nothoscordum bivalve</i> (L.) Britton	Cebolleta	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:228133	1850	ND	NL	NL	Nativa
<i>Smilacina paniculata</i> M.Martens & Galeotti		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:659462	329	1992-08-22	NL	NL	Nativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Smilax cf. mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Diente de perro	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:659692	368	1992-10-29	NL	NL	Nativa
<i>Smilax bona-nox</i> L.	Zarzaparrilla	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:890473	510	1993-01-12	NL	NL	Nativa
<i>Smilax jalapensis</i> Schtdl.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001236	653	1998-10-25	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911715	SN	1998-05-18			
<i>Smilax mollis</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Diente de perro	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:1007111	532	1993-01-18	NL	NL	Nativa
<i>Smilax moranensis</i> M.Martens & Galeotti	Itamo real	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911660	SN	1998-05-18	NL	NL	Nativa
<i>Smilacina paniculata</i> M.Martens & Galeotti		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308266	2980	1996-05-27	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308242	2030	1995-04-24			
<i>Smilax spinosa</i> Mill.	Cocolineca	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:659472	91	1992-06-13	NL	NL	Nativa
<i>Smilax tomentosa</i> Kunth	Bejuco espuleón	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308265	2437	1995-10-14	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308239	2899	1996-04-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308267	2734	1995-11-16			
Magnoliales									
Annonaceae									
<i>Annona cherimola</i> Mill.	Chirimoya	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652103	167	1992-07-09	NL	LC	Exótica, invasora
Malpighiales									
Euphorbiaceae									
<i>Euphorbia orizabae</i> Boiss.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:732704	382	1992-11-20	NL	NL	Nativa
<i>Neopringlea integrifolia</i> (Hemsl.) S. Watson	Mala mujer	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:659478	97	1992-06-13	NL	LC	Endémica
Flacourtiaceae									
<i>Neopringlea integrifolia</i> (Hemsl.) S. Watson	Palo estaca	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:603255	4137	1993-10-31	NL	NL	Endémica
<i>Xylosma chiapensis</i> Lundell		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:905189	K8	1998-10-21	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1008866	675	1998-10-25			
Passifloraceae									
<i>Passiflora sicyoides</i> Schtdl. & Cham.		Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:362077	6414	1981-08-15	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:672486	318	1992-08-15			
<i>Passiflora subpeltata</i> Ortega	Granadita	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:652000	166	1992-07-09	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:665407	326	1992-08-22			
Violaceae									
<i>Viola grahamii</i> var. <i>hookeriana</i>		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:313483	5653	1981-03-25	ND	ND	ND
<i>Viola hookeriana</i> Kunth	Violeta	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:388367	2133	1967-04-13	NL	NL	Endémica
Malvales									
Cistaceae									
<i>Halimium coulteri</i> Grosser	Juanita	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652151	67	ND	NL	NL	Nativa
Malvaceae									
<i>Abutilon megapotamicum</i> (A.Spreng.) A.St.-Hil. & Naudin		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:366954	6913	1981-12-21	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:366953	6913	1981-12-21			
<i>Modiola caroliniana</i> (L.) G.Don	Sanatodo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:20314	158	1888-05	NL	NL	ND
<i>Sida rhombifolia</i> L.	Talamate	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1010919	635	1998-10-25	NL	NL	Nativa
Sterculiaceae									
<i>Ayenia rotundifolia</i> Hemsl.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:603737	4135	1993-10-31	ND	ND	Endémica
Tiliaceae									
<i>Heliocarpus appendiculatus</i> Turcz.	Jonote	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1233160	1946	1995-03-20	NL	LC	Nativa
<i>Heliocarpus americanus</i> L.	Jonote	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1011497	538	1993-01-19	NL	LC	Endémica
<i>Heliocarpus donnellsmithii</i> Rose	Jonote blanco	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:925035	SN	1996-03-31	NL	NL	Nativa
Myrtales									
Melastomataceae									
<i>Leandra cornoides</i> (Schtdl. & Cham.) Cogn.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1008868	660	1998-10-25	NL	NL	Nativa
<i>Leandra melanodesma</i> (Naudin) Cogn.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:719835	315	1953-04-14	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643719	453	1992-12-31			
<i>Miconia anisotricha</i> (Schtdl.) Triana		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308209	2792	1996-03-19	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308199	1842	1995-03-18			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1365440	2088	1995-05-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1434349	SN	2014-05-29			
<i>Miconia glaberrima</i> (Schtdl.) Naudin		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1317082	1391	1989-10-09	NL	LC	Nativa
<i>Miconia oligotricha</i> (DC.) Naudin		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652182	82	1992-06-13	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652111	55	1992-04-13			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652159	11	1992-11-25			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308210	2394	1995-09-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308236	2439	1995-10-14			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1308222	2809	1996-03-19			
<i>Tibouchina galeottiana</i> (Triana) Cogn.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652185	85	1992-06-13	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:229732	196	1978-07-21			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:659482	106	1992-06-14			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1005099	106	1992-04-14			
<i>Tibouchina longifolia</i> (Vahl) Baill.	Chilquila	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1145320	546	1993-01-19	NL	LC	Nativa
Myrtaceae									
<i>Eugenia acapulcensis</i> Steud.	Capulín	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1319972	1361	1989-10-08	NL	LC	Nativa
<i>Eugenia</i> sp.	Eugenia	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:54633	5295	1949-10-14	ND	ND	ND
<i>Eugenia xalapensis</i> (Kunth) DC.	Capulín	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1308258	2376	1995-09-24	NL	NL	Nativa
Lythraceae									
<i>Cuphea aequipetala</i> Cav.	Hierba del cáncer	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001215	5359	2000-11-10	NL	NL	Nativa
<i>Cuphea calaminthifolia</i> Schtdl.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:670529	59435	1983-10-28	NL	NL	Endémica
<i>Cuphea jorullensis</i> Kunth	Manga de niño	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:224837	306	1948-12	NL	NL	Endémica
<i>Lythrum gracile</i> Benth.	Atlanchane	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:343589	5711	1981-03-28	NL	NL	Nativa
<i>Lythrum</i> sp.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:66497	3268	1944-03-27	NL	NL	Nativa
Onagraceae									
<i>Epilobium ciliatum</i> Raf.	Fringed willowherb	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366989	6925	1981-12-21	NL	LC	Nativa
<i>Fuchsia arborescens</i> Sims	Flor de mayo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:643655	315	1992-08-15	NL	NL	Endémica
<i>Fuchsia microphylla</i> subsp. <i>hidalgensis</i> (Munz) Breedlove		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:22496	150	1988-05	NL	NL	ND
<i>Lopezia cornuta</i> S. Watson		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:231678	286	1948-12	NL	NL	Endémica
<i>Lopezia hirsuta</i> Jacq.	Oregonillo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:728025	387	1992-12-18	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:728011	375	1992-11-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643605	367	1992-10-29			
<i>Lopezia racemosa</i> Cav.	Alfilerillo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:381245	HHP 608	1965-10-13	NL	NL	Nativa
<i>Oenothera pubescens</i> Willd. ex Spreng.	Linda tarde	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:332533	209	1976-05-18	NL	NL	Nativa
Oxalidales									
Oxalidaceae									
<i>Oxalis alpina</i> (Rose) Rose ex R. Knuth	Acedera de montaña	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:876785	59459	1983-10-29	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:891472	59441	1983-10-28			
<i>Oxalis corniculata</i> L.	Acedera	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:377736	7065	1982-03-04	NL	NL	Nativa
Pinales									
Cupressaceae									
<i>Cupressus benthamii</i> Endl.	Teotlate	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1313335	4591	1969-05-16	NL	NT	ND
<i>Juniperus flaccida</i> Schtdl.	Enebro triste	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:780021	168	1992-07-09	NL	LC	Nativa
Pinaceae									
<i>Pinus cf. oocarpa</i> Schiede	Pino ocelote	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1404747	Ramos No. 3	2014-11-07	NL	LC	Nativa
<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schtdl. & Cham.	Ocote colorado	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1440619	DSG 1328	2015-05-23	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1440622	DSG 1330	2015-05-23			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:FS9320	SN	2015-05-23			



NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
			MEXU	IBUNAM:MEXU:FS9321	SN	2015-05-23			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1384587	SN	2010-02-10			
<i>Pinus oocarpa</i> Schiede	Pino ocelote	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1404757	Ramos No. 2	2014-11-07	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1404748	Ramos No. 4	2014-11-07	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1404754	11	2014-11-07	NL	LC	Nativa
<i>Pinus teocote</i> Schied. ex Schtldl. & Cham.	Pino azteca	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1404745	Ramos No. 1	2014-11-07	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001193	5360	2000-11-10			
Piperales									
Piperaceae									
<i>Piper aduncum</i> L.	Aperta-ruão	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:377756	7082	1982-03-04	NL	LC	Nativa
<i>Piper auritum</i> Kunth	Hierba santa	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643656	320	1992-08-15	NL	LC	Nativa
<i>Peperomia donaguiana</i> C. DC.	Quelite de venado	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652184	84	1992-06-13	NL	NL	Endémica
<i>Peperomia</i> sp.	Verdola-guilla	Epífita	MEXU	IBUNAM:MEXU:54626	5299	1949-10-14	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:54396	5340	1949-10-15	ND	ND	ND
<i>Piper sanctum</i> (Miq.) Schtldl. ex C.DC.	Acoyo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:377752	7077	1982-03-04	NL	LC	Nativa
Poales									
Bromeliaceae									
<i>Pitcairnia ringens</i> Klotzsch	Bromelia	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:7528	SN	1905-04-24	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911661	SN	1998-05-18			
<i>Tillandsia gymnotrya</i> Baker	Maguey de cruz	Epífita	MEXU	IBUNAM:MEXU:652161	13	1992-02-25	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001420	686	1998-10-25			
<i>Tillandsia imperialis</i>	Tecolote	Epífita	Observada en campo				A		No Endémica
<i>Tillandsia recurvata</i> (L.) L.	Gallinitas	Epífita	MEXU	IBUNAM:MEXU:683437	169	1992-07-09	NL	NL	Nativa
<i>Tillandsia usneoides</i> (L.) L.	Heno	Epífita	MEXU	IBUNAM:MEXU:652096	489	1993-01-08	NL	LC	Nativa
Cyperaceae									
<i>Carex</i> sp.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:717291	206	1992-07-13	NL	NL	ND
<i>Carex</i> cf. <i>polystachya</i> Sw. ex <i>Wahlenb.</i>		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001417	639	1998-10-25	NL	NL	Nativa
<i>Cyperus hermaphroditus</i> (Jacq.) Standl.	Pionia	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652042	238	1992-07-20			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:643603	364	1992-10-29	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1001414	657	1998-10-25			
<i>Rhynchospora</i> sp.	Beaksedges	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911633	SN	1998-05-18	ND	ND	ND
<i>Scirpus cyperinus</i> (L.) Kunth	Woolgrass	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:99176	5373	1949-10-18	NL	LC	Nativa
<i>Uncinia hamata</i> (Sw.) Urb.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:99134	5403	1949-10-20	NL	NL	Nativa
Gramineae									
<i>Anthoxanthum odoratum</i> L.	Zacate primavera		MEXU	IBUNAM:MEXU:257741	SN	1976-05-19	NL	NL	Exótica, invasora
<i>Axonopus fissifolius</i> (Raddi) Kuhl.	Pasto chato común	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:275855	38	1980-06-22	NL	NL	Nativa
<i>Dichanthelium commutatum</i> (Schult.) Gould	Panizo blanco		MEXU	IBUNAM:MEXU:1068912	2917	1995-09-24	NL	NL	Nativa
<i>Dichanthelium laxiflorum</i> (Lam.) Gould	Open-flower witchgrass	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652194	69	ND	NL	NL	Nativa
<i>Muhlenbergia geminiflora</i> (Kunth) P. M. Peterson	Pasto	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:275845	37	1980-06-22	NL	NL	Nativa
<i>Oplismenus hirtellus</i> subsp. <i>setarius</i> (Lam.) Mez	Cadillo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1102377	2383	1995-09-24	NL	NL	ND
<i>Panicum divergens</i> Kunth	Panizo blanco	pasto	MEXU	IBUNAM:MEXU:786404	SN	1992-08-22	NL	NL	Nativa
<i>Panicum olivaceum</i> Hitchc. & Chase	Old-field panicgrass	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1301132	SN	1984-08-30	NL	LC	ND
<i>Paspalum squamulatum</i> E.Fourn.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1093958	2493	1995-10-15	NL	LC	Nativa
Juncaceae									
<i>Juncus tenuis</i> Willd.	Slender Path Rush	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:652060	208	1992-07-13	NL	NL	Nativa

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
<i>Juncus effusus</i> L.	Cola de caballo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366988	6930	1981-12-21	NL	LC	Nativa
<i>Juncus effusus</i> subsp. <i>Effusus</i>	Cola de caballo		MEXU	IBUNAM:MEXU:381187	662	1965-11	NL	LC	Nativa
Proteales									
Platanaceae									
<i>Berberis lanceolata</i> Benth.	Álamo blanco	Árbol	MEXU	v	SN	1996-03-31	NL	NL	Nativa
Ranunculales									
Berberidaceae									
<i>Berberis incerta</i> (Fedde) Marroq.	Chicapul	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:341968	5652	1981-03-25	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:96433	315	1964-02-01	NL	NL	Endémica
<i>Berberis lanceolata</i> Benth.	Palo amarillo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1369930	2300	1969-05-15	NL	NL	Endémica
Papaveraceae									
<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Cardo santo	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:234227	232	1976-05-19	NL	NL	Endémica
Ranunculales									
<i>Clematis grossa</i> Benth.	Barba de chivo	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:878259	535	1993-01-18	NL	NL	Nativa
<i>Ranunculus dichotomus</i> Moc. & Sessé ex DC.	Té de sequía	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:339831	5706	1981-03-28	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:330082	225	1976-05-19			
Rosales									
Rosaceae									
<i>Alchemilla aphanoides</i> Mutis ex L.f.		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001254	5358	2000-11-10	NL	NL	ND
<i>Alchemilla velutina</i> S.Watson		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366951	6921	1998-12-21	NL	NL	Nativa
<i>Duchesnea indica</i> (Jacks.) Focke		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:234228	220	1976-05-19	NL	NL	ND
<i>Prunus aff. samydoides</i> Schtdl.	Catecsh-quíui	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:339834	5703	1981-03-28	NL	NL	Endémica
<i>Prunus capuli</i> Cav. ex Spreng.	Capulín	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:250762	4577	1969-05-15	NL	NL	ND
<i>Prunus samydoides</i> Schtdl.	Catecsh-quíui	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:66489	3258	1944-03-26	NL	NL	Endémica
<i>Prunus tetradenia</i> Koehne		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1007109	539	1993-01-19	NL	NL	Endémica
<i>Rubus palmeri</i> Rydb.	Mora	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652112	56	1992-04-13	NL	NL	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:652183	83	1992-06-13			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911665	SN	1998-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:890573	56	1992-04-13			
<i>Prunus rhamnoides</i> Koehne	Coralillo	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911709	SN	1998-05-18	NL	NL	Nativa
Rhamnaceae									
<i>Rhamnus capreaefolia</i> var. <i>capreaefolia</i>		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:659471	89	1992-06-13	ND	ND	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1387257	3	2005-05-19			
<i>Rhamnus cf. capreifolia</i> Schtdl.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:683442	265	1992-07-27	NL	NL	ND
<i>Rhamnus longistyla</i> C.B. Wolf		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:369036	7069	1982-03-04	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:364447	5865	1981-04-26			
<i>Rhamnus mucronata</i> Schtdl.	Palo moreno	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911713	SN	1998-05-18	NL	NL	ND
<i>Rhamnus pompana</i> M.C. Johnst. & L.A. Johnst.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:269828	236	1976-05-19	NL	NL	ND
<i>Rhamnus pompana</i> M.C. Johnst. & L.A. Johnst.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:797299	235	1976-05-19	NL	NL	ND
Ulmaceae									
<i>Lozanella enantiophylla</i> (Donn.Sm.) Killip & C.V.Morton		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:377733	7079	1982-03-04	NL	NL	Nativa
Urticaceae									
<i>Phenax urticaefolius</i> Wedd.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1316992	1382	1989-10-09	NL	NL	ND
<i>Urera caracasana</i> (Jacq.) Gaudich. ex Griseb.	Ortiga de caballo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:659902	306	1992-08-15	NL	LC	ND
Sabiiales									
Sabiaceae									
<i>Phoradendron aff. annulatum</i> Oliv.	Cedrillo	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:747856	158	ND	NL	NL	Nativa
Santalales									

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
Loranthaceae									
<i>Phoradendron aff. annulatum</i> Oliv.			MEXU	IBUNAM:MEXU:905126	M22	1998-10-20	NL	NL	Nativa
<i>Phoradendron conzattii</i> Trel.		Parásita	MEXU	IBUNAM:MEXU:652065	486	1993-01-08	NL	NL	ND
<i>Phoradendron schumannii</i> Trel.	Injerto	Parásita	MEXU	IBUNAM:MEXU:1001266	5354	2000-11-10	NL	NL	Endémica
Sapindales									
Anacardiaceae									
<i>Rhus aromatica</i> var. <i>schmidlioides</i> (Schltdl.) Engl.	Agrito	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1290922	481	1993-01-07	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:96431	319	1964-02-01			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:250761	4568	1969-05-15			
Burseraceae									
<i>Bursera fagaroides</i> (Kunth) Engl.	cuajote azul	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:603306	4140	1993-10-31	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:454073	59506	1983-10-29			
Simaroubaceae									
<i>Picramnia xalapensis</i> Planch.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1320082	1373	1989-10-09	NL	NL	Endémica
Sapindeceae									
<i>Acer negundo</i> L.	Negundo		MEXU	IBUNAM:MEXU:659476	95	1992-06-13	NL	LC	Nativa
<i>Serjania sordida</i> Radlk.		Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:659460	273	1992-07-27	NL	NL	Nativa
Rutaceae									
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray) Benth.	Barreta	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:649819	4132	1993-10-31	NL	LC	Nativa
<i>Zanthoxylum clava-herculis</i> L.	Ceibilla	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:683532	100	1992-06-13	NL	LC	Nativa
<i>Zanthoxylum mollissimum</i> (Engl.) P.Wilson		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:1243253	476	1993-01-07	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:732702	389	1992-12-18	NL	LC	Nativa
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Prickly-ash	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:1466860	SN	1968-09-23	ND	ND	ND
Saxifragales									
Altingiaceae									
<i>Liquidambar macrophylla</i> Oerst.	Liquidámbar	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:911547	SN	1998-05-18	NL	LC	Nativa
Crassulaceae									
<i>Echeveria secunda</i> Booth ex Lindl.	Conchita		MEXU	IBUNAM:MEXU:684724	820	1964-05-03	NL	NL	Endémica
<i>Villadia elongata</i> (Rose) R.T. Clausen		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:54072	10064	1962-11-30	NL	NL	ND
			MEXU	IBUNAM:MEXU:54394	5335	1949-10-15			
Solanales									
Convolvulaceae									
<i>Cuscuta jalapensis</i> Schltdl.	Fideo	Parásita	MEXU	IBUNAM:MEXU:651968	413	1992-07-20	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1432371	SN	1999-08-12			
<i>Cuscuta mitriformis</i> Engelm.		Epífita	MEXU	IBUNAM:MEXU:727995	391	1992-12-18	NL	NL	Nativa
<i>Cuscuta rugosiceps</i> Yunck.		Parásita	MEXU	IBUNAM:MEXU:99175	5365	1949-10-18	NL	NL	Nativa
<i>Ipomoea orizabensis</i> (G. Pelletan) Ledeb. ex Steud.	Escamonea		MEXU	IBUNAM:MEXU:86105	5322	1905-05-02	NL	NL	Nativa
<i>Ipomoea purga</i> (Wender.) Hayne	Hoja de jalapa	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:363163	6375	1981-08-14	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1008869	666	1998-10-25			
<i>Ipomoea variabilis</i> (Schltdl. & Cham.) Choisy			MEXU	IBUNAM:MEXU:905161	k19	1998-10-21	NL	NL	Nativa
Solanaceae									
<i>Cestrum elegans</i> (Brongn. ex Neumann) Schltdl.	Aretillo	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1437044	SN	1996-03-19	NL	LC	Endémica
<i>Cestrum fasciculatum</i> (Schltdl.) Miers	Hierba del perro	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:652046	472	1993-01-05	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911719	SN	1998-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1313651	2901	1996-04-27			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1434392	SN	2012-12-07			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1313652	1844	1995-03-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1437051	SN	1995-04-24			
<i>Cestrum oblongifolium</i> Schltdl.	Popima-shcui	Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652067	488	1993-01-08	NL	LC	Endémica
			MEXU	IBUNAM:MEXU:911666	SN	1998-05-18			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1437085	SN	1998-10-31			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1437045	SN	1995-03-17			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1437047	SN	1996-04-27			

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FORMA BIOLÓGICA	COLECCIÓN	IDENTIFICADOR	NÚMERO DE COLECTA	FECHA DE COLECTA	NOM-059-2010	UICN	ESTATUS
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1437046	SN	1996-03-19			
<i>Cyphomandra betacea</i> Cav.	Tomate de la paz	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1233173	2205	1995-07-01	DD	DD	DD
<i>Physalis greenmanii</i> Waterf.		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:911718	SN	1998-05-18	NL	EN	Endémica
<i>Solanum acerifolium</i> Dunal		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:659479	101	1992-06-13	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1233051	2385	1995-09-24			
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1316932	1371	1989-10-09			
<i>Solanum aphyodendron</i> S. Knapp		ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:377757	7086	1982-03-04	NL	LC	Nativa
<i>Solanum appendiculatum</i> Dunal	Tomate silvestre	Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:1236288	2485	1995-10-15	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1316989	1363	1989-10-09			
<i>Solanum aligerum</i> Schlttdl.		Árbol	MEXU	IBUNAM:MEXU:652113	57	1992-04-13	NL	LC	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:355597	234	1976-05-19			
<i>Solanum americanum</i> Mill.	Hierba mora	Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:366952	6922	1981-12-21	NL	NL	Nativa
<i>Solanum chrysotrichum</i> Schlttdl.		Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:643658	322	1992-08-15	NL	LC	Nativa
<i>Solanum diflorum</i> Vell.	Coral	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:1434364	SN	2012-12-07	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1317011	1360	1989-10-08			
<i>Solanum morelliforme</i> Bitter & Münch		Herbácea	MEXU	IBUNAM:MEXU:1233129	2465	1995-10-15	NL	LC	Nativa
<i>Solanum pseudocapsicum</i> L.	Coral	Arbusto	MEXU	IBUNAM:MEXU:659467	99	1992-06-13	NL	NL	Nativa
			MEXU	IBUNAM:MEXU:1008871	672	1998-10-25			
Vitales									
Vitaceae									
<i>Cissus sicyoides</i> L.		Enredadera	MEXU	IBUNAM:MEXU:659485	269	1992-07-27	ND	ND	ND
<i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planch.	Parra virgen	ND	MEXU	IBUNAM:MEXU:66511	3282	1944-03-27	NL	NL	Nativa

#### IV.2.1.2.1.6 Áreas de muestreo.

##### Predio

En las siguientes figuras se indican las diferentes áreas de muestreo realizado para obtener los índices de diversidad. En ellos se indican los polígonos y sus coordenadas.

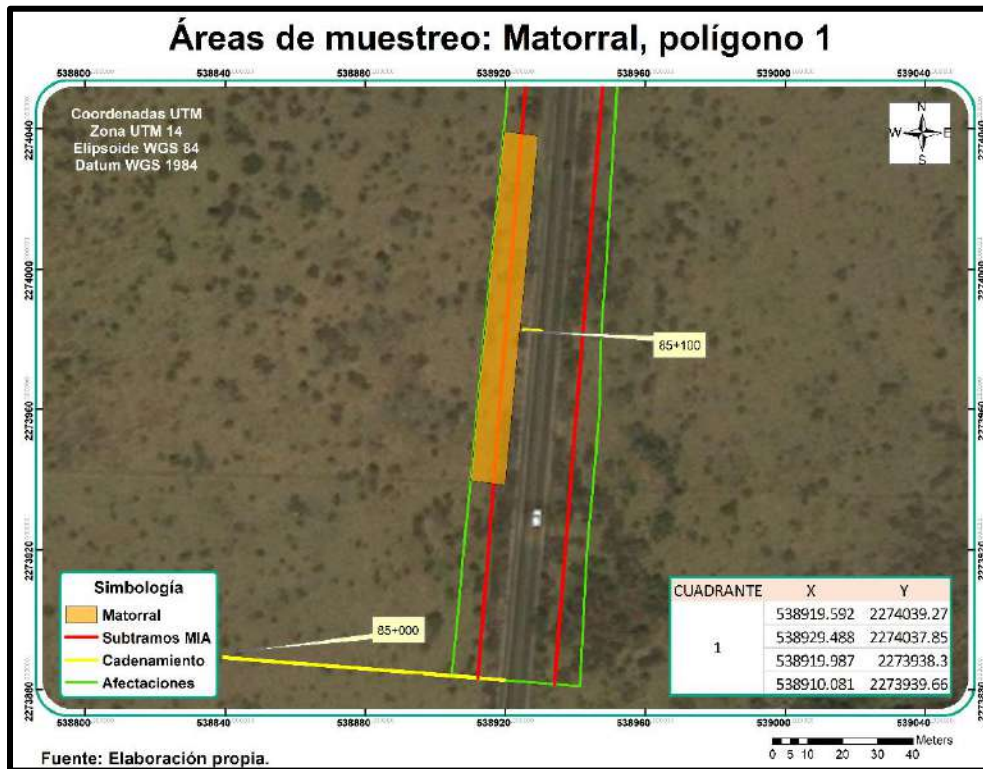


Figura IV.100 Área de muestreo 1 de Matorral y pastizal del subtramo Km 85+000 al 85+760.

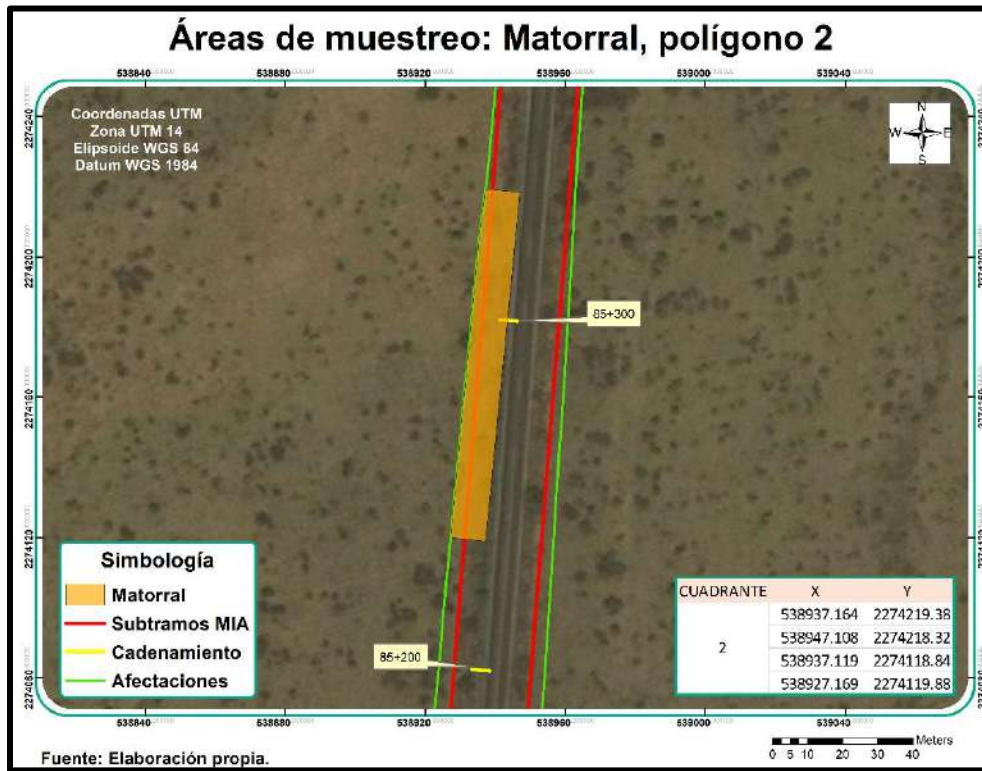


Figura IV.101 Área de muestreo 2 de Matorral y pastizal del subtramo Km 85+000 al 85+760.

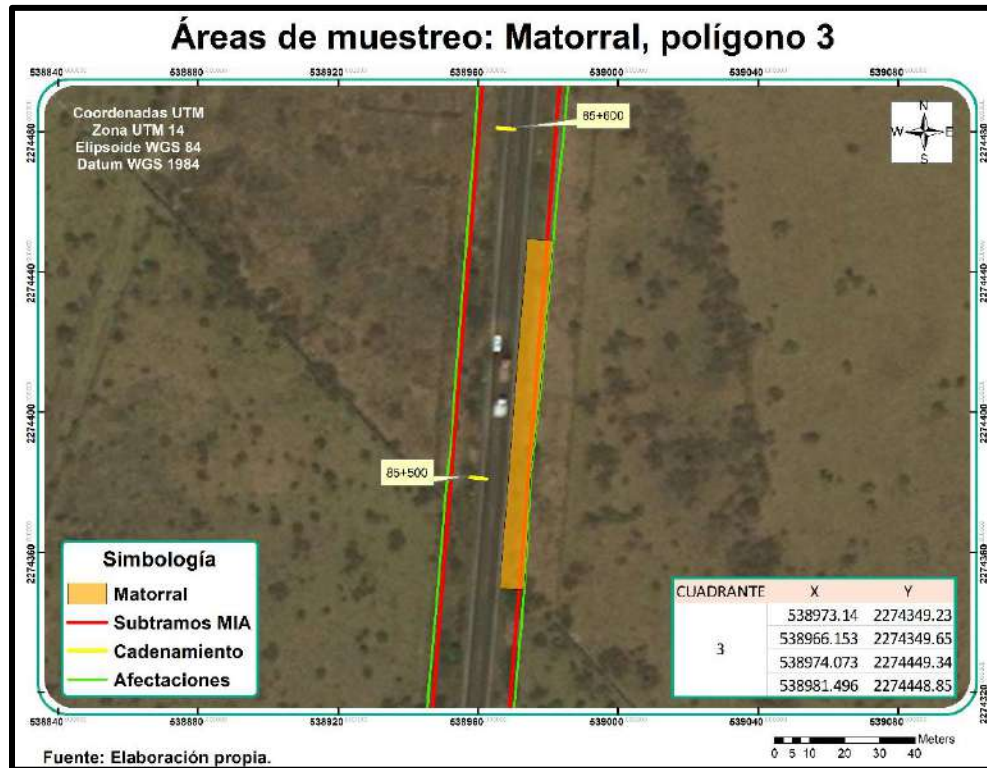


Figura IV.102 Área de muestreo 3 de Matorral y pastizal del subtramo Km 85+000 al 85+760.

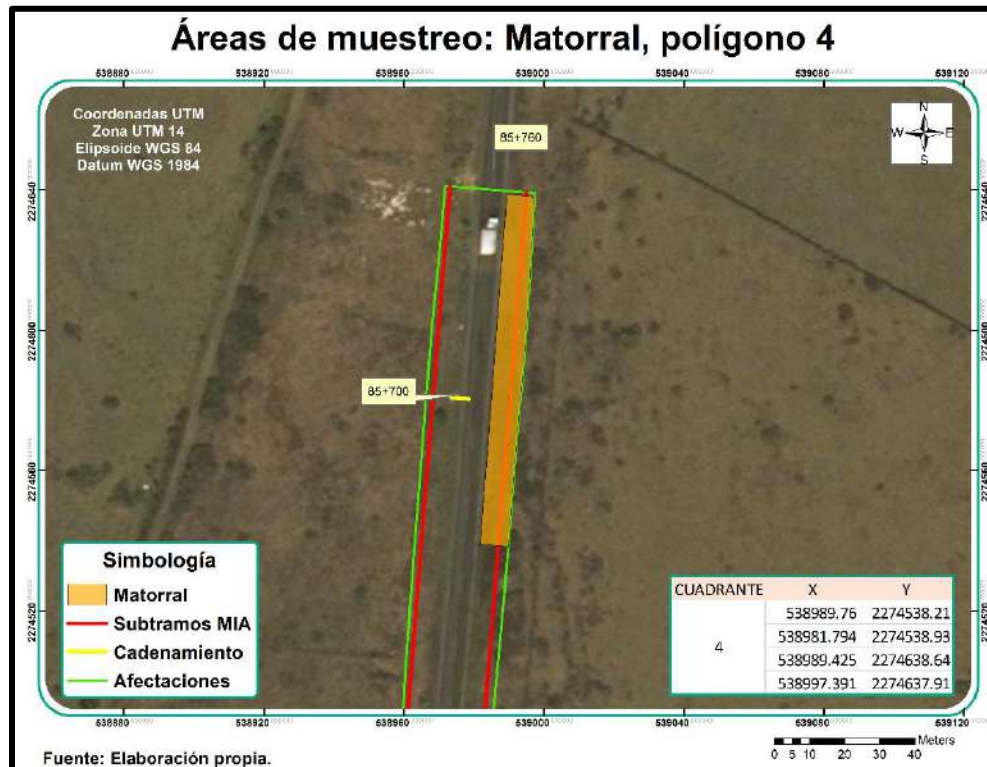


Figura IV.103 Área de muestreo 4 de Matorral y pastizal del subtramo Km 85+000 al 85+760.

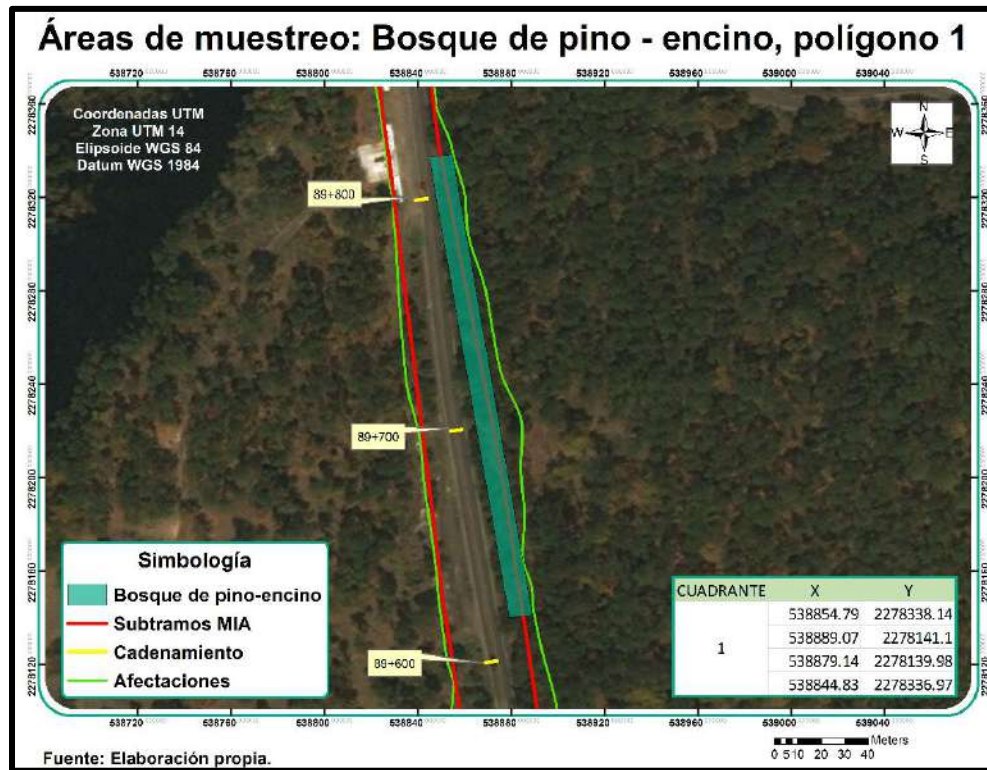


Figura IV.104 Área de muestreo 1 de Bosque de pino-encino del subtramo Km 89+000 al 94+920.

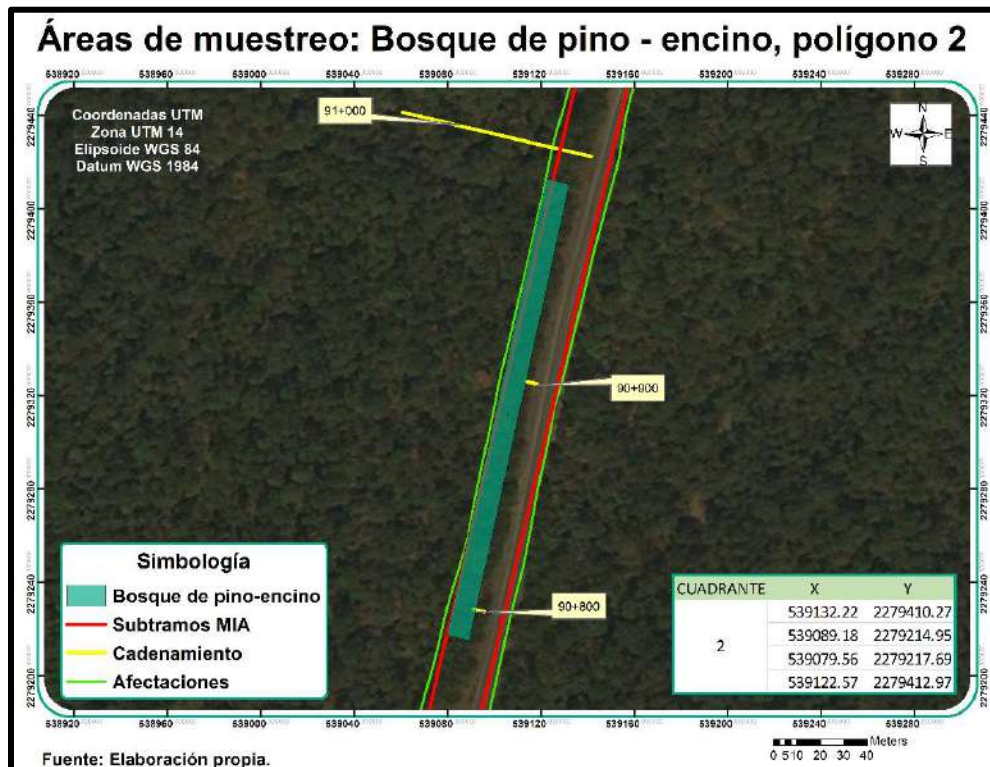


Figura IV.105 Área de muestreo 2 de Bosque de pino-encino del subtramo Km 89+000 al 94+920.

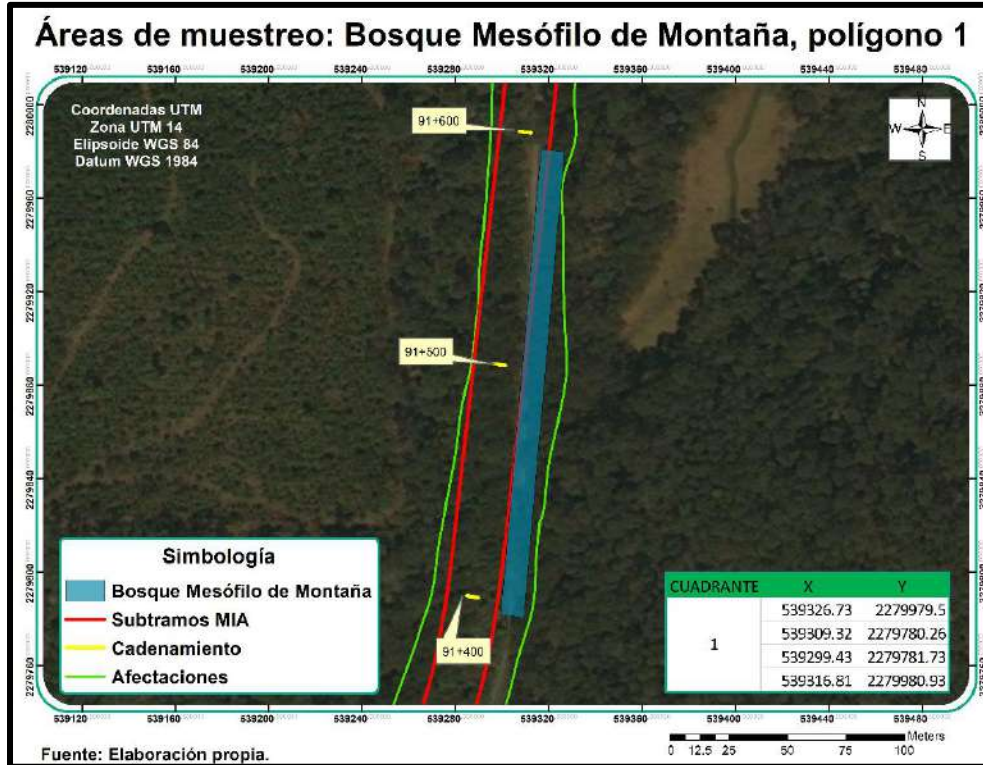


Figura IV.106 Área de muestreo 1 de Bosque mesófilo de montaña del subtramo Km 89+000 al 94+920.

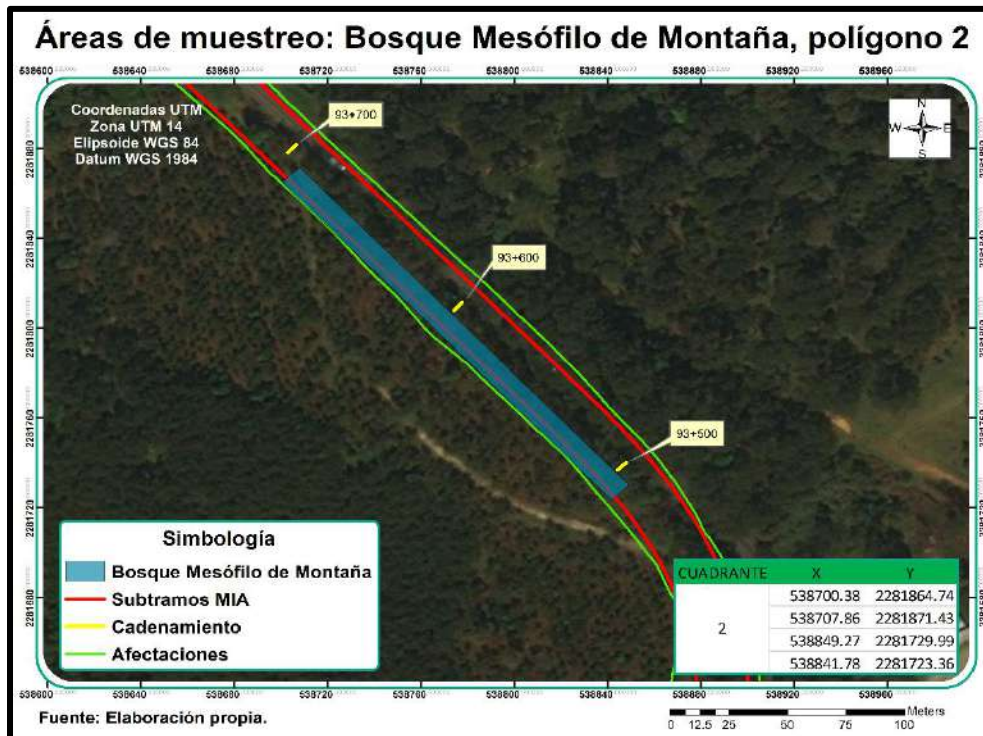


Figura IV.107 Área de muestreo 2 de Bosque mesófilo de montaña del subtramo Km 89+000 al 94+920.



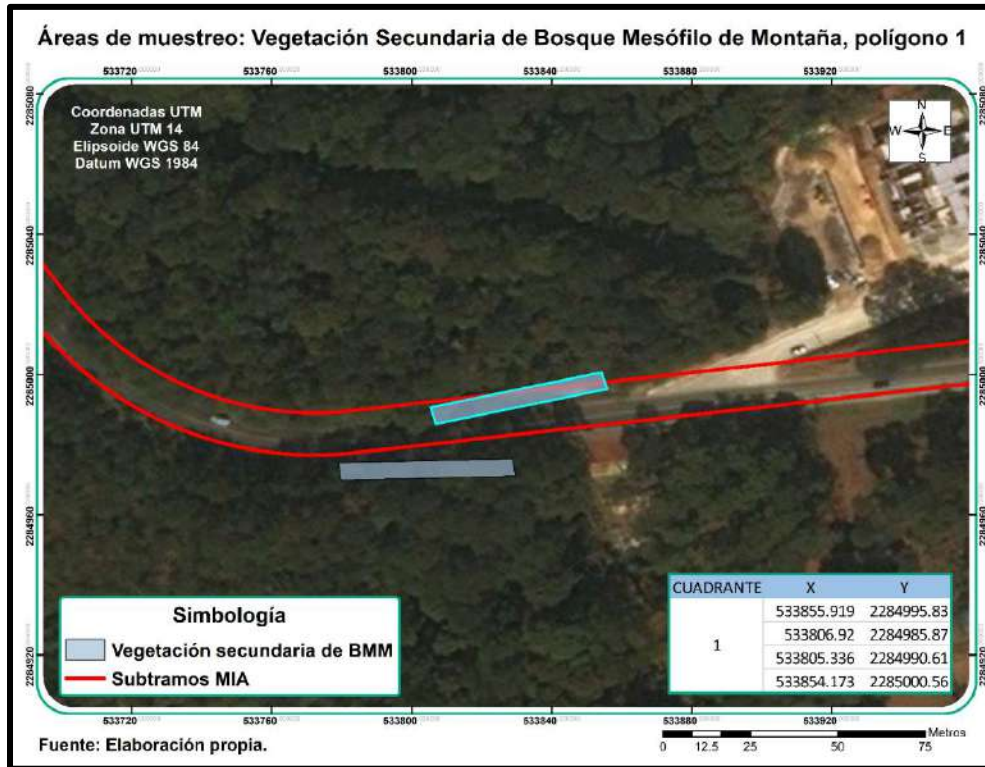


Figura IV.108 Área de muestreo 1 de Vegetación secundaria de Bosque mesófilo de montaña del subtramo Km 98+980 al 100+560.

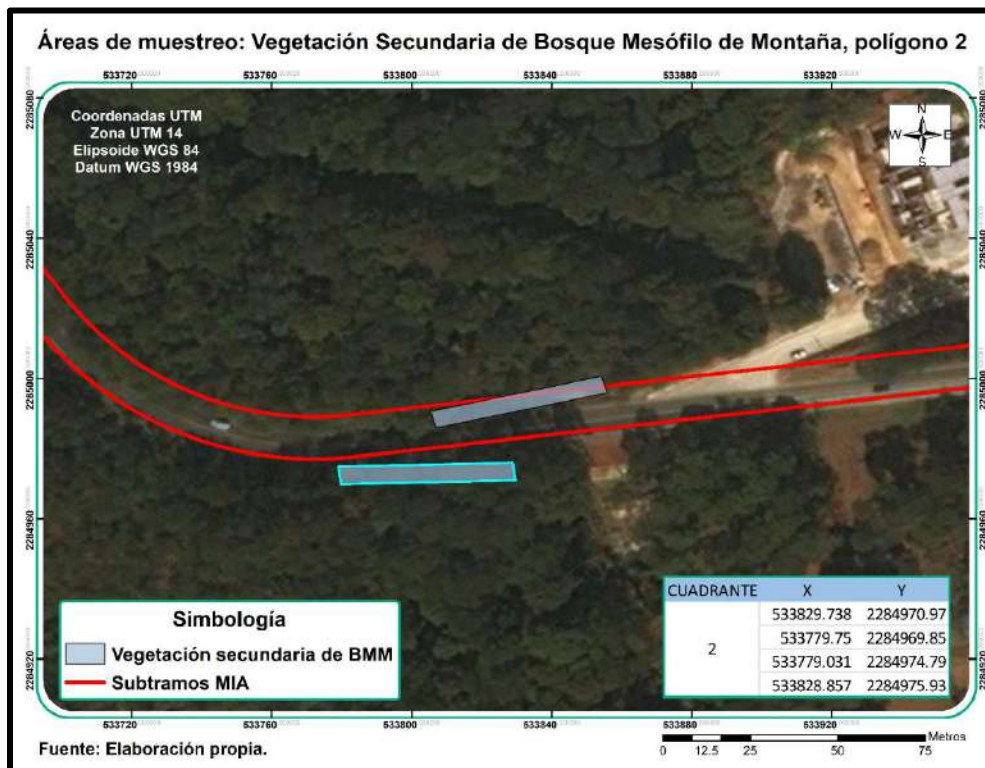


Figura IV.109 Área de muestreo 2 de Vegetación secundaria de Bosque mesófilo de montaña del subtramo Km 98+980 al 100+560.



Figura IV.110 Área de muestreo 1 de Vegetación secundaria de Bosque mesófilo de montaña del subtramo Km 98+980 al 100+560.

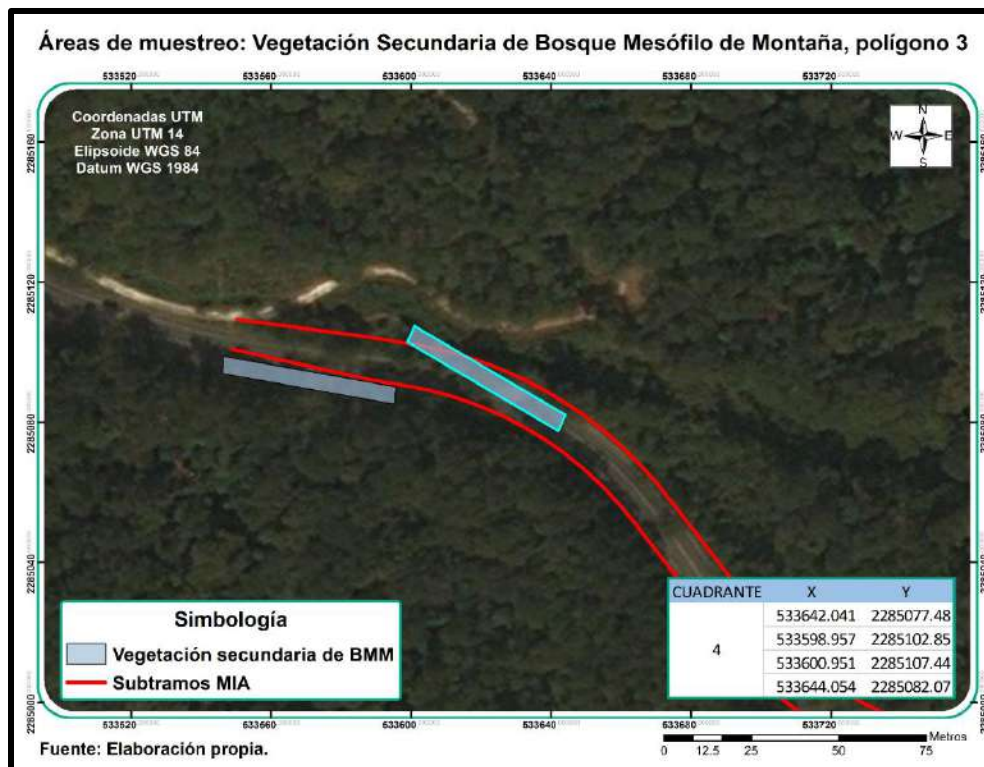


Figura IV.111 Área de muestreo 1 de Vegetación secundaria de Bosque mesófilo de montaña del subtramo Km 98+980 al 100+560.

## Sistema Ambiental

En las siguientes figuras se indican las diferentes áreas de muestreo realizado para obtener los índices de diversidad del Sistema Ambiental. En ellos se indican los polígonos y sus coordenadas.

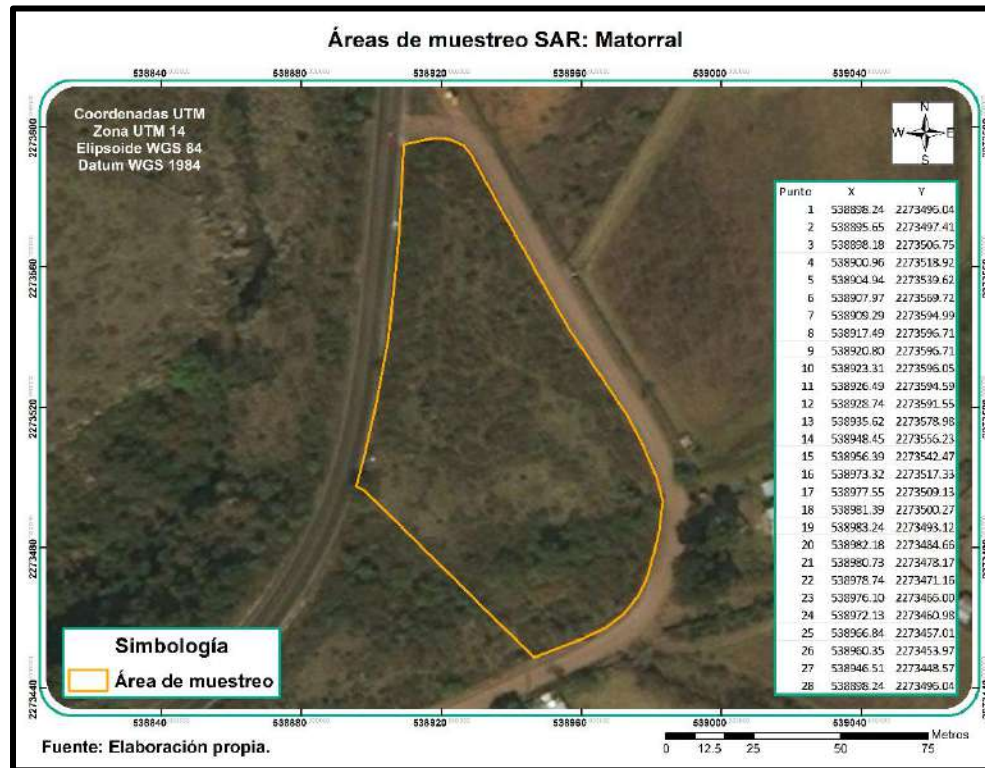


Figura IV.112 Área de muestreo del Matorral crasicale del Sistema ambiental.

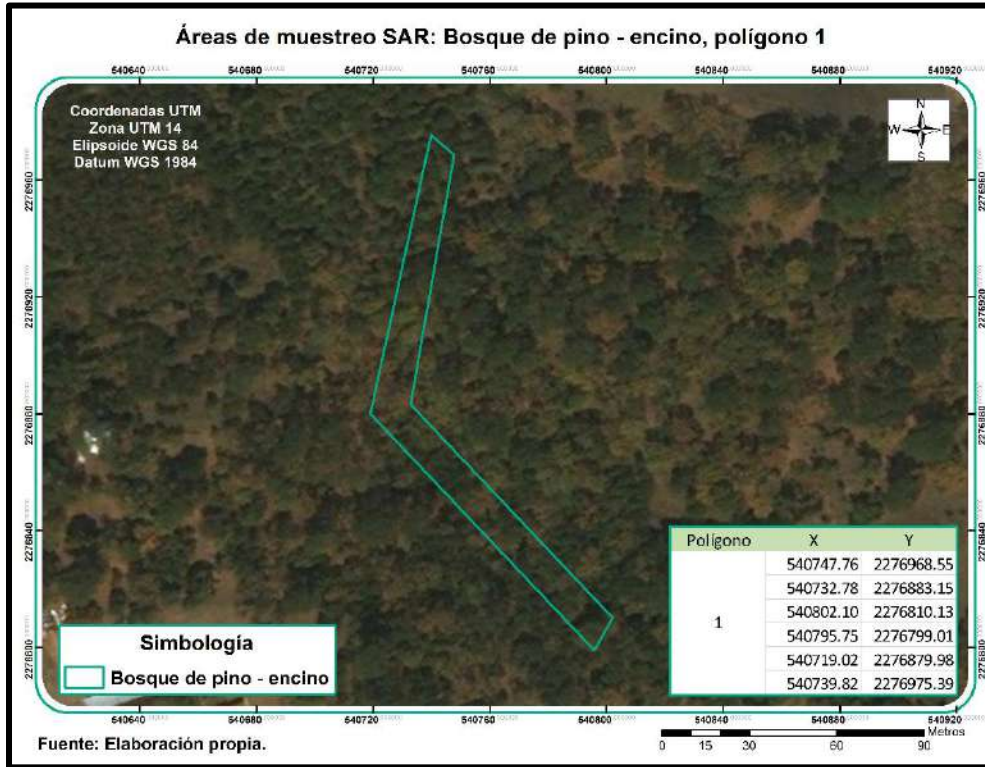


Figura IV.113 Área de muestreo 1 del Bosque de pino-encino del Sistema ambiental.

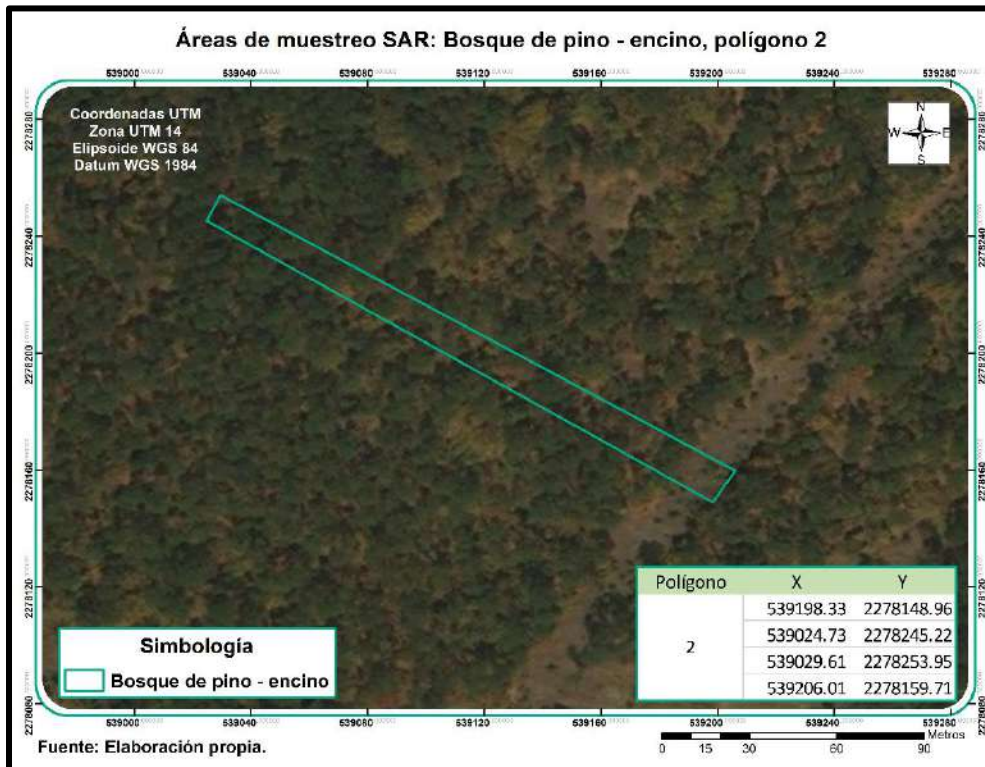


Figura IV.114 Área de muestreo 2 del Bosque de pino-encino del Sistema ambiental.



Figura IV.115 Área de muestreo 1 del Bosque mesófilo de montaña del Sistema ambiental.



Figura IV.116 Área de muestreo 2 del Bosque mesófilo de montaña del Sistema ambiental.

#### IV.2.1.2.1.7 Índices de diversidad.

Para evaluar el papel relativo de las especies del área correspondiente al Sistema Ambiental y al predio de ampliación del tramo carretero, se llevó a cabo un muestreo estratificado por comunidad vegetal presente. Para el predio se analizaron 4 comunidades: 1) Vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule, 2) Bosque de pino-encino, 3) Vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña y 4) Vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña; para las primeras tres se muestrearon 2 sitios (cuadrantes) de 2000 m<sup>2</sup> (200 m x 10 m), dando como total 4000 m<sup>2</sup>, mientras que para la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña se muestreó un cuadrante de 1000 m<sup>2</sup> (100 m x 10 m). Para el caso del Sistema Ambiental, se analizaron 3 comunidades vegetacionales: 1) Matorral crasicaule (7800 m<sup>2</sup>), 2) Bosque de pino-encino (4000 m<sup>2</sup>) y 3) Bosque mesófilo de montaña (4000 m<sup>2</sup>), con la finalidad de comparar los indicadores ecológicos de densidad, dominancia, frecuencia la riqueza, valor de importancia de las especies e índice de diversidad para cada estrato vegetal (herbáceo, arbustivo y arbóreo) y comunidad vegetal.

Los indicadores ecológicos antes mencionados se estimaron mediante las siguientes ecuaciones:

Densidad relativa: Número de individuos de la especie i por superficie de muestreo, respecto a la densidad total.

$$D_i = \frac{N_i}{S}$$

$$DR_i = \left( \frac{D_i}{\sum D_i} \right) * 100$$

Donde:

$D_i$ = Densidad de la especie i

$DR_i$ = Densidad relativa de la especie i

$N_i$ = Número de individuos de la especie i

$S$ = Superficie de muestreo (m<sup>2</sup>)

$i$ = 1...n

Dominancia relativa: Cobertura de la especie i por superficie de muestreo, respecto a la dominancia total.

$$Dom_i = \frac{C_i}{S}$$

$$DomR_i = \left( \frac{Dom_i}{\sum Dom_i} \right) * 100$$

Donde:

Domi= Dominancia de la especie i

DomRi= Dominancia relativa de la especie i

Ci:= Cobertura de la especie i (m<sup>2</sup>)

S= Superficie de muestreo (m<sup>2</sup>)

i= 1...n

Frecuencia relativa: Número de sitios donde está presente la especie i, respecto a la frecuencia total.

$$F_i = \frac{P_i}{NS}$$

$$FR_i = \left( \frac{F_i}{\sum F_i} \right) * 100$$

Donde:

Fi= Frecuencia de la especie i

FRi= Frecuencia relativa de la especie i

Pi:= Número de sitios donde está presente la especie i

NS= Número total de sitios de muestreo (100)

i= 1...n

Índice de valor de importancia: Suma de la densidad, dominancia y frecuencia relativas de la especie i.

$$IVI_i = \frac{DR_i + DomR_i + FR_i}{3}$$

Donde:

IVli= Índice de valor de importancia de la especie i

DRi= Densidad relativa de la especie i

DomRi= Dominancia relativa de la especie i

FRi= Frecuencia relativa de la especie i

i= 1...n

\* Se divide entre 3 para obtener un IVI en porcentaje (100%).

### Índice de Diversidad de Shannon & Weiner (H) (1948).

Se define como el número de especies presentes en relación a la abundancia de cada especie. Para ello son necesarios dos atributos: riqueza de especies y las proporciones de abundancia de las especies. De este modo, se obtiene un número proporcional a la riqueza de las especies, pero también a la equidad de las especies, mediante la siguiente ecuación:

$$H = \sum p_i \ln p_i$$

$$p_i = \frac{n_i}{N}$$

Donde:

H = Índice de Shannon-Wiever (generalmente varía entre 1.5 y 3.5)

$p_i$  = Proporción de individuos de la especie  $i$

$\ln p_i$  = Logaritmo natural de  $p_i$

$n_i$  = Número de individuos de la especie  $i$

N = Número total de individuos

Además del Índice de diversidad (H), se calcula la Equidad (E), que representa la medida de abundancia relativa entre diferentes especies (proporciones). Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$E = \frac{H}{H_{max}}$$

$$H_{max} = \ln(S)$$

Donde:

E = Equidad

H = Índice de diversidad (calculado)

$H_{max}$  = Índice que considera que las proporciones entre todas las especies son de 1 a 1

S = Abundancia de especies

E tiende a 1 cuando la comunidad se encuentra balanceada en la abundancia de especies, es decir, ninguna especie domina en abundancia.



E tiende a 0 cuando la comunidad se encuentra dominada en abundancia por una o pocas especies.

#### IV.2.1.2.1.7.1 Índices de diversidad, para los subtramos carreteros afectados.

##### Vegetación Secundaria Arbustiva Del Matorral Crasicaule

Se trata de una comunidad dominada por elementos del estrato arbustivo, donde las especies dominantes son *Mimosa aculeaticarpa* (27.83), *Acacia farnesiana* (10.06) y *Opuntia* sp (15.53), estas especies proporcionan una fisonomía a este matorral de carácter arbustivo, con importantes elementos de pastizales. Un caso particular se reconoce en *Mammillaria magnimamma*, donde tiene un valor de importancia de 29.99, la densidad se debe a que es una especie tolerante al pastoreo. La riqueza reconocida de 14 especies, muestra la presencia de individuos aún remanentes pese a la fuerte presión de la actividad ganadera, dado que la densidad relativa fluctúa entre 0.161 (*Agave applanata*) a 3.85. (*Opuntia streptacantha*).

##### Estrato herbáceo

Tabla IV.39 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Bouteloua</i> sp.	246	60.891	42.932	54.688	52.837
<i>Muhlenbergia</i> sp	152	37.624	56.910	42.969	45.834
<i>Chloris</i> sp.	6	1.485	0.157	2.344	1.329
<b>TOTAL</b>	<b>404</b>	<b>100</b>	<b>100.000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.40 Índice de diversidad del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Bouteloua</i> sp.	0.609	-0.496083342	-0.30207055
<i>Muhlenbergia</i> sp	0.376	-0.977534357	-0.367785204
<i>Chloris</i> sp.	0.015	-4.209655409	-0.062519635
<b>TOTAL</b>			<b>-0.732375388</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>0.732375388</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>3</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.098612289</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.666636807</b>

### Estrato arbustivo

**Tabla IV.41 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Acacia farnesiana</i>	47	7.556	12.242	10.398	10.065
<i>Agave applanata</i>	1	0.161	0.541	0.306	0.336
<i>Agave sp.</i>	16	2.572	0.464	2.446	1.828
<i>Arctostaphylos pungens</i>	4	0.643	0.541	1.223	0.802
<i>Bouvardia ternifolia</i>	6	0.965	0.309	1.835	1.036
<i>Mammillaria magnimamma</i>	308	49.518	3.766	36.697	29.994
<i>Mammillaria rhodantha subsp. rhodantha</i>	7	1.125	0.013	0.917	0.685
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	140	22.508	37.743	23.242	27.831
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	0.161	0.031	3.364	1.185
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	15	2.412	4.917	4.281	3.870
<i>Opuntia sp.</i>	49	7.878	30.478	8.257	15.537
<i>Opuntia streptacantha</i>	24	3.859	8.257	5.810	5.975
<i>Prunus persica</i>	1	0.161	0.157	0.306	0.208
<i>Vauquelinia sp</i>	3	0.482	0.541	0.917	0.647
<b>TOTAL</b>	<b>622</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>84</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.42 Índice de diversidad del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Acacia farnesiana</i>	0.076	-2.582792491	-0.195162777
<i>Agave applanata</i>	0.002	-6.432940093	-0.010342347
<i>Agave sp.</i>	0.026	-3.66035137	-0.094156948
<i>Arctostaphylos pungens</i>	0.006	-5.046645732	-0.032454313
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.010	-4.641180624	-0.044770231
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0.495	-0.70284031	-0.34803025
<i>Mammillaria rhodantha subsp. rhodantha</i>	0.011	-4.487029944	-0.050497122
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	0.225	-1.49129767	-0.335661855
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0.002	-6.432940093	-0.010342347
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	0.024	-3.724889892	-0.089828534
<i>Opuntia sp.</i>	0.079	-2.541119795	-0.200184678
<i>Opuntia streptacantha</i>	0.039	-3.254886262	-0.125590467

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Prunus persica</i>	0.002	-6.432940093	-0.010342347
<i>Vauquelinia sp</i>	0.005	-5.334327804	-0.025728269
<b>TOTAL</b>			-1.573092487
		<b>H calculada =</b>	<b>1.573092487</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>14</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.63905733</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.59608121</b>

### Estrato arbóreo

No se observaron especies arbóreas en el área muestreada de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.

### Comunidad vegetacional

La estructura de la comunidad del matorral de las áreas de ampliación del subtramo carretero 85+000 al km 85+760, muestra los valores de importancia más altos para las especies de gramíneas (*Bouteloa* con 28.994 y *Muhlenbergia* con 28.45), seguidas por *Mammillaria magnimamma* con 16.98 y la especie arbustiva *Mimosa aculeaticarpa* con un valor de importancia de 16.983. Ello indica la dominancia estructural de cuatro especies, la cuales no muestran interacciones estrechas debido a la presión intensa del pastoreo ovino, la cual, se ha convertido en un factor de selección de especies resistentes. Por ello, se observa una comunidad dominada por unas cuantas especies.

La estructura de la comunidad arbustiva del matorral se ve afectada por factores como incendios y pastoreo. Algunas especies, como las opuntias, acacias y mimosas son especies fundadoras y claves y tienen funciones especialmente importantes en la conformación de la estructura de su comunidad del matorral, dado sus valores de importancia en los diferentes cuadrantes muestreados. La asociación *Acacia*, *Mimosa* y *Opuntia*, determinan el grado de estabilización del matorral; sin embargo, la distribución dispersa de estos por la actividad pecuaria y agregada de las especies de opuntias, permiten el desarrollo de las especies herbáceas y arbustivas. Por otro lado, las gramíneas muestran un grado de extensión importante por amplias áreas abiertas o eliminación de los estratos arbóreos.

**Tabla IV.43 Índice de valor de importancia de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Bouteloua sp.</i>	246	23.977	38.991	24.014	28.994
<i>Muhlenbergia sp</i>	152	14.815	51.686	18.868	28.456
<i>Chloris sp.</i>	6	0.585	0.143	1.029	0.586
<i>Acacia farnesiana</i>	47	4.581	1.124	5.832	3.846
<i>Agave applanata</i>	1	0.097	0.050	0.172	0.106
<i>Agave sp.</i>	16	1.559	0.043	1.372	0.991
<i>Arctostaphylos pungens</i>	4	0.390	0.050	0.686	0.375
<i>Bouvardia ternifolia</i>	6	0.585	0.028	1.029	0.547
<i>Mammillaria magnimamma</i>	308	30.019	0.346	20.583	16.983
<i>Mammillaria rhodantha subsp. rhodantha</i>	7	0.682	0.001	0.515	0.399
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	140	13.645	3.465	13.036	10.049
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	0.097	0.003	1.887	0.662
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	15	1.462	0.451	2.401	1.438
<i>Opuntia sp.</i>	49	4.776	2.798	4.631	4.068
<i>Opuntia streptacantha</i>	24	2.339	0.758	3.259	2.119
<i>Vauquelinia sp</i>	3	0.292	0.050	0.515	0.286
<i>Prunus persica</i>	1	0.097	0.014	0.172	0.094
<b>TOTAL</b>	<b>1026</b>	<b>100</b>	<b>100.000</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.44 Índice de diversidad de la vegetación secundaria arbustiva del matorral crasicaule.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Bouteloua sp.</i>	0.240	-1.42809149	-0.342407901
<i>Muhlenbergia sp</i>	0.148	-1.909542505	-0.282895186
<i>Chloris sp.</i>	0.006	-5.141663557	-0.030068208
<i>Acacia farnesiana</i>	0.046	-3.083275424	-0.141241662
<i>Agave applanata</i>	0.001	-6.933423026	-0.006757722
<i>Agave sp.</i>	0.016	-4.160834303	-0.064886305
<i>Arctostaphylos pungens</i>	0.004	-5.547128665	-0.021626233
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.006	-5.141663557	-0.030068208
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0.300	-1.203323243	-0.361231539
<i>Mammillaria rhodantha subsp. rhodantha</i>	0.007	-4.987512877	-0.034027866
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	0.136	-1.991780603	-0.271782928
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0.001	-6.933423026	-0.006757722

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	0.015	-4.225372825	-0.061774457
<i>Opuntia sp.</i>	0.048	-3.041602728	-0.145261729
<i>Opuntia streptacantha</i>	0.023	-3.755369195	-0.087844893
<i>Vauquelinia sp</i>	0.003	-5.834810737	-0.01706085
<i>Prunus persica</i>	0.001	-6.933423026	-0.006757722
<b>TOTAL</b>			<b>-1.91245113</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.91245113</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>17</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.833213344</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.675011338</b>

### Bosque De Pino-Encino

La mayor riqueza corresponde al estrato arbustivo (23 especies), sin embargo, la mayor densidad y valores de importancia corresponden al estrato arbóreo (*Pinus teocote* con un valor de importancia de 68.00 y una densidad relativa de 78.43). La dominancia de encinos y pinos proporcionan la fisonomía de bosque para esta comunidad, dado que se reconocen, al menos, 8 especies de encinos. En la estructura del sotobosque los helechos muestran los valores de densidad más altos (*Microsorium pustulatum*, 39.853 y *Parapolystichum glabellum* 25.685), resultado de la conservación de un buen esto de los suelos, humedad y cobertura arbórea.

#### Estrato herbáceo

Tabla IV.45 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Lythrum alatum</i>	1	0.204	0.000	1.042	0.415
<i>Oxalis latifolia</i>	10	2.041	0.017	6.250	2.769
<i>Muhlenbergia geminiflora</i>	464	94.694	95.861	83.333	91.296
<i>Salvia flaccidifolia</i>	15	3.061	4.121	9.375	5.519
<b>TOTAL</b>	<b>490</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.46 Índice de diversidad del estrato herbáceo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Lythrum alatum</i>	0.002	-6.194405391	-0.012641644

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Oxalis latifolia</i>	0.020	-3.891820298	-0.079424904
<i>Muhlenbergia geminiflora</i>	0.947	-0.054520839	-0.051627896
<i>Salvia flaccidifolia</i>	0.031	-3.48635519	-0.106725159
<b>TOTAL</b>			-0.250419603
		<b>H calculada =</b>	<b>0.250419603</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>4</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.386294361</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.18063956</b>

### Estrato arbustivo

Tabla IV.47 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Acacia mammifera</i>	1	0.023	0.511	0.173	0.236
<i>Adiantum tricholepis</i>	15	0.346	0.002	2.591	0.980
<i>Artemisia campestris</i>	10	0.230	1.833	1.382	1.148
<i>Baccharis sarothroides</i>	15	0.346	3.207	2.073	1.875
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	80	1.843	0.072	5.872	2.596
<i>Cheilanthes sp.</i>	115	2.649	0.053	9.672	4.125
<i>Doryopteris sp.</i>	8	0.184	0.001	1.382	0.522
<i>Microsorium pustulatum</i>	1730	39.853	2.030	15.371	19.084
<i>Myriopteris aurea</i>	25	0.576	0.928	4.318	1.941
<i>Opuntia robusta</i>	6	0.138	3.515	1.036	1.563
<i>Pellaea sp.</i>	10	0.230	0.002	1.727	0.653
<i>Parapolystichum glabellum</i>	1115	25.685	12.019	13.472	17.059
<i>Phlebodium areolatum</i>	1014	23.359	2.530	20.207	15.365
<i>Pteridium arachnoideum</i>	55	1.267	0.907	7.599	3.258
<i>Tillandsia gymnotrya</i>	30	0.691	4.341	2.418	2.483
<i>Tillandsia sp</i>	27	0.622	6.428	1.382	2.810
<i>Tillandsia depeana</i>	11	0.253	2.003	0.864	1.040
<i>Tillandsia pringlei</i>	6	0.138	0.756	1.036	0.644
<i>Berberis sp</i>	1	0.023	1.172	0.173	0.456
<i>Ageratina hidalguensis</i>	1	0.023	0.511	0.173	0.236
<i>Senecio inaequidens</i>	3	0.069	1.134	0.518	0.574

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Viburnum sp</i>	20	0.461	8.776	0.345	3.194
<i>Ilex discolor</i>	43	0.991	47.269	6.218	18.159
<b>TOTAL</b>	<b>4341</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.48 Índice de diversidad del estrato arbustivo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Acacia mammifera</i>	0.0002	-8.375860015	-0.001929477
<i>Adiantum tricholepis</i>	0.0035	-5.667809814	-0.019584692
<i>Artemisia campestris</i>	0.0023	-6.073274922	-0.013990497
<i>Baccharis sarothroides</i>	0.0035	-5.667809814	-0.019584692
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	0.0184	-3.993833381	-0.073602089
<i>Cheilanthes sp.</i>	0.0265	-3.630927887	-0.096189059
<i>Doryopteris sp.</i>	0.0018	-6.296418474	-0.011603628
<i>Microsorium pustulatum</i>	0.3985	-0.919983328	-0.366636986
<i>Myriopteris aurea</i>	0.0058	-5.15698419	-0.029699287
<i>Opuntia robusta</i>	0.0014	-6.584100546	-0.009100346
<i>Pellaea sp.</i>	0.0023	-6.073274922	-0.013990497
<i>Parapolystichum glabellum</i>	0.2569	-1.359250331	-0.349127878
<i>Phlebodium areolatum</i>	0.2336	-1.454201831	-0.339682252
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.0127	-4.36852683	-0.055348762
<i>Tillandsia gymnobotrya</i>	0.0069	-4.974662634	-0.034379147
<i>Tillandsia sp</i>	0.0062	-5.080023149	-0.03159655
<i>Tillandsia deppeana</i>	0.0025	-5.977964743	-0.015148033
<i>Tillandsia pringlei</i>	0.0014	-6.584100546	-0.009100346
<i>Berberis sp</i>	0.0002	-8.375860015	-0.001929477
<i>Ageratina hidalguensis</i>	0.0002	-8.375860015	-0.001929477
<i>Senecio inaequidens</i>	0.0007	-7.277247727	-0.005029197
<i>Viburnum sp</i>	0.0046	-5.380127742	-0.024787504
<i>Ilex discolor</i>	0.0099	-4.6146599	-0.045710752
<b>TOTAL</b>			<b>-1.569680629</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.569680629</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>23</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.135494216</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.500616656</b>

### Estrato arbóreo

**Tabla IV.49 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Pinus teocote</i>	451	78.435	79.075	46.500	68.003
<i>Buddleja cordata</i>	10	1.739	1.591	5.000	2.777
<i>Quercus crassifolia</i>	6	1.043	0.896	3.000	1.646
<i>Quercus x dypsophylla</i>	10	1.739	2.434	5.000	3.058
<i>Quercus laeta</i>	16	2.783	2.546	5.000	3.443
<i>Quercus laurina</i>	12	2.087	1.491	3.500	2.359
<i>Quercus microphylla</i>	4	0.696	0.402	2.000	1.033
<i>Quercus obtusata</i>	2	0.348	0.318	1.000	0.555
<i>Quercus rugosa</i>	50	8.696	7.465	22.000	12.720
<i>Quercus castanea</i>	12	2.087	3.583	6.000	3.890
<i>Quercus candicans</i>	2	0.348	0.199	1.000	0.516
<b>TOTAL</b>	<b>575</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.50 Índice de diversidad del estrato arbóreo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Pinus teocote</i>	0.784	-0.242902701	-0.190520206
<i>Buddleja cordata</i>	0.017	-4.051784948	-0.070465825
<i>Quercus crassifolia</i>	0.010	-4.562610572	-0.047609849
<i>Quercus x dypsophylla</i>	0.007	-4.96807568	-0.034560526
<i>Quercus laeta</i>	0.021	-3.869463391	-0.080754019
<i>Quercus laurina</i>	0.017	-4.051784948	-0.070465825
<i>Quercus microphylla</i>	0.003	-5.66122286	-0.01969121
<i>Quercus obtusata</i>	0.021	-3.869463391	-0.080754019
<i>Quercus rugosa</i>	0.028	-3.581781319	-0.099666958
<i>Quercus castanea</i>	0.087	-2.442347035	-0.212378003
<i>Quercus candicans</i>	0.003	-5.66122286	-0.01969121
<b>TOTAL</b>			<b>-0.926557651</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>0.926557651</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>11</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.397895273</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.386404553</b>



## Comunidad vegetacional

La fisonomía de la comunidad del bosque de pino – encino, está determinada por las poblaciones de pastos, helechos y pino, como lo muestran los valores de densidad relativa y su valor de importancia. Esto nos indica una comunidad conservada, donde se favorece la presencia de un estrato arbustivo diverso, donde las especies de helechos y bromelias son relevantes en riqueza.

**Tabla IV.51 Índice de valor de importancia de la vegetación del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Lythrum alatum</i>	1	0.018	0.00005	0.114	0.044
<i>Oxalis latifolia</i>	10	0.185	0.00193	0.686	0.291
<i>Muhlenbergia geminiflora</i>	464	8.583	10.80056	9.143	9.509
<i>Salvia flaccidifolia</i>	15	0.277	0.46430	1.029	0.590
<i>Acacia mammifera</i>	1	0.018	0.05423	0.114	0.062
<i>Adiantum tricholepis</i>	15	0.277	0.00026	1.714	0.664
<i>Artemisia campestris</i>	10	0.185	0.19449	0.914	0.431
<i>Baccharis sarothroides</i>	15	0.277	0.34027	1.371	0.663
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	80	1.480	0.00763	3.886	1.791
<i>Cheilanthes sp.</i>	115	2.127	0.00560	6.400	2.844
<i>Doryopteris sp.</i>	8	0.148	0.00015	0.914	0.354
<i>Microsorium pustulatum</i>	1730	32.001	0.21534	10.171	14.129
<i>Myriopteris aurea</i>	25	0.462	0.09846	2.857	1.139
<i>Opuntia robusta</i>	6	0.111	0.37293	0.686	0.390
<i>Pellaea sp.</i>	10	0.185	0.00017	1.143	0.443
<i>Parapolystichum glabellum</i>	1115	20.625	1.27524	8.914	10.272
<i>Phlebodium areolatum</i>	1014	18.757	0.26843	13.371	10.799
<i>Pteridium arachnoideum</i>	55	1.017	0.09628	5.029	2.047
<i>Tillandsia gymnotrya</i>	30	0.555	0.46059	1.600	0.872
<i>Tillandsia sp</i>	27	0.499	0.68197	0.914	0.699
<i>Tillandsia deppeana</i>	11	0.203	0.21247	0.571	0.329
<i>Tillandsia pringlei</i>	6	0.111	0.08023	0.686	0.292
<i>Berberis sp</i>	1	0.018	0.12431	0.114	0.086
<i>Ageratina hidalguensis</i>	1	0.018	0.05423	0.114	0.062
<i>Senecio inaequidens</i>	3	0.055	0.12035	0.343	0.173
<i>Viburnum sp</i>	20	0.370	0.93108	0.229	0.510

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Ilex discolor</i>	43	0.795	5.01522	4.114	3.308
<i>Pinus teocote</i>	451	8.343	61.77581	10.629	26.916
<i>Buddleja cordata</i>	10	0.185	1.24309	1.143	0.857
<i>Quercus crassifolia</i>	6	0.111	0.69980	0.686	0.499
<i>Quercus x dypsophylla</i>	10	0.185	1.90179	1.143	1.077
<i>Quercus laeta</i>	16	0.296	1.98895	1.143	1.143
<i>Quercus laurina</i>	12	0.222	1.16484	0.800	0.729
<i>Quercus microphylla</i>	4	0.074	0.31399	0.457	0.282
<i>Quercus obtusata</i>	2	0.037	0.24862	0.229	0.171
<i>Quercus rugosa</i>	50	0.925	5.83165	5.029	3.928
<i>Quercus castanea</i>	12	0.222	2.79919	1.371	1.464
<i>Quercus candicans</i>	2	0.037	0.15551	0.229	0.140
<b>TOTAL</b>	<b>5406</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.52 Índice de diversidad del bosque de pino-encino.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Lythrum alatum</i>	0.0002	-8.595264727	-0.001589949
<i>Oxalis latifolia</i>	0.0018	-6.292679634	-0.011640177
<i>Muhlenbergia geminiflora</i>	0.0858	-2.455380175	-0.210746652
<i>Salvia flaccidifolia</i>	0.0028	-5.887214526	-0.016335223
<i>Acacia mammifera</i>	0.0002	-8.595264727	-0.001589949
<i>Adiantum tricholepis</i>	0.0028	-5.887214526	-0.016335223
<i>Artemisia campestris</i>	0.0018	-6.292679634	-0.011640177
<i>Baccharis sarothroides</i>	0.0028	-5.887214526	-0.016335223
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	0.0148	-4.213238092	-0.062349065
<i>Cheilanthes sp.</i>	0.0213	-3.850332598	-0.081906816
<i>Doryopteris sp.</i>	0.0015	-6.515823185	-0.009642358
<i>Microsorium pustulatum</i>	0.3200	-1.139388039	-0.364621034
<i>Myriopteris aurea</i>	0.0046	-5.376388902	-0.024863064
<i>Opuntia robusta</i>	0.0011	-6.803505258	-0.00755106
<i>Pellaea sp.</i>	0.0018	-6.292679634	-0.011640177
<i>Parapolystichum glabellum</i>	0.2063	-1.578655043	-0.325601253
<i>Phlebodium areolatum</i>	0.1876	-1.673606543	-0.31391732
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.0102	-4.587931542	-0.046677069

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Tillandsia gymnotrya</i>	0.0055	-5.194067345	-0.028823903
<i>Tillandsia sp</i>	0.0050	-5.299427861	-0.026467731
<i>Tillandsia deppeana</i>	0.0020	-6.197369454	-0.01261026
<i>Tillandsia pringlei</i>	0.0011	-6.803505258	-0.00755106
<i>Berberis sp</i>	0.0002	-8.595264727	-0.001589949
<i>Ageratina hidalguensis</i>	0.0002	-8.595264727	-0.001589949
<i>Senecio inaequidens</i>	0.0006	-7.496652438	-0.004160184
<i>Viburnum sp</i>	0.0037	-5.599532453	-0.020715991
<i>Ilex discolor</i>	0.0080	-4.834064611	-0.038450754
<i>Pinus teocote</i>	0.0834	-2.483797387	-0.207212842
<i>Buddleja cordata</i>	0.0018	-6.292679634	-0.011640177
<i>Quercus crassifolia</i>	0.0011	-6.803505258	-0.00755106
<i>Quercus x dypsophylla</i>	0.0018	-6.292679634	-0.011640177
<i>Quercus laeta</i>	0.0030	-5.822676005	-0.017233225
<i>Quercus laurina</i>	0.0022	-6.110358077	-0.013563503
<i>Quercus microphylla</i>	0.0007	-7.208970366	-0.005334051
<i>Quercus obtusata</i>	0.0004	-7.902117546	-0.002923462
<i>Quercus rugosa</i>	0.0092	-4.683241721	-0.043315221
<i>Quercus castanea</i>	0.0022	-6.110358077	-0.013563503
<i>Quercus candicans</i>	0.0004	-7.902117546	-0.002923462
<b>TOTAL</b>			<b>-2.013842256</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>2.013842256</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>38</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.63758616</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.553620496</b>

## Vegetación Secundaria Arbórea Del Bosque Mesófilo De Montaña

### Estrato herbáceo

Tabla IV.53 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Cuphea jorullensis</i>	8	1.043	0.835	0.988	0.955
<i>Erigeron karvinskianus</i>	30	3.911	0.266	5.679	3.286

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Oenothera rosea</i>	23	2.999	0.024	5.679	2.901
<i>Salvia sp.</i>	50	6.519	17.551	6.173	10.081
<i>Salvia lavanduloides</i>	95	12.386	4.410	6.420	7.738
<i>Panicum olivaceum</i>	34	4.433	17.551	1.481	7.822
<i>Vaccinium leucanthum</i>	67	8.735	3.110	11.111	7.652
<i>Stevia ovata</i>	160	20.860	29.706	30.370	26.979
<i>Lagascea helianthifolia</i>	150	19.557	15.667	8.395	14.540
<i>Eupatorium sp</i>	150	19.557	10.879	23.704	18.046
<b>TOTAL</b>	<b>767</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.54 Índice de diversidad del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Cuphea jorullensis</i>	0.010	-4.56304526	-0.047593692
<i>Erigeron karvinskianus</i>	0.039	-3.24128942	-0.126777943
<i>Oenothera rosea</i>	0.030	-3.506992585	-0.105164054
<i>Salvia sp.</i>	0.065	-2.730463796	-0.177996336
<i>Salvia lavanduloides</i>	0.124	-2.08860991	-0.258693535
<i>Panicum olivaceum</i>	0.044	-3.116126277	-0.138133368
<i>Vaccinium leucanthum</i>	0.087	-2.437794182	-0.212949427
<i>Stevia ovata</i>	0.209	-1.567312986	-0.326949254
<i>Lagascea helianthifolia</i>	0.196	-1.631851507	-0.31913654
<i>Eupatorium sp</i>	0.196	-1.631851507	-0.31913654
<b>TOTAL</b>			<b>-2.03253069</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>2.03253069</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>10</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.302585093</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.882716863</b>

Estrato arbustivo
**Tabla IV.55 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Chenopodium album</i>	582	6.386	2.735	15.360	8.160
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	345	3.785	8.828	10.381	7.665
<i>Microsorium diversifolium</i>	3575	39.225	0.067	11.758	17.017
<i>Monnina xalapensis</i>	20	0.219	0.428	2.119	0.922
<i>Parapolystichum glabellum</i>	1940	21.286	43.406	13.030	25.907
<i>Polypodium sp.</i>	40	0.439	0.008	3.602	1.349
<i>Polystichum acrostichoides</i>	400	4.389	0.019	10.381	4.930
<i>Pteridium aquilinum var. pseudocaudatum</i>	35	0.384	0.533	2.436	1.118
<i>Pteridium arachnoideum</i>	1635	17.939	22.793	13.347	18.027
<i>Rhanmus capreaefolia</i>	96	1.053	7.959	1.589	3.534
<i>Rubus palmeri</i>	89	0.977	4.284	0.636	1.965
<i>Salix??</i>	28	0.307	0.084	1.377	0.590
<i>Tillandsia deppeana</i>	195	2.140	0.492	4.979	2.537
<i>Tillandsia parryi</i>	4	0.044	0.014	0.424	0.161
<i>Tillandsia sp.</i>	27	0.296	0.011	1.695	0.668
<i>Turpinia occidentalis</i>	22	0.241	4.235	1.589	2.022
<i>Strvia serrata</i>	61	0.669	0.183	3.390	1.414
<i>Berberis sp.</i>	10	0.110	1.925	0.847	0.961
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	1	0.011	0.470	0.106	0.196
<i>Ternstroemia huasteca</i>	9	0.099	1.523	0.953	0.858
<b>TOTAL</b>	<b>9114</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.56 Índice de diversidad del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Chenopodium album</i>	0.064	-2.751096524	-0.175678975
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	0.038	-3.274022555	-0.123934363
<i>Microsorium diversifolium</i>	0.392	-0.935846517	-0.367089236
<i>Monnina xalapensis</i>	0.002	-6.121834698	-0.013433914
<i>Parapolystichum glabellum</i>	0.213	-1.54712372	-0.32931973
<i>Polypodium sp.</i>	0.004	-5.428687518	-0.023825708

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Polystichum acrostichoides</i>	0.044	-3.126102425	-0.137200019
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>pseudocaudatum</i>	0.004	-5.56221891	-0.021360288
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.179	-1.718168888	-0.308229771
<i>Rhanmus capreaefolia</i>	0.011	-4.55321878	-0.047960171
<i>Rubus palmeri</i>	0.010	-4.628930602	-0.045202416
<i>Salix??</i>	0.003	-5.785362462	-0.017773771
<i>Tillandsia deppeana</i>	0.021	-3.844567413	-0.082257038
<i>Tillandsia parryi</i>	0.000	-7.731272611	-0.003393141
<i>Tillandsia sp.</i>	0.003	-5.821730106	-0.017246732
<i>Turpinia occidentalis</i>	0.002	-6.026524518	-0.014547239
<i>Strvia serrata</i>	0.007	-5.006693108	-0.033509796
<i>Berberis sp.</i>	0.001	-6.814981879	-0.007477487
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	0.000	-9.117566972	-0.001000391
<i>Ternstroemia huasteca</i>	0.001	-6.920342394	-0.006833781
<b>TOTAL</b>			<b>-1.777273968</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.777273968</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>20</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.995732274</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.593268625</b>

### Estrato arbóreo

Tabla IV.57 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Alnus acuminata</i>	37	8.079	29.871	12.236	16.728
<i>Clethra mexicana</i>	8	1.747	2.325	3.376	2.482
<i>Cornus disciflora</i>	25	5.459	3.229	8.861	5.850
<i>Liquidambar styraciflua</i>	4	0.873	19.648	1.688	7.403
<i>Persea americana</i>	2	0.437	0.543	0.844	0.608
<i>Pinus patula</i>	250	54.585	8.660	35.021	32.755
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	16	3.493	17.083	6.751	9.109
<i>Quercus laeta</i>	6	1.310	3.100	2.532	2.314
<i>Quercus laurina</i>	1	0.218	0.807	0.422	0.483

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Quercus rugosa</i>	15	3.275	4.360	6.329	4.655
<i>Quercus sp</i>	19	4.148	3.835	5.063	4.349
<i>Buddleja cordata</i>	5	1.092	1.453	2.110	1.552
<i>Mikania sp.</i>	70	15.284	5.086	14.768	11.713
<b>TOTAL</b>	<b>458</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.58 Índice de diversidad del estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Alnus acuminata</i>	0.081	-2.515951271	-0.203253705
<i>Clethra mexicana</i>	0.017	-4.047427642	-0.070697426
<i>Cornus disciflora</i>	0.055	-2.907993359	-0.158733262
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.009	-4.740574823	-0.0414024
<i>Persea americana</i>	0.004	-5.433722004	-0.023728044
<i>Pinus patula</i>	0.546	-0.605408266	-0.330463027
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	0.035	-3.354280462	-0.117180103
<i>Quercus laeta</i>	0.013	-4.335109715	-0.05679183
<i>Quercus laurina</i>	0.002	-6.126869184	-0.013377444
<i>Quercus rugosa</i>	0.033	-3.418818983	-0.111970054
<i>Quercus sp</i>	0.041	-3.182430205	-0.132022214
<i>Buddleja cordata</i>	0.011	-4.517431272	-0.049316935
<i>Mikania sp.</i>	0.153	-1.878373942	-0.28708772
<b>TOTAL</b>			-1.596024166
		<b>H calculada =</b>	<b>1.596024166</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>13</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.564949357</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.622243929</b>

### Comunidad vegetacional

La riqueza para esta comunidad está mejor representada por el estrato arbustivo con 20 especies, seguida por el arbóreo con 13, lo cual indica la dominancia de estos estratos, destacando con una densidad relativa y valores de importancia altos las especies de *Parapolystichum glabellum*, *Pteridium arachnoideum* y *Microsorium diversifolium*. En el estrato arbóreo destaca la presencia de *Pinus patula*, con un valor de importancia de

32.75. Fisonómicamente, la estructura está conformada por especies arbóreas donde destaca también *Alnus acuminata* y *Cornus disciflora*. Por otro lado, los índices de diversidad son similares para los tres estratos (herbáceo 2.03, arbustivo 1.77 y arbóreo, 1.59), mientras que, al analizar a la comunidad en conjunto, se observó un valor de índice de diversidad de 2.23, lo que muestra una interacción compleja por el buen estado de conservación de la comunidad, pese a la dominancia del estrato arbustivo y la presencia de especies invasoras.

**Tabla IV.59 Índice de valor de importancia de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Cuphea jorullensis</i>	8	0.077	0.033	0.252	0.121
<i>Erigeron karvinskianus</i>	30	0.290	0.010	1.450	0.584
<i>Oenothera rosea</i>	23	0.222	0.001	1.450	0.558
<i>Salvia sp.</i>	50	0.484	0.691	1.576	0.917
<i>Salvia lavanduloides</i>	95	0.919	0.174	1.639	0.911
<i>Panicum olivaceum</i>	34	0.329	0.691	0.378	0.466
<i>Vaccinium leucanthum</i>	67	0.648	0.122	2.837	1.203
<i>Stevia ovata</i>	160	1.548	1.169	7.755	3.491
<i>Lagascea helianthifolia</i>	150	1.451	0.616	2.144	1.404
<i>Eupatorium sp</i>	150	1.451	0.428	6.053	2.644
<i>Chenopodium album</i>	582	5.629	1.661	9.142	5.478
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	345	3.337	5.360	6.179	4.959
<i>Microsorium diversifolium</i>	3575	34.578	0.041	6.999	13.872
<i>Monnina xalapensis</i>	20	0.193	0.260	1.261	0.571
<i>Parapolystichum glabellum</i>	1940	18.764	26.355	7.755	17.625
<i>Polypodium sp.</i>	40	0.387	0.005	2.144	0.845
<i>Polystichum acrostichooides</i>	400	3.869	0.011	6.179	3.353
<i>Pteridium aquilinum var. pseudocaudatum</i>	35	0.339	0.324	1.450	0.704
<i>Pteridium arachnoideum</i>	1635	15.814	13.839	7.945	12.533
<i>Rhanmus capreaefolia</i>	96	0.929	4.833	0.946	2.236
<i>Rubus palmeri</i>	89	0.861	2.601	0.378	1.280
<i>Salix sp</i>	28	0.271	0.051	0.820	0.381
<i>Tillandsia depeana</i>	195	1.886	0.299	2.963	1.716
<i>Tillandsia parryi</i>	4	0.039	0.009	0.252	0.100
<i>Tillandsia sp.</i>	27	0.261	0.007	1.009	0.426
<i>Turpinia occidentalis</i>	22	0.213	2.572	0.946	1.243



ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Strvia serrata</i>	61	0.590	0.111	2.018	0.906
<i>Berberis sp.</i>	10	0.097	1.169	0.504	0.590
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	1	0.010	0.285	0.063	0.119
<i>Ternstroemia huasteca</i>	9	0.087	0.925	0.567	0.526
<i>Alnus acuminata</i>	37	0.358	10.559	1.828	4.248
<i>Clethra mexicana</i>	8	0.077	0.822	0.504	0.468
<i>Cornus disciflora</i>	25	0.242	1.142	1.324	0.902
<i>Liquidambar styraciflua</i>	4	0.039	6.945	0.252	2.412
<i>Persea americana</i>	2	0.019	0.192	0.126	0.112
<i>Pinus patula</i>	250	2.418	3.061	5.233	3.571
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	16	0.155	6.039	1.009	2.401
<i>Quercus laeta</i>	6	0.058	1.096	0.378	0.511
<i>Quercus laurina</i>	1	0.010	0.285	0.063	0.119
<i>Quercus rugosa</i>	15	0.145	1.541	0.946	0.877
<i>Quercus sp</i>	19	0.184	1.356	0.757	0.765
<i>Buddleja cordata</i>	5	0.048	0.514	0.315	0.292
<i>Mikania sp.</i>	70	0.677	1.798	2.207	1.561
<b>TOTAL</b>	<b>10339</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.60 Índice de diversidad de la vegetación secundaria arbórea del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Cuphea jorullensis</i>	0.001	-7.16423689	-0.005543466
<i>Erigeron karvinskianus</i>	0.003	-5.84248105	-0.016952745
<i>Oenothera rosea</i>	0.002	-6.108184216	-0.013588184
<i>Salvia sp.</i>	0.005	-5.331655426	-0.025784193
<i>Salvia lavanduloides</i>	0.009	-4.68980154	-0.043092286
<i>Panicum olivaceum</i>	0.003	-5.717317907	-0.01880151
<i>Vaccinium leucanthum</i>	0.006	-5.038985812	-0.032654227
<i>Stevia ovata</i>	0.015	-4.168504616	-0.064509212
<i>Lagascea helianthifolia</i>	0.015	-4.233043137	-0.061413722
<i>Eupatorium sp</i>	0.015	-4.233043137	-0.061413722
<i>Chenopodium album</i>	0.056	-2.877207984	-0.16196296
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	0.033	-3.400134015	-0.113458384
<i>Microsorium diversifolium</i>	0.346	-1.061957976	-0.367201834

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Monnina xalapensis</i>	0.002	-6.247946158	-0.012086171
<i>Parapolystichum glabellum</i>	0.188	-1.67323518	-0.313964237
<i>Polypodium sp.</i>	0.004	-5.554798977	-0.021490662
<i>Polystichum acrostichoides</i>	0.039	-3.252213884	-0.125823151
<i>Pteridium aquilinum</i> var. <i>pseudocaudatum</i>	0.003	-5.68833037	-0.019256366
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.158	-1.844280348	-0.291652807
<i>Rhanmus capreaefolia</i>	0.009	-4.67933024	-0.043448661
<i>Rubus palmeri</i>	0.009	-4.755042062	-0.04093227
<i>Salix??</i>	0.003	-5.911473921	-0.016009408
<i>Tillandsia deppeana</i>	0.019	-3.970678873	-0.074889484
<i>Tillandsia parryi</i>	0.000	-7.85738407	-0.003039901
<i>Tillandsia sp.</i>	0.003	-5.947841566	-0.015532617
<i>Turpinia occidentalis</i>	0.002	-6.152635978	-0.013091981
<i>Strvia serrata</i>	0.006	-5.132804567	-0.030283497
<i>Berberis sp.</i>	0.001	-6.941093339	-0.006713506
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	0.000	-9.243678432	-0.000894059
<i>Ternstroemia huasteca</i>	0.001	-7.046453854	-0.00613387
<i>Alnus acuminata</i>	0.004	-5.632760519	-0.020157862
<i>Clethra mexicana</i>	0.001	-7.16423689	-0.005543466
<i>Cornus disciflora</i>	0.002	-6.024802607	-0.014568146
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.000	-7.85738407	-0.003039901
<i>Persea americana</i>	0.000	-8.550531251	-0.001654034
<i>Pinus patula</i>	0.024	-3.722217514	-0.090004292
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	0.002	-6.471089709	-0.01001426
<i>Quercus laeta</i>	0.001	-7.451918962	-0.004324549
<i>Quercus laurina</i>	0.000	-9.243678432	-0.000894059
<i>Quercus rugosa</i>	0.001	-6.53562823	-0.009482002
<i>Quercus sp</i>	0.002	-6.299239452	-0.011576124
<i>Buddleja cordata</i>	0.000	-7.634240519	-0.003691963
<i>Mikania sp.</i>	0.007	-4.99518319	-0.033819791
<b>TOTAL</b>			-2.230389545
		<b>H calculada =</b>	<b>2.230389545</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>43</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.761200116</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.592999435</b>

## Vegetación Secundaria Arbustiva Del Bosque Mesófilo de Montaña (1000 m<sup>2</sup>)

Es una comunidad modificada en sus elementos arbóreos, como lo muestra su riqueza de este estrato (4 especies) y el valor de importancia para *Pinus patula* (41.62). Así mismo, el estrato arbustivo está bien representado con una riqueza de 12 especies e índice de diversidad de 1.47; destacan especies de helechos y asteráceas (*Bidens pilosa*, 14.266; *Chenopodium album* 21.171 y *Pteridium aquilinum* 25.669), es importante comentar que varias especies arbóreas como *Clethra mexicana* y *Alnus acumiata*, están en formas arbustivas

### Estrato herbáceo

Tabla IV.61 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Cirsium sp.</i>	9	0.715	0.605	0.606	0.642
<i>Erigeron karvinskianus</i>	372	29.547	2.127	13.939	15.205
<i>Oxalis latifolia</i>	10	0.794	0.042	2.424	1.087
<i>Potentilla indica</i>	4	0.318	0.007	2.424	0.916
<i>Senecio inaequidens</i>	68	5.401	0.508	27.273	11.061
<i>Stellaria cuspidata</i>	6	0.477	0.000	3.636	1.371
<i>Salvia sp.</i>	50	3.971	2.334	20.000	8.768
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	7	0.556	2.940	4.242	2.580
<i>Panicum divergens</i>	696	55.282	83.162	8.485	48.976
<i>Lagascea helianthifolia</i>	7	0.556	0.209	3.030	1.265
<i>Eupatorium sp</i>	30	2.383	8.065	13.939	8.129
<b>TOTAL</b>	<b>1259</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.62 Índice de diversidad del estrato herbáceo de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Cirsium sp.</i>	0.007	-4.940848457	-0.035319806
<i>Erigeron karvinskianus</i>	0.295	-1.21917918	-0.360234039
<i>Oxalis latifolia</i>	0.008	-4.835487941	-0.03840737
<i>Potentilla indica</i>	0.003	-5.751778673	-0.018274118
<i>Senecio inaequidens</i>	0.054	-2.918565329	-0.157634982

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Stellaria cuspidata</i>	0.005	-5.346313565	-0.025478857
<i>Salvia sp.</i>	0.040	-3.226050029	-0.12811954
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	0.006	-5.192162885	-0.028868261
<i>Panicum divergens</i>	0.553	-0.592723374	-0.327669157
<i>Lagascea helianthifolia</i>	0.006	-5.192162885	-0.028868261
<i>Eupatorium sp</i>	0.024	-3.736875652	-0.0890439
<b>TOTAL</b>			-1.237918291
		<b>H calculada =</b>	<b>1.237918291</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>11</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.397895273</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.516252025</b>

### Estrato arbustivo

Tabla IV.63 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Alnus acuminata</i>	12	0.909	4.193	6.587	3.896
<i>Bidens pilosa</i>	229	17.348	5.690	19.760	14.266
<i>Cestrum fasciculatum</i>	1	0.076	0.449	0.599	0.374
<i>Chenopodium album</i>	443	33.561	14.981	14.970	21.171
<i>Clethra mexicana</i>	6	0.455	33.541	3.593	12.530
<i>Cornus disciflora</i>	10	0.758	9.705	4.192	4.885
<i>Pteridium aquilinum</i>	474	35.909	20.139	20.958	25.669
<i>Pteridium arachnoideum</i>	10	0.758	0.314	5.988	2.353
<i>Verbesina persicifolia</i>	8	0.606	0.447	2.994	1.349
<i>Verbesina turbacensis</i>	116	8.788	2.882	13.772	8.481
<i>Rubus palmeri</i>	4	0.303	1.398	2.395	1.365
<i>Rhamnus capreifolia</i>	7	0.530	6.261	4.192	3.661
<b>TOTAL</b>	<b>1320</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.64 Índice de diversidad del estrato arbustivo de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Alnus acuminata</i>	0.009	-4.700480366	-0.04273164
<i>Bidens pilosa</i>	0.173	-1.751665012	-0.303887339

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Cestrum fasciculatum</i>	0.001	-7.185387016	-0.005443475
<i>Chenopodium album</i>	0.336	-1.091817246	-0.366420485
<i>Clethra mexicana</i>	0.005	-5.393627546	-0.024516489
<i>Cornus disciflora</i>	0.008	-4.882801923	-0.036990924
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.359	-1.024179694	-0.367773617
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.008	-4.882801923	-0.036990924
<i>Verbesina persicifolia</i>	0.006	-5.105945474	-0.030945124
<i>Verbesina turbacensis</i>	0.088	-2.431796824	-0.213703357
<i>Rubus palmeri</i>	0.003	-5.799092654	-0.017573008
<i>Rhamnus capreifolia</i>	0.005	-5.239476867	-0.027785105
<b>TOTAL</b>			<b>-1.474761486</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.474761486</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>12</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.48490665</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.593487681</b>

### Estrato arbóreo

**Tabla IV.65 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Pinus patula</i>	12	54.545	22.948	47.368	41.621
<i>Quercus eduardi</i>	1	4.545	4.766	5.263	4.858
<i>Quercus sp.</i>	2	9.091	12.974	10.526	10.864
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	7	31.818	59.312	36.842	42.657
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.66 Índice de diversidad del estrato arbóreo de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Pinus patula</i>	0.545	-0.606135804	-0.330619529
<i>Quercus eduardi</i>	0.045	-3.091042453	-0.14050193
<i>Quercus sp.</i>	0.091	-2.397895273	-0.217990479
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	0.318	-1.145132304	-0.364360279

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<b>TOTAL</b>			-1.053472217
		<b>H calculada =</b>	<b>1.053472217</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>4</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.386294361</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.759919572</b>

### Comunidad vegetacional

Tabla IV.67 Índice de valor de importancia de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Cirsium sp.</i>	9	0.346	0.237	0.285	0.289
<i>Erigeron karvinskianus</i>	372	14.302	0.833	6.553	7.229
<i>Oxalis latifolia</i>	10	0.384	0.016	1.140	0.514
<i>Potentilla indica</i>	4	0.154	0.003	1.140	0.432
<i>Senecio inaequidens</i>	68	2.614	0.199	12.821	5.211
<i>Stellaria cuspidata</i>	6	0.231	0.000	1.709	0.647
<i>Salvia sp.</i>	50	1.922	0.913	9.402	4.079
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	7	0.269	1.151	1.994	1.138
<i>Panicum divergens</i>	696	26.759	32.551	3.989	21.099
<i>Lagascea helianthifolia</i>	7	0.269	0.082	1.425	0.592
<i>Eupatorium sp</i>	30	1.153	3.157	6.553	3.621
<i>Alnus acuminata</i>	12	0.461	1.973	3.134	1.856
<i>Bidens pilosa</i>	229	8.804	2.677	9.402	6.961
<i>Cestrum fasciculatum</i>	1	0.038	0.211	0.285	0.178
<i>Chenopodium album</i>	443	17.032	7.050	7.123	10.401
<i>Clethra mexicana</i>	6	0.231	15.784	1.709	5.908
<i>Cornus disciflora</i>	10	0.384	4.567	1.994	2.315
<i>Pteridium aquilinum</i>	474	18.224	9.477	9.972	12.558
<i>Pteridium arachnoideum</i>	10	0.384	0.148	2.849	1.127
<i>Verbesina persicifolia</i>	8	0.308	0.210	1.425	0.648
<i>Verbesina turbacensis</i>	116	4.460	1.356	6.553	4.123
<i>Rubus palmeri</i>	4	0.154	0.658	1.140	0.650
<i>Rhamnus capreifolia</i>	7	0.269	2.946	1.994	1.737
<i>Pinus patula</i>	12	0.461	3.167	2.564	2.064

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Quercus eduardi</i>	1	0.038	0.658	0.285	0.327
<i>Quercus sp.</i>	2	0.077	1.790	0.570	0.812
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	7	0.269	8.185	1.994	3.483
<b>TOTAL</b>	<b>2601</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.68 Índice de valor de importancia de la vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Cirsium sp.</i>	0.0035	-5.666426688	-0.019607013
<i>Erigeron karvinskianus</i>	0.1430	-1.944757411	-0.278142928
<i>Oxalis latifolia</i>	0.0038	-5.561066172	-0.021380493
<i>Potentilla indica</i>	0.0015	-6.477356904	-0.009961333
<i>Senecio inaequidens</i>	0.0261	-3.64414356	-0.095271727
<i>Stellaria cuspidata</i>	0.0023	-6.071891796	-0.014006671
<i>Salvia sp.</i>	0.0192	-3.95162826	-0.075963634
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	0.0027	-5.917741116	-0.015926254
<i>Panicum divergens</i>	0.2676	-1.318301605	-0.352763521
<i>Lagascea helianthifolia</i>	0.0027	-5.917741116	-0.015926254
<i>Eupatorium sp</i>	0.0115	-4.462453884	-0.051470056
<i>Alnus acuminata</i>	0.0046	-5.378744616	-0.024815431
<i>Bidens pilosa</i>	0.0880	-2.429929262	-0.213938409
<i>Cestrum fasciculatum</i>	0.0004	-7.863651265	-0.003023318
<i>Chenopodium album</i>	0.1703	-1.770081495	-0.301478701
<i>Clethra mexicana</i>	0.0023	-6.071891796	-0.014006671
<i>Cornus disciflora</i>	0.0038	-5.561066172	-0.021380493
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.1822	-1.702443944	-0.3102493
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.0038	-5.561066172	-0.021380493
<i>Verbesina persicifolia</i>	0.0031	-5.784209724	-0.017790726
<i>Verbesina turbacensis</i>	0.0446	-3.110061074	-0.138703224
<i>Rubus palmeri</i>	0.0015	-6.477356904	-0.009961333
<i>Rhamnus caprefolia</i>	0.0027	-5.917741116	-0.015926254
<i>Pinus patula</i>	0.0046	-5.378744616	-0.024815431
<i>Quercus eduardi</i>	0.0004	-7.863651265	-0.003023318
<i>Quercus sp.</i>	0.0008	-7.170504085	-0.005513652

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	0.0027	-5.917741116	-0.015926254
<b>TOTAL</b>			-2.092352893
		<b>H calculada =</b>	<b>2.092352893</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>27</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.295836866</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.634847227</b>

#### IV.2.1.2.1.7.2 Índices de diversidad, para el Sistema Ambiental Regional.

##### Matorral Crasicaule (7800 m<sup>2</sup>)

##### Estrato herbáceo

Tabla IV.69 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del matorral crasicaule.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Liliaceae</i>	276	78.187	3.237	58.400	46.608
<i>Bouteloua hirsuta</i>	43	12.181	7.090	22.400	13.890
<i>Salvia melissodora.</i>	34	9.632	89.674	19.200	39.502
<b>TOTAL</b>	<b>353</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.70 Índice de diversidad del estrato herbáceo del matorral crasicaule.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Liliaceae</i>	0.782	-0.246067191	-0.192392478
<i>Bouteloua hirsuta</i>	0.122	-2.105267941	-0.256449069
<i>Salvia melissodora.</i>	0.096	-2.340107532	-0.225392793
<b>TOTAL</b>			-0.674234341
		<b>H calculada =</b>	<b>0.674234341</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>3</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.098612289</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.613714545</b>



Estrato arbustivo
**Tabla IV.71 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del matorral crasicaule.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Agave applanata</i>	26	1.328	1.105	3.092	1.841
<i>Agave salmiana</i>	200	10.215	20.044	15.933	15.397
<i>Arctostaphylos pungens</i>	2	0.102	0.411	0.238	0.250
<i>Baccharis conferta</i>	423	21.604	12.545	25.446	19.865
<i>Bouvardia ternifolia</i>	2	0.102	0.026	0.238	0.122
<i>Coryphantha sulconata</i>	13	0.664	0.009	1.189	0.621
<i>Dalea bicolor</i>	12	0.613	3.119	1.070	1.601
<i>Ferocactus histrix</i>	8	0.409	0.082	0.951	0.481
<i>Indigofera miniata</i>	4	0.204	0.180	0.476	0.287
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1	0.051	0.157	0.119	0.109
<i>Mammillaria magnimamma</i>	981	50.102	2.788	28.537	27.143
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	95	4.852	13.550	5.470	7.957
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	35	1.788	5.338	3.092	3.406
<i>Opuntia stenopetala</i>	37	1.890	5.818	3.329	3.679
<i>Opuntia megacantha</i>	69	3.524	26.792	6.778	12.365
<i>Opuntia xpalida</i>	24	1.226	3.774	1.902	2.301
<i>Opuntia lindheimeri</i>	14	0.715	2.875	0.713	1.435
<i>Zaluzania augusta</i>	12	0.613	1.386	1.427	1.142
<b>TOTAL</b>	<b>1958</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.72 Índice de diversidad del estrato arbustivo del matorral crasicaule.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Agave applanata</i>	0.013	-4.321582285	-0.057385669
<i>Agave salmiana</i>	0.102	-2.281361457	-0.233029771
<i>Arctostaphylos pungens</i>	0.001	-6.886531643	-0.007034251
<i>Baccharis conferta</i>	0.216	-1.532306644	-0.331034581
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.001	-6.886531643	-0.007034251
<i>Coryphantha sulconata</i>	0.007	-5.014729466	-0.033294935
<i>Dalea bicolor</i>	0.006	-5.094772173	-0.031224344
<i>Ferocactus sp.</i>	0.004	-5.500237281	-0.02247288
<i>Indigofera miniata</i>	0.002	-6.193384462	-0.012652471
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.001	-7.579678823	-0.003871133

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0.501	-0.691106364	-0.346259113
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	0.049	-3.025801931	-0.146808572
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0.018	-4.024330762	-0.071936454
<i>Opuntia stenopetala</i>	0.019	-3.96876091	-0.074997014
<i>Opuntia megacantha</i>	0.035	-3.345572318	-0.117898105
<i>Opuntia x palida</i>	0.012	-4.401624993	-0.053952502
<i>Opuntia lindheimeri</i>	0.007	-4.940621493	-0.035326201
<i>Zaluzania augusta</i>	0.006	-5.094772173	-0.031224344
<b>TOTAL</b>			<b>-1.617436591</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.617436591</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>18</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.890371758</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.559594656</b>

### Estrato arbóreo

Tabla IV.73 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del matorral crasicuale.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	10	71.429	19.544	71.429	54.134
<i>Quercus deserticola</i>	2	14.286	52.319	14.286	26.964
<i>Yucca filifera</i>	2	14.286	28.136	14.286	18.903
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.74 Índice de diversidad del estrato arbóreo del matorral crasicuale.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.714	-0.336472237	-0.240337312
<i>Quercus deserticola</i>	0.143	-1.945910149	-0.277987164
<i>Yucca filifera</i>	0.143	-1.945910149	-0.277987164
<b>TOTAL</b>			<b>-0.79631164</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>0.79631164</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>3</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.098612289</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.724834092</b>

### Comunidad vegetacional

El valor de importancia para la comunidad del matorral está determinado por la dominancia de las especies de *Agave salmiana* (13.38), *Mammillaria magnimamma* (23.05), *Opuntia sp2* (10.89) y *Baccharis conferta* (17.07), el estrato arbustivo es el más dominante y diverso (18 especies), lo que determina la fisonomía del matorral. Las gramíneas son escasas, lo que indica la ausencia de pastizales importantes. En cuanto a la riqueza de la comunidad, se registra un valor de 24, que muestra una diversidad importante, como lo indica también un valor de  $H = 1.93$ , que refleja una buena interacción en el matorral del SAR.

**Tabla IV.75 Índice de valor de importancia del matorral crasicuale.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Liliaceae</i>	276	11.871	0.032	7.449	6.451
<i>Bouteloua hirsuta</i>	43	1.849	0.069	2.857	1.592
<i>Salvia melissodora.</i>	34	1.462	0.876	2.449	1.596
<i>Agave applanata</i>	26	1.118	0.985	2.653	1.586
<i>Agave salmiana</i>	200	8.602	17.875	13.673	13.384
<i>Arctostaphylos pungens</i>	2	0.086	0.366	0.204	0.219
<i>Baccharis conferta</i>	423	18.194	11.187	21.837	17.072
<i>Bouvardia ternifolia</i>	2	0.086	0.023	0.204	0.104
<i>Coryphantha sulconata</i>	13	0.559	0.008	1.020	0.529
<i>Dalea bicolor</i>	12	0.516	2.782	0.918	1.405
<i>Ferocactus sp.</i>	8	0.344	0.073	0.816	0.411
<i>Indigofera miniata</i>	4	0.172	0.161	0.408	0.247
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	1	0.043	0.140	0.102	0.095
<i>Mammillaria magnimamma</i>	981	42.194	2.486	24.490	23.057
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	95	4.086	12.083	4.694	6.954
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	35	1.505	4.761	2.653	2.973
<i>Opuntia stenopetala</i>	37	1.591	5.188	2.857	3.212
<i>Opuntia megacantha</i>	69	2.968	23.893	5.816	10.892
<i>Opuntia xpalidad</i>	24	1.032	3.365	1.633	2.010
<i>Opuntia lindheimeri</i>	14	0.602	2.564	0.612	1.260
<i>Zaluzania augusta</i>	12	0.516	1.236	1.224	0.992
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	10	0.430	1.924	1.020	1.125
<i>Quercus deserticola</i>	2	0.086	5.151	0.204	1.814

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Yucca filifera</i>	2	0.086	2.770	0.204	1.020
<b>TOTAL</b>	<b>2325</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.76 Índice de diversidad del matorral crasicaule.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Liliaceae</i>	0.119	-2.131074452	-0.252979161
<i>Bouteloua hirsuta</i>	0.018	-3.990275202	-0.073798638
<i>Salvia melissodora.</i>	0.015	-4.225114793	-0.061786625
<i>Agave applanata</i>	0.011	-4.49337878	-0.050248537
<i>Agave salmiana</i>	0.086	-2.453157951	-0.21102434
<i>Arctostaphylos pungens</i>	0.001	-7.058328137	-0.00607168
<i>Baccharis conferta</i>	0.182	-1.704103139	-0.310036829
<i>Bouvardia ternifolia</i>	0.001	-7.058328137	-0.00607168
<i>Coryphantha sulconata</i>	0.006	-5.186525961	-0.02899993
<i>Dalea bicolor</i>	0.005	-5.266568668	-0.02718229
<i>Ferocactus sp.</i>	0.003	-5.672033776	-0.019516675
<i>Indigofera miniata</i>	0.002	-6.365180957	-0.010950849
<i>Karwinskia humboldtiana</i>	0.000	-7.751475318	-0.003333968
<i>Mammillaria magnimamma</i>	0.422	-0.862902858	-0.364089335
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	0.041	-3.197598426	-0.130654559
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	0.015	-4.196127257	-0.063167507
<i>Opuntia stenopetala</i>	0.016	-4.140557405	-0.065892742
<i>Opuntia megacantha</i>	0.030	-3.517368813	-0.104386429
<i>Opuntia xpalidad</i>	0.010	-4.573421488	-0.047209512
<i>Opuntia lindheimeri</i>	0.006	-5.112417988	-0.030784452
<i>Zaluzania augusta</i>	0.005	-5.266568668	-0.02718229
<i>Eysenhardtia polystachya</i>	0.004	-5.448890225	-0.023436087
<i>Quercus deserticola</i>	0.001	-7.058328137	-0.00607168
<i>Yucca filifera</i>	0.001	-7.058328137	-0.00607168
<b>TOTAL</b>			<b>-1.930947476</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.930947476</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>24</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.17805383</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.607588033</b>

## Bosque de Pino-Encino

La riqueza y diversidad registra valores más altos para los estratos arbóreo ( $S = 17$  y  $H = 1.37$ ) y arbustivo ( $R = 16$  y  $H = 1.95$ ), lo que indica una alta interacción ecológica entre ambas formas biológicas con efectos importantes en la estructura del suelo y la conservación de la humedad, favoreciendo el mantenimiento de especies sensibles a condiciones de perturbación. En referencia al estrato herbáceo, está determinado por las acciones antrópicas que favorecen la presencia de gramíneas. Las diferentes especies de helechos en la estructura de la comunidad son claves por su abundancia, la capacidad que tienen para la retención de agua mediante sus rizomas y el aporte de materia orgánica al suelo, ejemplo de esto, es *Polypodium virginianum* con un valor de importancia de 16.07. Podemos concluir que esta comunidad marca una condición estable.

### Estrato herbáceo

**Tabla IV.77 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Muhlebergia geminiflora</i>	156	56.318	63.999	59.067	59.795
<i>Commelina sp.</i>	76	27.437	17.538	29.016	24.664
<i>Salvia microphylla</i>	45	16.245	18.462	11.917	15.542
<b>TOTAL</b>	<b>277</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.78 Índice de diversidad del estrato herbáceo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	$p_i$	$\ln p_i$	$p_i \ln p_i$
<i>Muhlebergia geminiflora</i>	0.563	-0.574161499	-0.32335449
<i>Commelina sp.</i>	0.274	-1.293284166	-0.354836089
<i>Salvia microphylla</i>	0.162	-1.817355016	-0.29523818
<b>TOTAL</b>			<b>-0.973428759</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>0.973428759</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>3</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.098612289</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.886053041</b>

Estrato arbustivo
**Tabla IV.79 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Baccharis sp</i>	3	0.059	2.081	0.463	0.868
<i>Mammillaria sp.</i>	519	10.255	0.660	12.191	7.702
<i>Microsorium diversifolium</i>	831	16.420	0.180	11.728	9.443
<i>Microsorium postulatum</i>	316	6.244	6.254	11.728	8.076
<i>Myriopteris aurea</i>	1085	21.438	7.104	12.191	13.578
<i>Opuntia robusta</i>	18	0.356	0.888	0.772	0.672
<i>Opuntia lindheimeri</i>	9	0.178	3.997	1.080	1.752
<i>Phlebodium areolatum</i>	325	6.422	0.539	7.870	4.944
<i>Polypodium virginianum</i>	1464	28.927	0.321	18.981	16.077
<i>Pteridium aquilinum</i>	196	3.873	13.844	10.031	9.249
<i>Pteridium arachnoideum</i>	220	4.347	17.820	6.944	9.704
<i>Tillandsia deppeana</i>	6	0.119	0.166	0.463	0.249
<i>Tillandsia gymnotrya</i>	25	0.494	1.928	2.315	1.579
<i>Tillandsia uncinata</i>	10	0.198	0.193	0.309	0.233
<i>Opuntia robusta</i>	15	0.296	7.401	0.617	2.772
<i>Calycorectes mexicanus</i>	19	0.375	36.622	2.315	13.104
<b>TOTAL</b>	<b>5061</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.80 Índice de diversidad del estrato arbustivo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Baccharis sp</i>	0.0006	-7.430707083	-0.004404687
<i>Mammillaria sp.</i>	0.1025	-2.277415488	-0.233546461
<i>Microsorium diversifolium</i>	0.1642	-1.806689576	-0.296652645
<i>Microsorium postulatum</i>	0.0624	-2.773577158	-0.173177313
<i>Myriopteris aurea</i>	0.2144	-1.539984105	-0.330148736
<i>Opuntia robusta</i>	0.0036	-5.638947613	-0.020055534
<i>Opuntia lindheimeri</i>	0.0018	-6.332094794	-0.011260394
<i>Phlebodium areolatum</i>	0.0642	-2.745494189	-0.176306187
<i>Polypodium virginianum</i>	0.2893	-1.240391677	-0.358809211
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.0387	-3.251204712	-0.125911109
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.0435	-3.135691825	-0.136307489

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Tillandsia deppeana</i>	0.0012	-6.737559902	-0.007987623
<i>Tillandsia gymnobotrya</i>	0.0049	-5.310443546	-0.026232185
<i>Tillandsia uncinata</i>	0.0020	-6.226734278	-0.012303367
<i>Opuntia robusta</i>	0.0030	-5.82126917	-0.017253317
<i>Calycorectes mexicanus</i>	0.0038	-5.584880392	-0.020966751
<b>TOTAL</b>			<b>-1.951323009</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.951323009</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>16</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.772588722</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.703791007</b>

### Estrato arbóreo

**Tabla IV.81 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del bosque de pino-encino.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Arbutus xalapensis</i>	2	0.329	0.061	0.730	0.373
<i>Quercus affinis</i>	3	0.493	2.598	1.095	1.396
<i>Quercus castanea</i>	22	3.618	10.718	8.029	7.455
<i>Quercus crassifolia</i>	15	2.467	4.111	4.015	3.531
<i>Quercus x dyspophylla</i>	5	0.822	0.609	1.460	0.964
<i>Quercus frutex</i>	1	0.164	0.166	0.365	0.232
<i>Quercus glabrescens</i>	21	3.454	7.105	5.474	5.344
<i>Quercus laeta</i>	19	3.125	1.607	5.474	3.402
<i>Quercus laurina</i>	10	1.645	1.386	2.555	1.862
<i>Quercus obtusata</i>	4	0.658	1.353	1.460	1.157
<i>Quercus rugosa</i>	14	2.303	5.123	3.650	3.692
<i>Quercus sp.</i>	10	1.645	19.487	3.650	8.260
<i>Quercus sp2</i>	20	3.289	2.772	4.745	3.602
<i>Quercus xylina</i>	4	0.658	4.582	1.460	2.233
<i>Pinus oocarpa</i>	422	69.408	26.262	42.701	46.124
<i>Pinus patula</i>	5	0.822	0.166	1.825	0.938
<i>Pinus teocote</i>	31	5.099	11.896	11.314	9.436
<b>TOTAL</b>	<b>608</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.82 Índice de diversidad del estrato arbóreo del bosque de pino-encino.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.003	-5.717027701	-0.018806012
<i>Quercus affinis</i>	0.005	-5.311562593	-0.026208368
<i>Quercus castanea</i>	0.036	-3.319132429	-0.120100187
<i>Quercus crassifolia</i>	0.025	-3.702124681	-0.091335313
<i>Quercus x dypsophylla</i>	0.008	-4.80073697	-0.039479745
<i>Quercus frutex</i>	0.002	-6.410174882	-0.010543051
<i>Quercus glabrescens</i>	0.035	-3.365652444	-0.116247864
<i>Quercus laeta</i>	0.031	-3.465735903	-0.108304247
<i>Quercus laurina</i>	0.016	-4.107589789	-0.067559043
<i>Quercus obtusata</i>	0.007	-5.023880521	-0.033051846
<i>Quercus rugosa</i>	0.023	-3.771117552	-0.086834944
<i>Quercus sp.</i>	0.016	-4.107589789	-0.067559043
<i>Quercus sp2</i>	0.033	-3.414442608	-0.112317191
<i>Quercus xylina</i>	0.007	-5.023880521	-0.033051846
<i>Pinus oocarpa</i>	0.694	-0.365169568	-0.253456509
<i>Pinus patula</i>	0.008	-4.80073697	-0.039479745
<i>Pinus teocote</i>	0.051	-2.976187677	-0.151746411
<b>TOTAL</b>			-1.376081363
		<b>H calculada =</b>	<b>1.376081363</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>17</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.833213344</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.485696344</b>

### Comunidad vegetal

Los valores de importancia, muestran valores relativamente iguales para la mayoría de las especies registradas, mostrando una estructura de la comunidad donde las especies interactúan entre sí proporcionalmente. De las 36 especies registradas, destacan *Polypodium virginianum* con un valor de importancia de 11.88 y *Pinus oocarpa* con 14.20, siendo los más altos en la comunidad de pino – encino. La dominancia de *Pinus oocarpa*, es un indicativo de especie clave para la estabilidad del bosque.



Tabla IV.83 Índice de valor de importancia del bosque de pino-encino.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Muhlebergia geminiflora</i>	156	2.624	0.322	10.224	4.390
<i>Commelina sp.</i>	76	1.278	0.088	5.022	2.130
<i>Salvia mycrophylla</i>	45	0.757	0.093	2.063	0.971
<i>Baccharis sp</i>	3	0.050	0.087	0.269	0.136
<i>Mammillaria sp.</i>	519	8.729	0.028	7.085	5.280
<i>Microsorium diversifolium</i>	831	13.976	0.008	6.816	6.933
<i>Microsorium postulatatum</i>	316	5.314	0.262	6.816	4.131
<i>Myriopteris aurea</i>	1085	18.248	0.297	7.085	8.543
<i>Opuntia robusta</i>	18	0.303	0.037	0.448	0.263
<i>Opuntia lindheimeri</i>	9	0.151	0.167	0.628	0.315
<i>Phlebodium areolatum</i>	325	5.466	0.023	4.574	3.354
<i>Polypodium virginianum</i>	1464	24.622	0.013	11.031	11.889
<i>Pteridium aquilinum</i>	196	3.296	0.579	5.830	3.235
<i>Pteridium arachnoideum</i>	220	3.700	0.745	4.036	2.827
<i>Tillandsia deppeana</i>	6	0.101	0.007	0.269	0.126
<i>Tillandsia gymnototrya</i>	25	0.420	0.081	1.345	0.615
<i>Tillandsia uncinata</i>	10	0.168	0.008	0.179	0.119
<i>Opuntia robusta</i>	15	0.252	0.310	0.359	0.307
<i>Calycorectes mexicanus</i>	19	0.320	1.532	1.345	1.066
<i>Arbutus xalapensis</i>	2	0.034	0.058	0.179	0.090
<i>Quercus affinis</i>	3	0.050	2.477	0.269	0.932
<i>Quercus castanea</i>	22	0.370	10.216	1.973	4.186
<i>Quercus crassifolia</i>	15	0.252	3.918	0.987	1.719
<i>Quercus x dypsophylla</i>	5	0.084	0.580	0.359	0.341
<i>Quercus frutex</i>	1	0.017	0.158	0.090	0.088
<i>Quercus glabrescens</i>	21	0.353	6.772	1.345	2.823
<i>Quercus laeta</i>	19	0.320	1.532	1.345	1.066
<i>Quercus laurina</i>	10	0.168	1.321	0.628	0.706
<i>Quercus obtusata</i>	4	0.067	1.290	0.359	0.572
<i>Quercus rugosa</i>	14	0.235	4.883	0.897	2.005
<i>Quercus sp.</i>	10	0.168	18.574	0.897	6.546
<i>Quercus sp2</i>	20	0.336	2.642	1.166	1.381
<i>Quercus xylina</i>	4	0.067	4.367	0.359	1.598
<i>Pinus oocarpa</i>	422	7.097	25.031	10.493	14.207

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Pinus patula</i>	5	0.084	0.158	0.448	0.230
<i>Pinus teocote</i>	31	0.521	11.338	2.780	4.880
<b>TOTAL</b>	<b>5946</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.84 Índice de diversidad del bosque de pino-encino.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Chloris</i>	0.0262	-3.640617996	-0.095515709
<i>Commelina sp.</i>	0.0128	-4.359740663	-0.055724906
<i>Salvia sp.</i>	0.0076	-4.883811514	-0.036961237
<i>Baccharis sp</i>	0.0005	-7.591861715	-0.003830404
<i>Mammillaria sp.</i>	0.0873	-2.43857012	-0.212851983
<i>Microsorium diversifolium</i>	0.1398	-1.967844209	-0.275021617
<i>Microsorium postulatum</i>	0.0531	-2.93473179	-0.155966237
<i>Myriopteris aurea</i>	0.1825	-1.701138738	-0.310416335
<i>Opuntia robusta</i>	0.0030	-5.800102246	-0.017558332
<i>Opuntia lindheimeri</i>	0.0015	-6.493249426	-0.009828329
<i>Phlebodium areolatum</i>	0.0547	-2.906648821	-0.158873338
<i>Polypodium virginianum</i>	0.2462	-1.401546309	-0.345083047
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.0330	-3.412359344	-0.11248275
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.0370	-3.296846457	-0.12198221
<i>Tillandsia deppeana</i>	0.0010	-6.898714534	-0.006961367
<i>Tillandsia gymnobotrya</i>	0.0042	-5.471598179	-0.023005374
<i>Tillandsia uncinata</i>	0.0017	-6.387888911	-0.01074317
<i>Opuntia robusta</i>	0.0025	-5.982423802	-0.015091886
<i>Calycorectes mexicanus</i>	0.0032	-5.746035024	-0.018361027
<i>Arbutus xalapensis</i>	0.0003	-7.997326823	-0.002689985
<i>Quercus affinis</i>	0.0005	-7.591861715	-0.003830404
<i>Quercus castanea</i>	0.0037	-5.59943155	-0.020717708
<i>Quercus crassifolia</i>	0.0025	-5.982423802	-0.015091886
<i>Quercus x dyspophylla</i>	0.0008	-7.081036091	-0.005954453
<i>Quercus frutex</i>	0.0002	-8.690474004	-0.001461566
<i>Quercus glabrescens</i>	0.0035	-5.645951566	-0.019940293
<i>Quercus laeta</i>	0.0032	-5.746035024	-0.018361027
<i>Quercus laurina</i>	0.0017	-6.387888911	-0.01074317

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Quercus obtusata</i>	0.0007	-7.304179642	-0.004913676
<i>Quercus rugosa</i>	0.0024	-6.051416674	-0.014248206
<i>Quercus sp.</i>	0.0017	-6.387888911	-0.01074317
<i>Quercus sp2</i>	0.0034	-5.69474173	-0.019154866
<i>Quercus xyliina</i>	0.0007	-7.304179642	-0.004913676
<i>Pinus oocarpa</i>	0.0710	-2.64546869	-0.187754421
<i>Pinus patula</i>	0.0008	-7.081036091	-0.005954453
<i>Pinus teocote</i>	0.0052	-5.256486799	-0.027405162
<b>TOTAL</b>			<b>-2.360137386</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>2.360137386</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>36</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.583518938</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.658608878</b>

### Bosque Mesófilo De Montaña

Al igual que otras comunidades, el estrato arbustivo es el componente con una densidad relativa, valores de riqueza y diversidad más altos ( $S = 19$ ;  $H = 1.96$ ), seguido del estrato arbóreo ( $S = 9$ ;  $H = 1.64$ ). Estos valores nos muestran una comunidad con tasas de interacción altas y un buen estado de conservación de las poblaciones. Por otro lado, el estrato herbáceo está poco representado ( $S = 4$  y una  $H = 0.98$ ). En el estrato arbustivo destacan, por su valor de importancia, las especies *Polypodium virginianum*, *Polypodium virginianum* (17.53) y *Rhanmus capreaefolia* (13.63). En el estrato arbóreo destacan *Pinus patula*, *Quercus sp.*, con valores de importancia de 28.83 y 22.61, respectivamente. Para la comunidad en su conjunto, se reconoce un índice de diversidad de  $H = 2.20$ , lo que indica una importante interacción entre las especies del BMM.

#### Estrato herbáceo

Tabla IV.85 Índice de valor de importancia del estrato herbáceo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Coccocypselum cordifolium</i>	287	43.158	59.594	34.010	45.587
<i>Lycopodium sp</i>	75	11.278	15.572	3.553	10.134
<i>Melastoma malabathricum</i>	301	45.263	2.500	61.421	36.395
<i>Miconia oligotricha</i>	2	0.301	22.334	1.015	7.883
<b>TOTAL</b>	<b>665</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.86 Índice de diversidad del estrato herbáceo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Coccocypselum cordifolium</i>	0.432	-0.840304825	-0.362657872
<i>Lycopodium sp</i>	0.113	-2.182298927	-0.246123939
<i>Melastoma malabathricum</i>	0.453	-0.792676776	-0.358790541
<i>Miconia oligotricha</i>	0.003	-5.80663986	-0.017463579
<b>TOTAL</b>			-0.98503593
		<b>H calculada =</b>	<b>0.98503593</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>4</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>1.386294361</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.710553226</b>

### Estrato arbustivo

Tabla IV.87 Índice de valor de importancia del estrato arbustivo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Diphasiastrum digitatum</i>	247	5.874	0.640	8.038	4.851
<i>Microsorium diversifolium</i>	442	10.511	0.024	12.839	7.791
<i>Microsorium postulatum</i>	7	0.166	0.005	0.731	0.301
<i>Parapolystichum glabellum</i>	317	7.539	25.452	9.290	14.094
<i>Phlebodium areolatum</i>	9	0.214	0.003	0.939	0.385
<i>Phytolacca americana</i>	80	1.902	0.864	4.697	2.488
<i>Polypodium rhodopleuron</i>	4	0.095	0.001	0.418	0.171
<i>Polypodium virginianum</i>	1820	43.282	0.087	9.290	17.553
<i>Polystichum acrostichoides</i>	356	8.466	0.265	10.230	6.320
<i>Pteridium aquilinum</i>	389	9.251	6.011	6.994	7.418
<i>Pteridium arachnoideum</i>	100	2.378	2.706	7.829	4.304
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	233	5.541	22.636	12.735	13.637
<i>Microtropis stipitata</i>	86	2.045	0.928	6.994	3.322
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	19	0.452	20.510	1.670	7.544
<i>Lagascea helianthifolia</i>	15	0.357	1.710	1.253	1.107
<i>Miconia oligotricha</i>	6	0.143	0.684	0.418	0.415
<i>Smilas xalapensis</i>	25	0.595	8.922	1.670	3.729
<i>Vaccinium leucanthum</i>	46	1.094	7.945	3.549	4.196

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Stevia ovata</i>	4	0.095	0.607	0.418	0.373
<b>TOTAL</b>	<b>4205</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Tabla IV.88 Índice de diversidad del estrato arbustivo del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Diphasiastrum digitatum</i>	0.059	-2.834641236	-0.16650568
<i>Microsorium diversifolium</i>	0.105	-2.25271969	-0.236790036
<i>Microsorium postulatum</i>	0.002	-6.398119423	-0.010650853
<i>Parapolystichum glabellum</i>	0.075	-2.585127799	-0.194883594
<i>Phlebodium areolatum</i>	0.002	-6.146804995	-0.013156063
<i>Phytolacca americana</i>	0.019	-3.962002938	-0.075376988
<i>Polypodium rhodopleuron</i>	0.001	-6.957735211	-0.006618535
<i>Polypodium virginianum</i>	0.433	-0.837437792	-0.362458212
<i>Polystichum acrostichoides</i>	0.085	-2.469098842	-0.209036668
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.093	-2.380450229	-0.220212875
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.024	-3.738859386	-0.088914611
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	0.055	-2.892991119	-0.160301291
<i>Microtropis stipitata</i>	0.020	-3.889682276	-0.079551171
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	0.005	-5.399590593	-0.024397674
<i>Lagascea helianthifolia</i>	0.004	-5.635979371	-0.020104564
<i>Miconia oligotricha</i>	0.001	-6.552270103	-0.009349256
<i>Smilas xalapensis</i>	0.006	-5.125153748	-0.030470593
<i>Vaccinium leucanthum</i>	0.011	-4.515388176	-0.049395447
<i>Stevia ovata</i>	0.001	-6.957735211	-0.006618535
<b>TOTAL</b>			-1.964792648
		<b>H calculada =</b>	<b>1.964792648</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>19</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.944438979</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.667289308</b>

### Estrato arbóreo

**Tabla IV.89 Índice de valor de importancia del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Alnus jorullensis</i>	10	1.252	5.307	2.445	3.001
<i>Clethra mexicana</i>	105	13.141	11.283	17.115	13.847
<i>Liquidambar styraciflua</i>	3	0.375	0.882	0.733	0.664
<i>Pinus patula</i>	195	24.406	40.822	21.271	28.833
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	260	32.541	4.433	15.159	17.378
<i>Quercus crassifolia</i>	33	4.130	3.040	5.868	4.346
<i>Quercus sartorii</i>	32	4.005	15.373	7.824	9.067
<i>Quercus laeta</i>	160	20.025	18.491	29.340	22.619
<i>Quercus rugosa</i>	1	0.125	0.369	0.244	0.246
<b>TOTAL</b>	<b>799</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

**Tabla IV.90 Índice de diversidad del estrato arbóreo del bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Alnus jorullensis</i>	0.013	-4.380775853	-0.054828233
<i>Clethra mexicana</i>	0.131	-2.029400596	-0.266692193
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.004	-5.584748657	-0.020969019
<i>Pinus patula</i>	0.244	-1.410361387	-0.344205845
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	0.325	-1.122679315	-0.365327437
<i>Quercus crassifolia</i>	0.041	-3.186853384	-0.13162223
<i>Quercus sartorii</i>	0.040	-3.217625043	-0.128866084
<i>Quercus laeta</i>	0.200	-1.608187131	-0.322039976
<i>Quercus rugosa</i>	0.001	-6.683360946	-0.008364657
<b>TOTAL</b>			<b>-1.642915675</b>
		<b>H calculada =</b>	<b>1.642915675</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>9</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>2.197224577</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.747723147</b>

## Comunidad vegetacional

Tabla IV.91 Índice de valor de importancia del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Coccocypselum cordifolium</i>	287	2.739	0.043	0.289	1.023
<i>Lycopodium sp</i>	75	0.716	0.014	1.659	0.796
<i>Melastoma malabathricum</i>	301	2.872	0.001	1.659	1.511
<i>Miconia oligotricha</i>	2	0.019	0.908	1.804	0.910
<i>Diphasiastrum digitatum</i>	95	0.906	0.228	1.876	1.004
<i>Microsorium diversifolium</i>	34	0.324	0.908	0.433	0.555
<i>Microsorium postulatum</i>	67	0.639	0.161	3.247	1.349
<i>Parapolystichum glabellum</i>	160	1.527	1.537	8.874	3.980
<i>Phlebodium areolatum</i>	150	1.431	0.811	2.453	1.565
<i>Phytolacca americana</i>	150	1.431	0.563	6.926	2.974
<i>Polypodium rhodopleuron</i>	582	5.553	2.184	10.462	6.067
<i>Polypodium virginianum</i>	345	3.292	7.050	7.071	5.804
<i>Polystichum acrostichoides</i>	3575	34.113	0.054	8.009	14.058
<i>Pteridium aquilinum</i>	20	0.191	0.342	1.443	0.658
<i>Pteridium arachnoideum</i>	1940	18.511	34.663	8.874	20.683
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	40	0.382	0.006	2.453	0.947
<i>Microtropis stipitata</i>	400	3.817	0.015	7.071	3.634
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	35	0.334	0.426	1.659	0.806
<i>Lagascea helianthifolia</i>	1635	15.601	18.202	9.091	14.298
<i>Miconia oligotricha</i>	96	0.916	6.356	1.082	2.785
<i>Smilax xalapensis</i>	89	0.849	3.421	0.433	1.568
<i>Vaccinium leucanthum</i>	28	0.267	0.067	0.938	0.424
<i>Stevia ovata</i>	195	1.861	0.393	3.391	1.882
<i>Alnus jorullensis</i>	4	0.038	0.011	0.289	0.113
<i>Clethra mexicana</i>	27	0.258	0.009	1.154	0.474
<i>Liquidambar styraciflua</i>	22	0.210	3.382	1.082	1.558
<i>Pinus patula</i>	61	0.582	0.147	2.309	1.012
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	10	0.095	1.537	0.577	0.737
<i>Quercus crassifolia</i>	1	0.010	0.375	0.072	0.152
<i>Quercus sartorii</i>	9	0.086	1.216	0.649	0.650
<i>Quercus laeta</i>	37	0.353	13.888	2.092	5.444
<i>Quercus rugosa</i>	8	0.076	1.081	0.577	0.578

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS	DENSIDAD RELATIVA	DOMINANCIA RELATIVA	FRECUENCIA RELATIVA	VALOR DE IMPORTANCIA
TOTAL	10480	100	100	100	100

Tabla IV.92 Índice de diversidad del bosque mesófilo de montaña.

ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
<i>Coccocypselum cordifolium</i>	0.027	-3.597741742	-0.098525943
<i>Lycopodium sp</i>	0.007	-4.939735844	-0.035351163
<i>Melastoma malabathricum</i>	0.029	-3.550113693	-0.101964143
<i>Miconia oligotricha</i>	0.000	-8.564076777	-0.001634366
<i>Diphasiastrum digitatum</i>	0.009	-4.703347066	-0.042635303
<i>Microsorium diversifolium</i>	0.003	-5.730863433	-0.018592496
<i>Microsorium postulatum</i>	0.006	-5.052531338	-0.032301489
<i>Parapolystichum glabellum</i>	0.015	-4.182050143	-0.063848094
<i>Phlebodium areolatum</i>	0.014	-4.246588664	-0.060781326
<i>Phytolacca americana</i>	0.014	-4.246588664	-0.060781326
<i>Polypodium rhodopleuron</i>	0.056	-2.89075351	-0.160536121
<i>Polypodium virginianum</i>	0.033	-3.413679541	-0.112377809
<i>Polystichum acrostichoides</i>	0.341	-1.075503503	-0.366882159
<i>Pteridium aquilinum</i>	0.002	-6.261491684	-0.011949412
<i>Pteridium arachnoideum</i>	0.185	-1.686780706	-0.312247573
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	0.004	-5.568344504	-0.021253223
<i>Microtropis stipitata</i>	0.038	-3.265759411	-0.124647306
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	0.003	-5.701875896	-0.019042524
<i>Lagascea helianthifolia</i>	0.156	-1.857825875	-0.289842109
<i>Miconia oligotricha</i>	0.009	-4.692875766	-0.042988175
<i>Smilas xalapensis</i>	0.008	-4.768587588	-0.040496593
<i>Vaccinium leucanthum</i>	0.003	-5.925019448	-0.015830205
<i>Stevia ovata</i>	0.019	-3.984224399	-0.074133946
<i>Alnus jorullensis</i>	0.000	-7.870929597	-0.003004172
<i>Clethra mexicana</i>	0.003	-5.961387092	-0.015358535
<i>Liquidambar styraciflua</i>	0.002	-6.166181505	-0.012944274
<i>Pinus patula</i>	0.006	-5.146350094	-0.0299549
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	0.001	-6.954638865	-0.006636106
Encino pequeño	0.000	-9.257223958	-0.000883323
Encino 2	0.001	-7.059999381	-0.006062977



ESPECIE	pi	ln pi	pi ln pi
encino delgado y ramificado en la parte media y terminal	0.004	-5.646306045	-0.019934477
<i>Quercus rugosa</i>	0.001	-7.177782416	-0.005479223
<b>TOTAL</b>			-2.208900791
		<b>H calculada =</b>	<b>2.208900791</b>
		<b>Riqueza =</b>	<b>32</b>
		<b>H máxima =</b>	<b>3.465735903</b>
		<b>Equidad</b>	<b>0.637354043</b>

#### IV.2.1.2.1.8 Vegetación endémica y/o en peligro de extinción.

En el Sistema Ambiental, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, rara y las sujetas a protección especial; que establece especificaciones para su protección, publicado en el Diario Oficial de la Federación **se registran las siguientes especies** bajo algún status.

Tabla IV.93 Especies en peligro de extinción del Sistema Ambiental Regional.

GRUPO TAXONÓMICO	ESTATUS
<b>BETULACEA</b>	
<i>Ostrya virginiana</i>	Pr
<b>CACTACEAE</b>	
<i>Aporoctus flagelliformis</i>	P
<i>Echinocactus platyacanthus</i>	Pr
<i>Ferocactus histrix</i>	Pr
<b>CYATHEACEAE</b>	
<i>Cyathea fulva</i>	Pr
<b>MAGNOLIACEAE</b>	
<i>Magnolia schiedeana</i>	A
<b>ORCHIDACEAE</b>	
<i>Laelia speciosa</i>	Pr
<b>LAURACEAE</b>	
<i>Litsea glaucescens</i>	P
<b>PSILOTACEAE</b>	
<i>Psilotum complanatum</i>	A
<b>BROMELIACEAE</b>	

GRUPO TAXONÓMICO	ESTATUS
<i>Tillandsia imperialis</i>	A
<b>FAGACEAE</b>	
<i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>mexicana</i>	P

NOM-059.SEMANRNAT-2010: A=Amenazada, P = Peligro de extinción, Pr = Sujeta a Protección especial

La abundancia y distribución de las especies se determinó con base en recorridos de campo, además de las referencias de las colecciones de los herbarios del MEXU y ENCB. A continuación, se describen atributos relevantes de las especies de acuerdo con la información de los portales de CONABIO (Naturalista y Enciclovida), además de la información de campo generada durante la toma de datos.

### *Ostrya virginiana* (Mill.) K. Koch, 1873

Es una especie que por su cobertura y dominancia tiene una función ecológica importante en el BMM, al igual que *Alnus* y *Liquidambar*. Se distribuye a las áreas medias y altas del SAR. Se observa en las márgenes de los arroyos, así como en la base de las vertientes abruptas de los valles encajados. En la siguiente figura, se indica la distribución de *Ostrya virginiana* en la región central de la Sierra Madre Oriental.

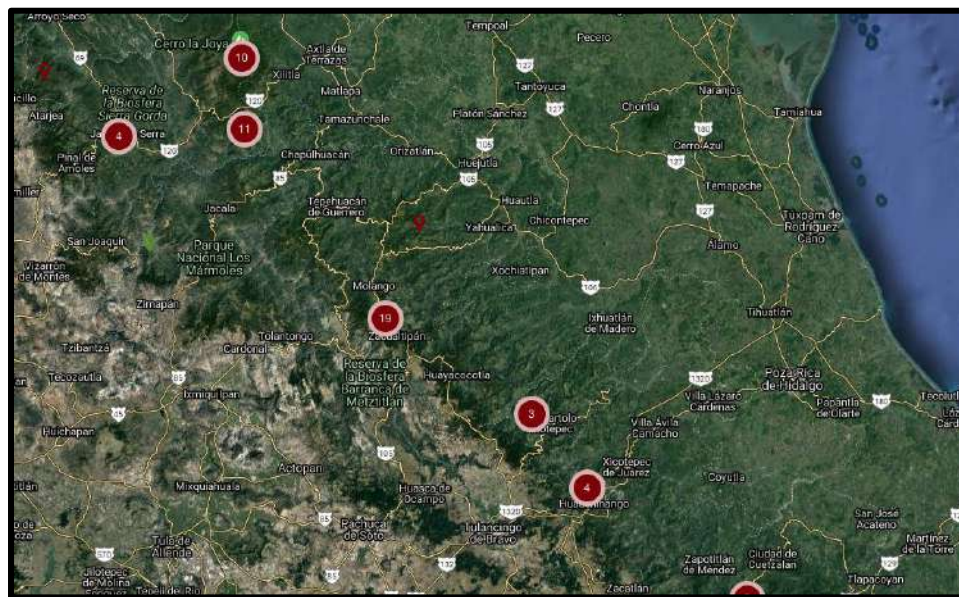


Figura IV.117 Distribución de *Ostrya virginiana*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, donde se observa en Zacuatlipán.

**Hábitat.** Partes más bien húmedas de algunos bosques de Encino, Pino o Bosque mesófilo de montaña.

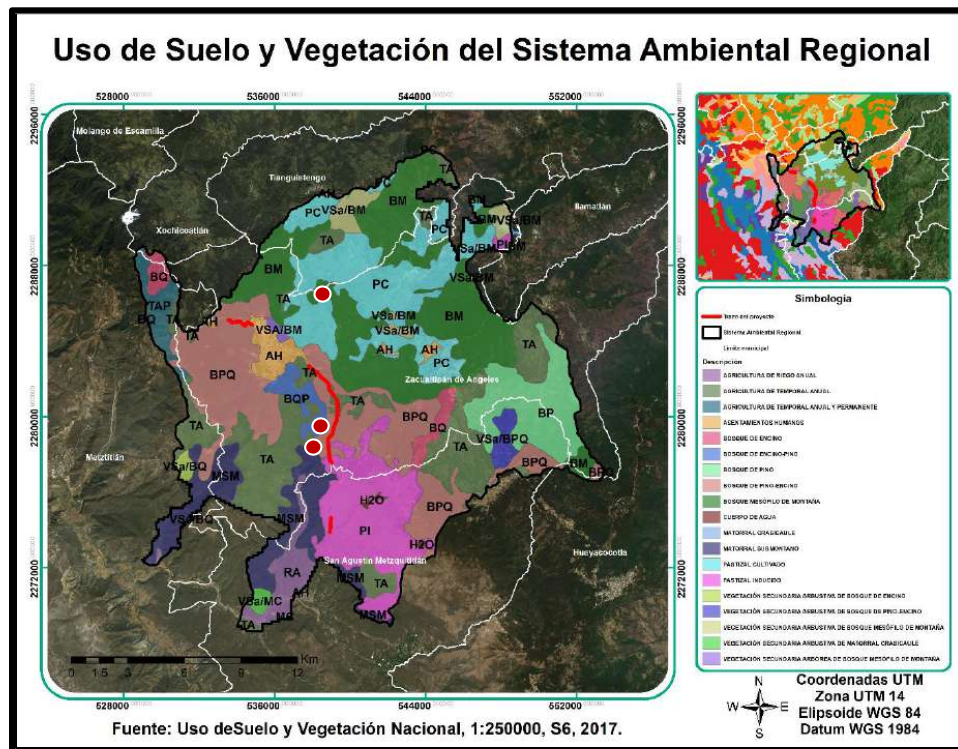


Figura IV.118 Distribución de *Ostrya virginiana*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

**Macroclima.** Habita en climas que van desde templado húmedo hasta el semicálido templado subhúmedo, C(fm) y C(m). En altitudes que van de 1200 a 2400 m.s.n.m.

**Biología de poblaciones.** A pesar de ser una especie de amplia distribución en el país, no existen estudios enfocados a conocer el estado actual de sus poblaciones, sin embargo, se sabe que en algunos sitios debido al estado de perturbación de su hábitat se encuentra en peligro.

**Factores de riesgo.** La deforestación, la destrucción de los bosques donde habita esta especie para fines agrícolas y ganaderos; y la explotación con el fin de utilizar la madera como leña para la lumbre de las comunidades humanas locales donde se encuentra este taxón.

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al sureste del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque de Pino – encino, en laderas abruptas.

### ***Cyathea fulva* (M. Martens & Galeotti) Fée**

*Cyathea fulva*, se distribuye a las áreas altas del SAR, en el bosque mesófilo de montaña. Se observa en las márgenes de los arroyos y, así como en la base de las vertientes abruptas de los valles encajados, tanto por la humedad del suelo como por la humedad atmosférica, constantemente elevada. Puig 1991, la asigna como el grupo ecológico de helechos arborescentes.

Sus poblaciones se distribuyen en la SMO, desde Tamaulipas a Veracruz, en Hidalgo y Puebla observan importantes poblaciones. En la región del proyecto, sus poblaciones se registran en Tlanchinol, la zona noreste de Tepehuacán de Guerrero, Chapulhuacán y Molango.

En la siguiente figura se indica el rango de distribución en el estado de Hidalgo que, generalmente, se restringe a la distribución del bosque mesófilo de montaña.

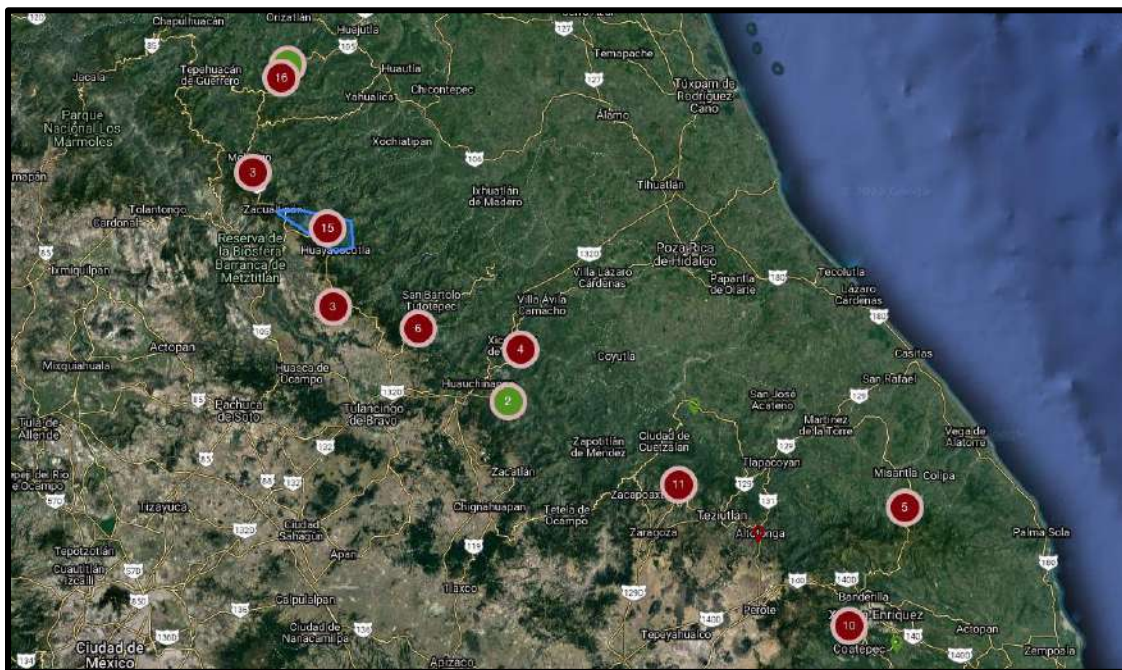


Figura IV.119 Distribución de *Cyathea fulva*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en Zacualtípán.

Las poblaciones del SAR no se registran en el tramo carretero, sin embargo, se ubican en un predio bajo manejo forestal a unos 30 m del proyecto. Su rango de distribución es mucho más amplio que el área a afectar por el tramo carretero. Los hábitats de cañada serán sujetas a un estricto control ambiental para minimizar algún tipo de cambio.

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al oeste del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque de Pino – encino, en laderas abruptas y en predios bajo manejo forestal.

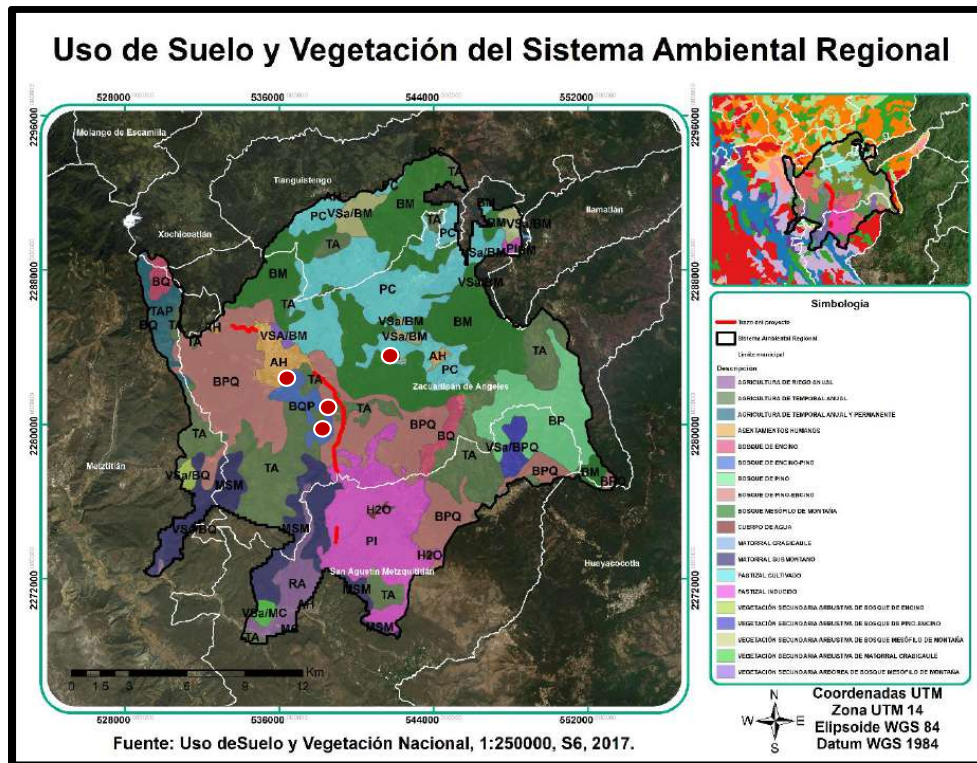


Figura IV.120 Distribución de *Cyathea fulva*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

**Estado de conservación.** El estado de las poblaciones naturales en este taxón aún se desconoce. Estudios futuros respecto a las condiciones de las poblaciones en su hábitat natural podrán indicar qué acciones se deberán tomar para su conservación. En México, su área de distribución natural es limitada y existen presiones en contra del desarrollo de sus poblaciones en las condiciones actuales. Además de ser un grupo susceptible a la comercialización de individuos o de partes de ellos. Estudios sobre su comercialización también son necesarios.

### ***Magnolia schiedeana* Schtdl., 1864**

*Magnolia schiedeana*, al igual que *C. mexicana*, se observa en las áreas altas del SAR, en el bosque mesófilo. Se localiza en suelos profundos de pendiente moderada y

elevada humedad atmosférica (niebla), forma parte de agrupación ecológica semicaducifolia.

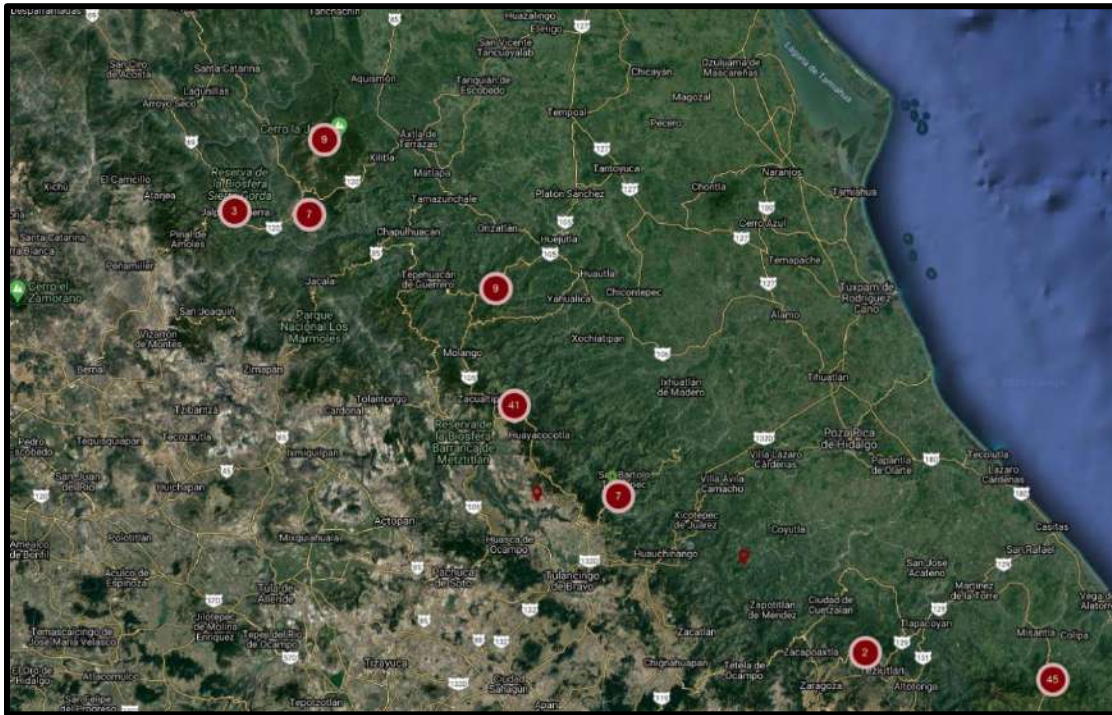


Figura IV.121 Distribución de *Magnolia schiedeana*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, donde se observa en Zacualtípán.

Especie endémica del país, se distribuye en los estados de Hidalgo en los municipios de Eloxochitlán, Tenango de Doria, Tlanchinol y Zacualtípán, en el estado de Oaxaca en el municipio de Guevea de Humboldt, en el estado de Querétaro la se encuentra en el municipio de Landa de Matamoros, en Tamaulipas se encuentra en el municipio de Gómez Farías y en el estado de Veracruz en los municipios de Acajete, Banderilla, Chiconquiaco, Huyacocotla y Yecuatla.

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al oeste del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque de Pino – encino, en ladera abruptas, en predios bajo manejo forestal.

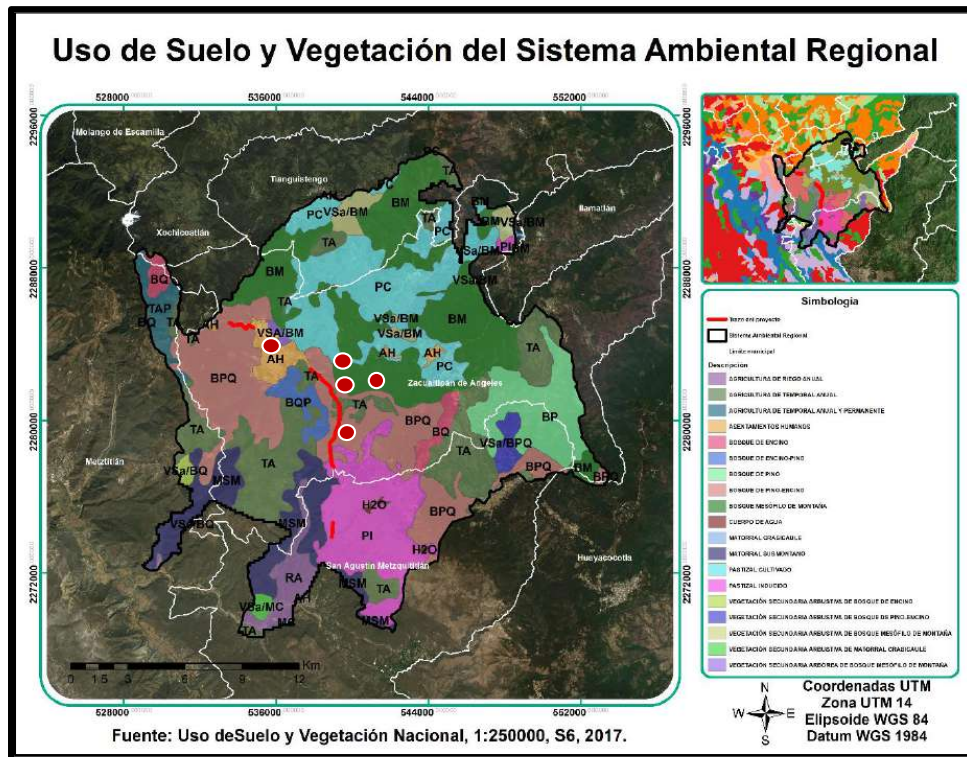


Figura IV.122 Distribución de *Magnolia schiedeana*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

**Amenazas.** La destrucción del hábitat para la plantación agrícola, así como la deforestación, aunado a que la regeneración de la especie es primariamente vegetativa.

**Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.** La perturbación, seguida por el incremento de la erosión, el incremento de la insolación, pueden afectar a las poblaciones disponibles para reclutar nuevos individuos. Con el incremento de la población humana se puede ver incrementada la deforestación.

**Relevancia de la especie.** Al ser una especie endémica y con estatus de amenazada, aunado a la destrucción del hábitat y la poca fertilidad de esta especie hace del taxón una especie prioritaria para la conservación.

### *Aporocactus flagelliformis* (L.) Lem., 1860

Esta especie se distribuye en los estados de Guanajuato (municipios de Atarjea y San Luis de la Paz), Hidalgo (municipios Zacualtipán, Zimapán, Eloxochitlán y Metztitlán), Querétaro (municipios de Landa de Matamoros y Pinal de Amoles) y Veracruz (municipios de Chiconquiaco y Huayacocotla).

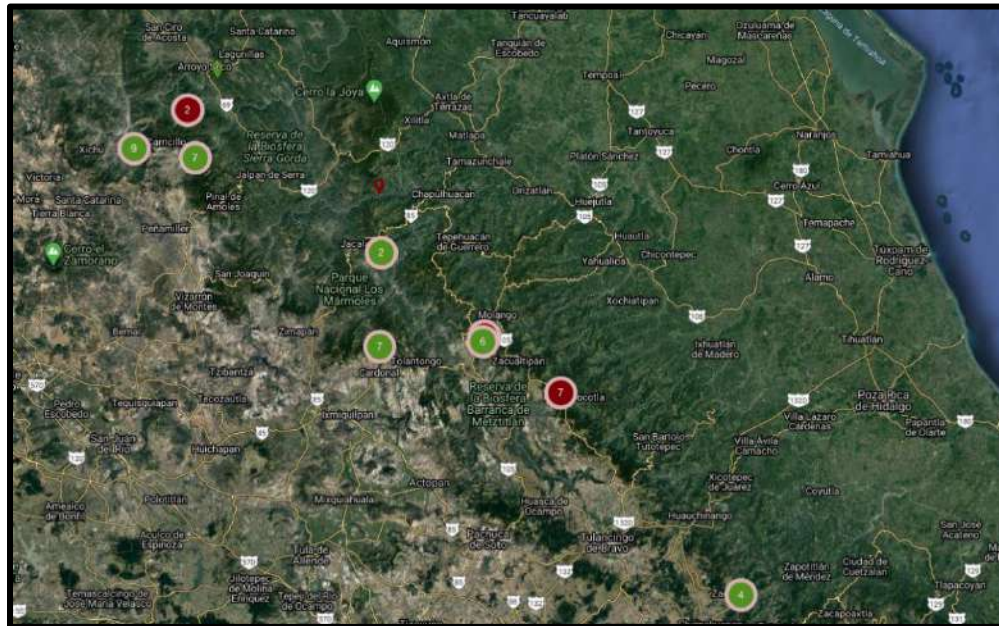


Figura IV.123 Distribución de *Aporocactus flagelliformis*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en Zacualtipán.

En el SAR, se localiza próximo a las localidades de Tlauelompa, Zoquizoquipan y Atopixco, tanto en el bosque de encino y pino. Es una especie generalmente epífita de especies de encinos.

**Biología de poblaciones.** No existen estudios que permitan conocer el estado actual de las poblaciones para esta especie, existen sólo algunos trabajos en los que la mencionan como un componente que llega a ser importante en los bosques de pino-encino y mesófilo de montaña en zonas del este del país.

**Conservación.** No se conoce ningún plan de manejo para la especie, sin embargo, se sabe que es una planta muy cultivada desde los tiempos precolombinos y actualmente extensamente cultivada en las regiones tropicales de América (Bravo, 1978).

**Amenazas.** La presión del desarrollo humano, principalmente debido a la conversión de terrenos para la agricultura y/o actividades pecuarias y a las actividades de extracción de plantas de su hábitat, para su venta con fines ornamentales (Jarvis, 1979; Sanchez-Mejorada, 1982).

**Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.** Esta especie es muy escasa en estado silvestre, se sabe muy poco de su hábitat natural, pero se conoce que es muy sensible a la destrucción de este; por lo general, tiene una habilidad limitada para restablecer su población después de cierta perturbación.



**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al este y noroeste de los subtramos, en el bosque de Pino – encino y mesófilo de montaña.

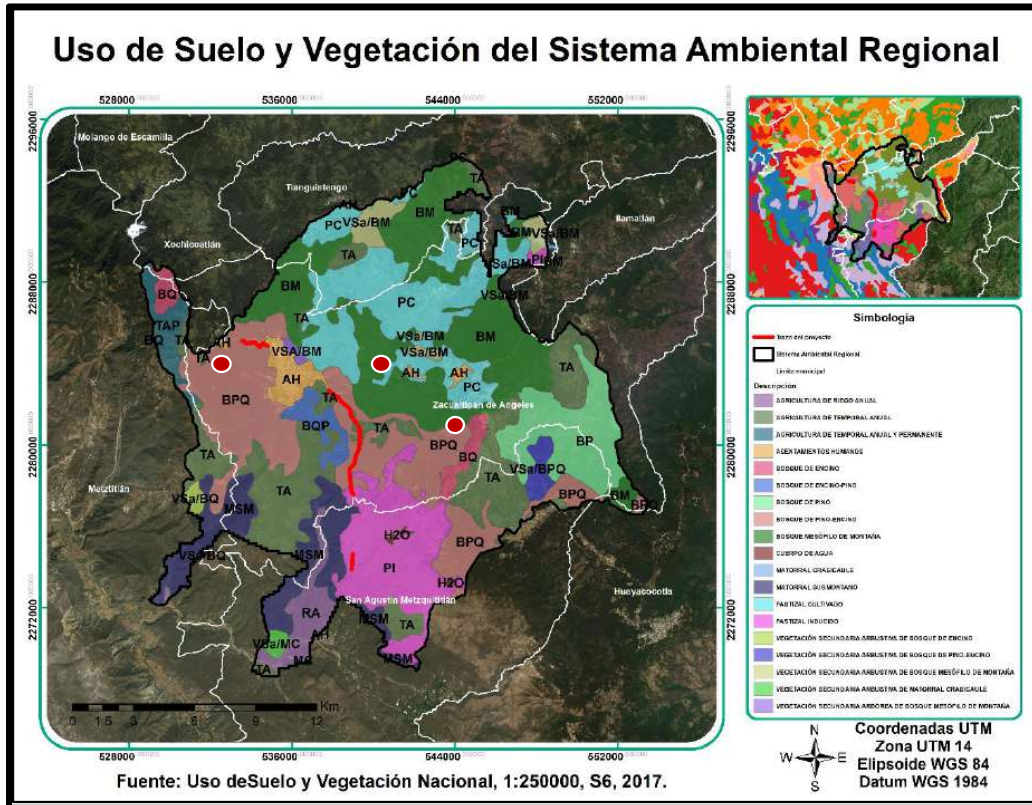


Figura IV.124 Distribución de *Aporocactus flagelliformis*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

### *Echinocactus platyacanthus* Link et Otto

*E. platyacanthus* es una especie endémica de México, distribuida en diez Estados: Coahuila, Guanajuato, Hidalgo, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas y Zacatecas (Guzmán et al., 2003).

**Tipos de vegetación.** En Hidalgo, se distribuye en Cardonal, Metztlán, San Agustín Metzquitlán, Tasquillo y Zimapán.

### Hábitats antrópicos:

- Sí se encuentra en hábitat agropecuario
- Sí se encuentra en zonas urbanas
- Sí se encuentra en vegetación secundaria

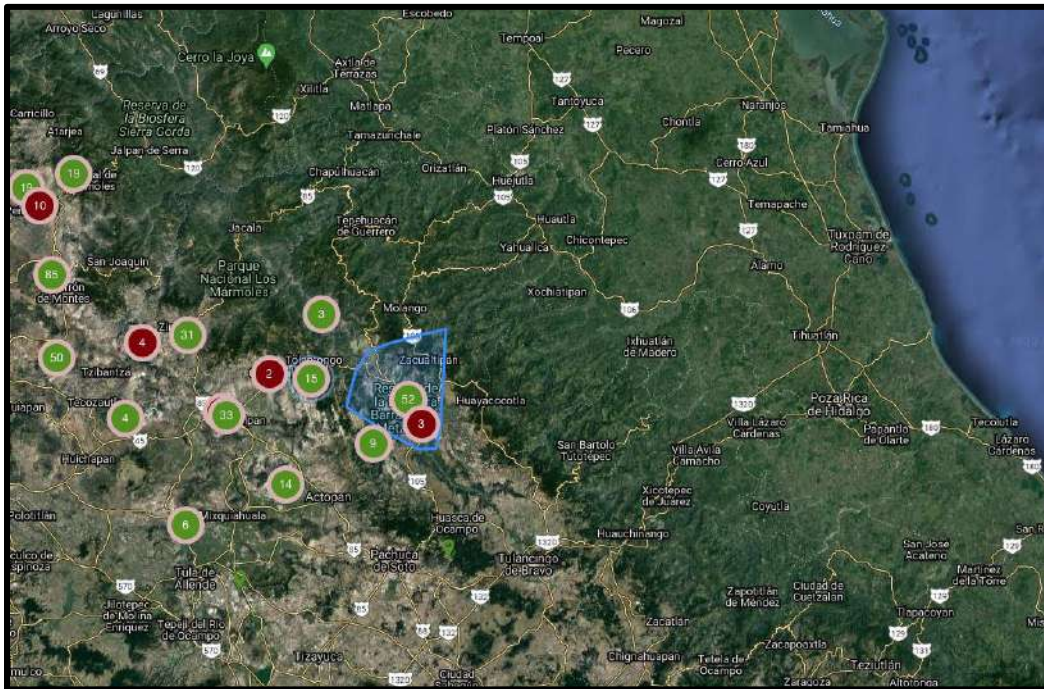


Figura IV.125 Distribución de *E. platyacanthus*, en la región de la RB de la Barranca de Metztlán y en Zacualtipán.

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se registra fuera de los subtramos carreteros, hacia la zona sur.

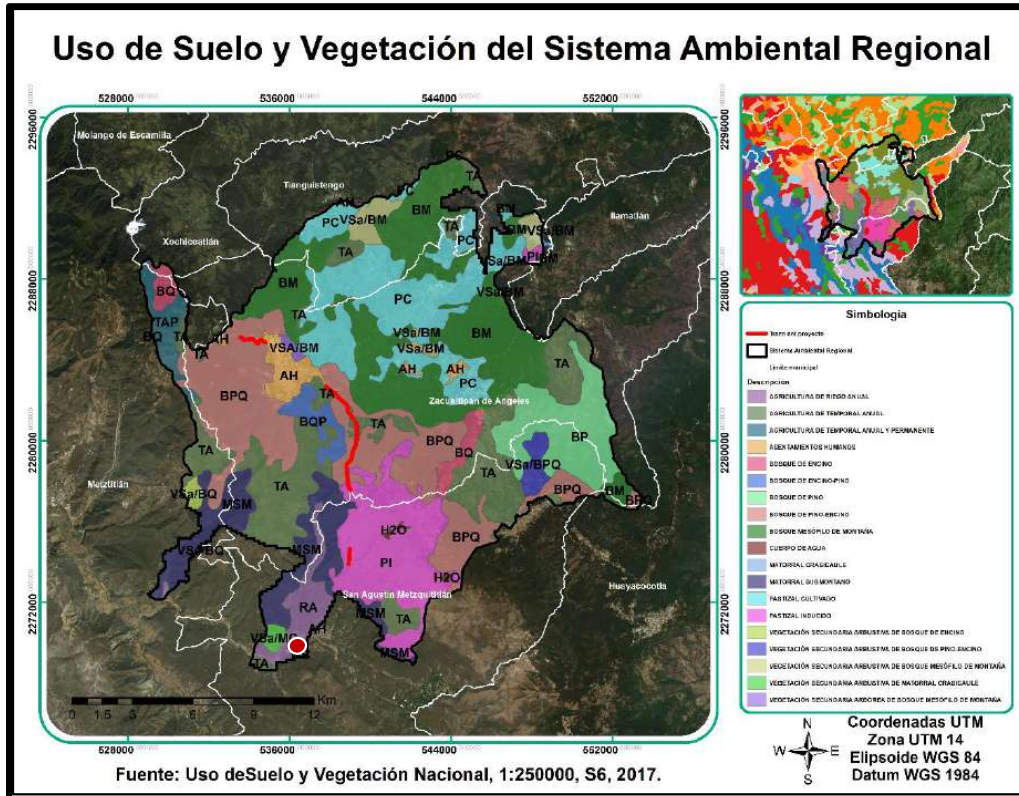


Figura IV.126 Distribución de *E. platyacanthus*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

***Fagus grandifolia subsp. mexicana* (Martínez) A.E. Murray,**

Los bosques de hayas son un relicto del Plioceno. Se calcula que las poblaciones en nuestro país quedaron aisladas de las de América del norte hace aproximadamente 7 millones de años (Williams-Linera et al., 2003, Valencia-A y Gual-Díaz, 2014).

**Tamaño poblacional.** Se reportan tan solo 11 poblaciones sobrevivientes de esta especie en áreas bastante restringidas y aisladas entre sí. Se encuentra como: dominante en el cráter del volcán de Acatlán, y co-dominante en la cima del volcán de Acatlán, Puebla; Mesa de la Yerba, Veracruz; **Zacualtipán, Hidalgo** y El Cielo en Tamaulipas (Williams-Linera et al., 2003) En siete poblaciones de *F. grandifolia subsp. mexicana* se estiman un total de 45 533 individuos (Montiel-Oscara et al., 2013).

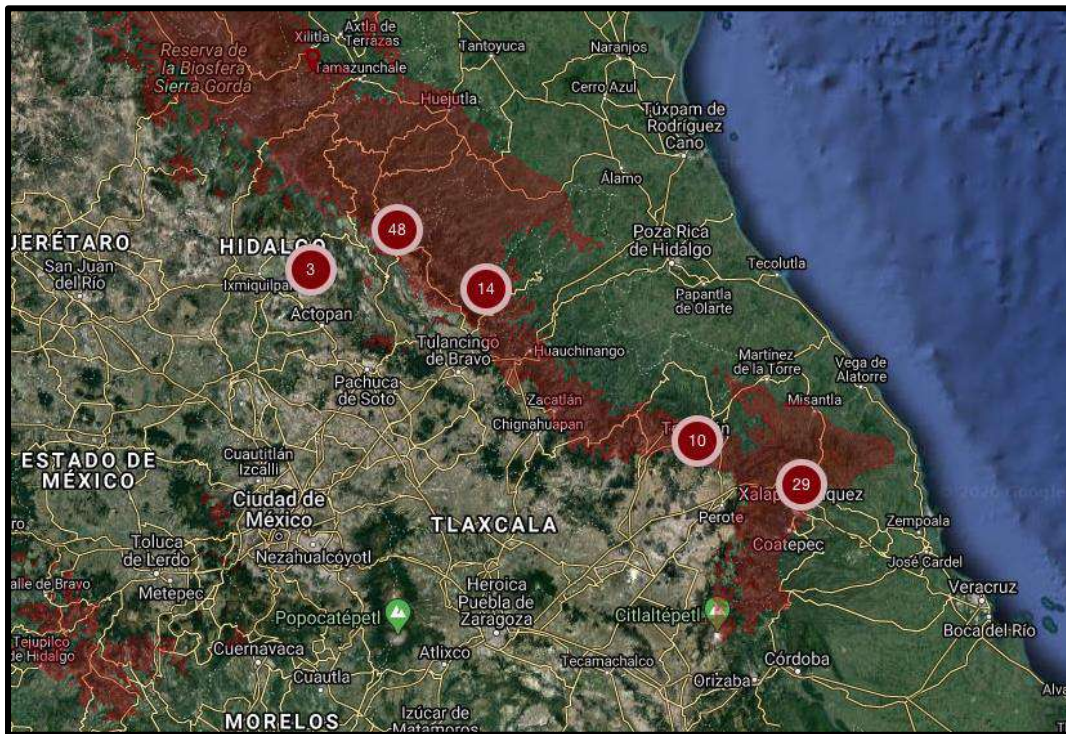


Figura IV.127 Distribución de *Fagus grandifolia subsp. mexicana* en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en Zacualtipán.

**Abundancia de individuos por región.** Para el 2003 se tenían estimados 194 individuos de esta especie en la cima y 1239 en el cráter del Volcán Acatlán, Puebla; 180 en la Reserva de El Cielo; 731 en Mesa de la Yerba, Veracruz y 6300 en Zacualtipán, Hidalgo (Williams-Linera et al., 2007).

**Densidad (número de individuos por área).** 80 ( $\pm 57$ ) individuos por hectárea en Mesa de la Yerba, Veracruz; 300 ( $\pm 42$ ) en el cráter y 340 ( $\pm 62$ ) en la cima del Volcán de Acatlán, Puebla; 180 ( $\pm 36$ ) en Zacualtipán, Hidalgo y 60 ( $\pm 22$ ).

En Tlahuelompa se fabrican campanas de bronce y se usa carbón para la fundición del metal; parte de este carbón es suministrado por ejidatarios de “La Mojonera”, que lo obtienen de *Pinus patula*, aplicando técnicas tradicionales. Los montes de Zacatlamaya, cerca de Zacualtipán, lugar donde se localiza el bosque de *Fagus*, está en posesión de 84 ejidatarios de “La Mojonera”. El bosque de *Fagus* no se explota desde 1940, año en el que se impuso la veda, sin embargo, existe interés por iniciar nuevamente esta actividad por parte de los ejidatarios (Pérez, 1994).

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al este y oeste del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque de Pino – encino, pino, encino y mesófilo de montaña. En algunos predios bajo manejo forestal, se observan algunos individuos.

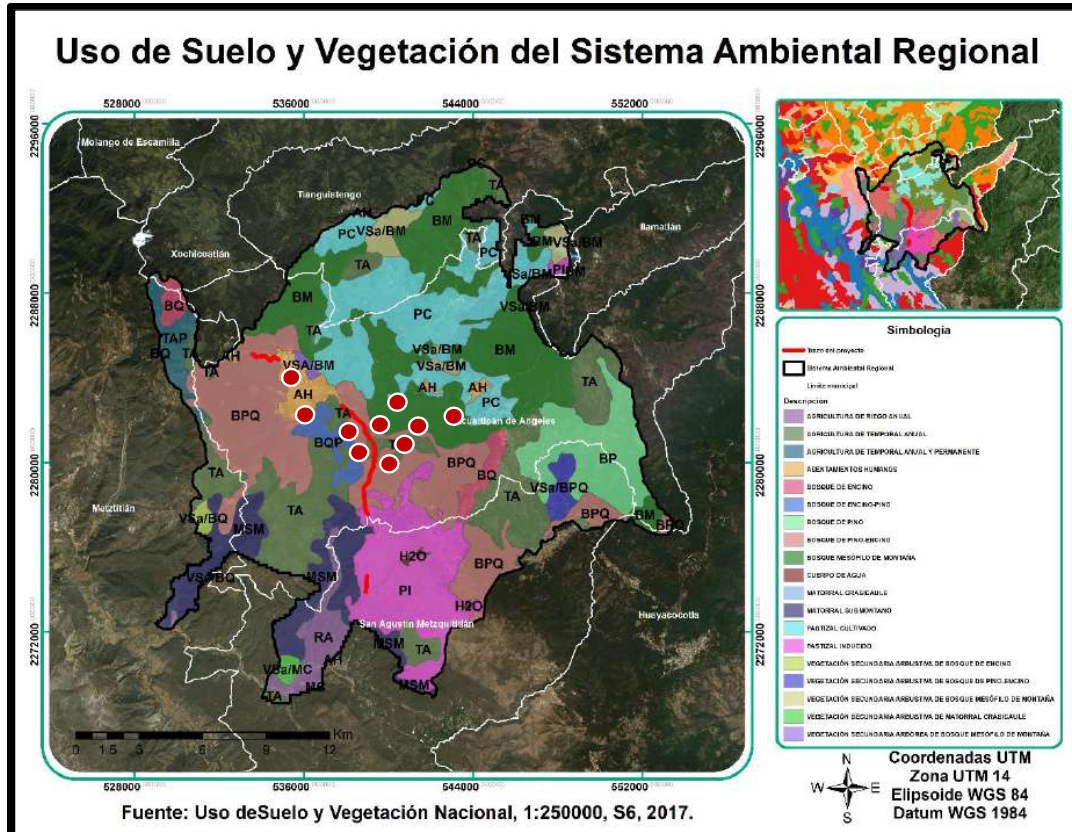


Figura IV.128 Distribución de *Fagus grandifolia subsp. mexicana*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

### Tillandsia imperialis E. Morren ex Roezl

*Tillandsia imperialis* se registra en los estados de Oaxaca, Puebla y Veracruz (Smith, 1938). Las Bromelias presentan una inflorescencia terminal (espigas, racimos o panículas) con coloraciones llamativas en las brácteas y el escapo. Las flores con frecuencia tienen colores brillantes (rojo, morado, amarillo, naranja), casi siempre son trímeras, el perianto está diferenciado en tres sépalos y tres pétalos (Escobedo Sarti, 2007).

**Vegetación en la que se desarrolla la especie:** Se ha colectado en plantaciones de *Coffea* spp. (MEXU).

### Hábitats antrópicos:

- Se observa como planta de ornato en la localidad de Tuzanapa
- Sí se encuentra en hábitat agropecuario

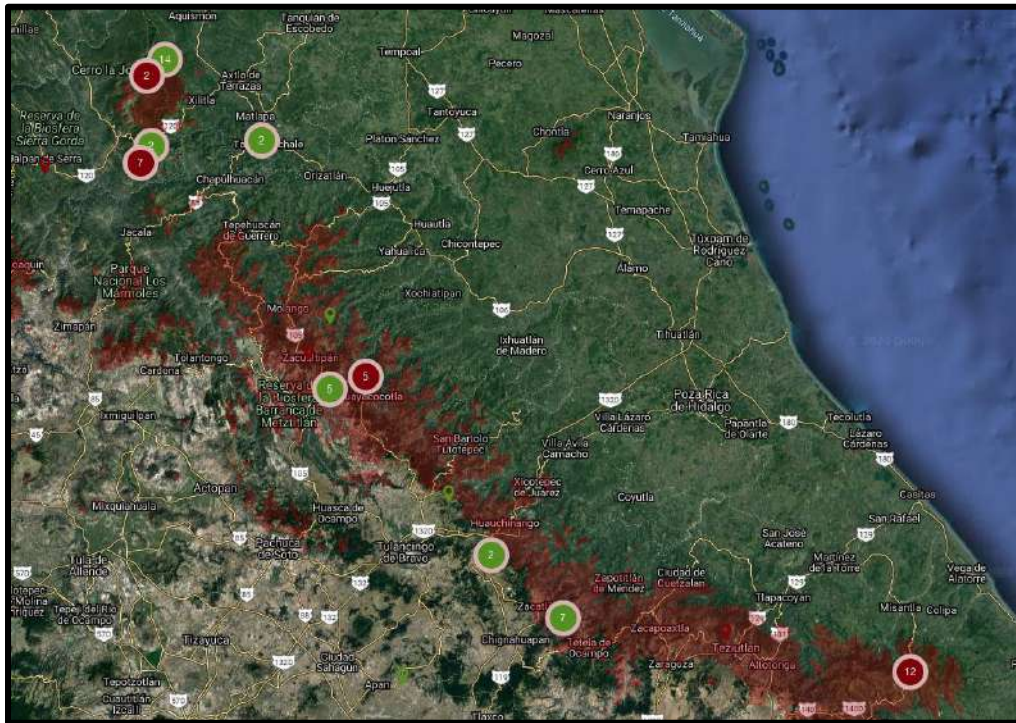


Figura IV.129 Distribución de *Tillandsia imperialis*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en la región de Zacuatlipán.

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al este y norte del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque de Pino – encino y mesófilo de montaña asociadas a especies de encino.

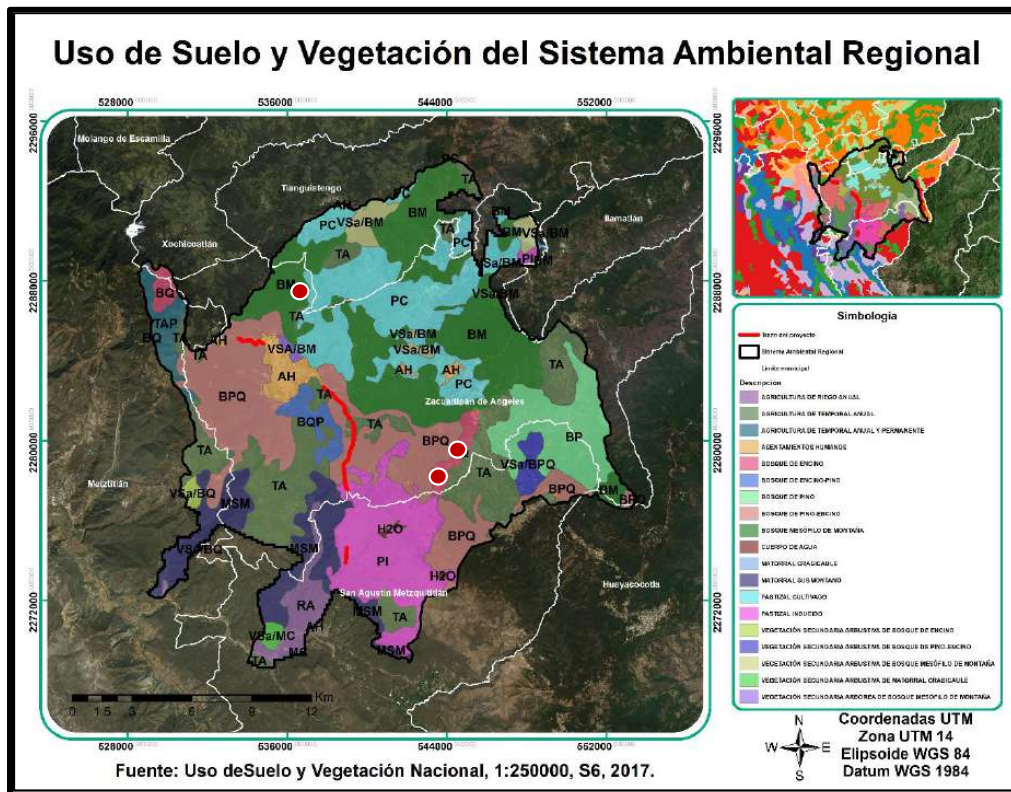


Figura IV.130 Distribución de *Tillandsia imperialis*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

### *Ferocactus histrix* (DC.) G.E. Linds.

**Generalidades:** *Ferocactus histrix* es una cactácea de floración anual desde el mes de febrero hasta junio, sus flores son hermafroditas, campanuladas, de tépalos amarillos con múltiples estambres y un estigma con 16 lóbulos. Es comúnmente polinizada por abejas y la dispersión de semillas se lleva a cabo, principalmente, por pequeños vertebrados que comen los frutos

**Descripción del tamaño poblacional reportado en distintos lugares.** Para 1998 Martínez- Huerta y Escobar-Santos, reportaron un tamaño poblacional (N) de 527 para una población en la localidad de Los llanos de Ojuelos en Jalisco-Zacatecas con una densidad promedio de 731.94 individuos por hectárea. Posteriormente Castro-Félix *et al.* (2014) reportaron un decremento en el tamaño poblacional a tan solo 105 plantas en el 2007 y una densidad promedio de 3.53 individuos por cada 300m<sup>2</sup> en la misma localidad.

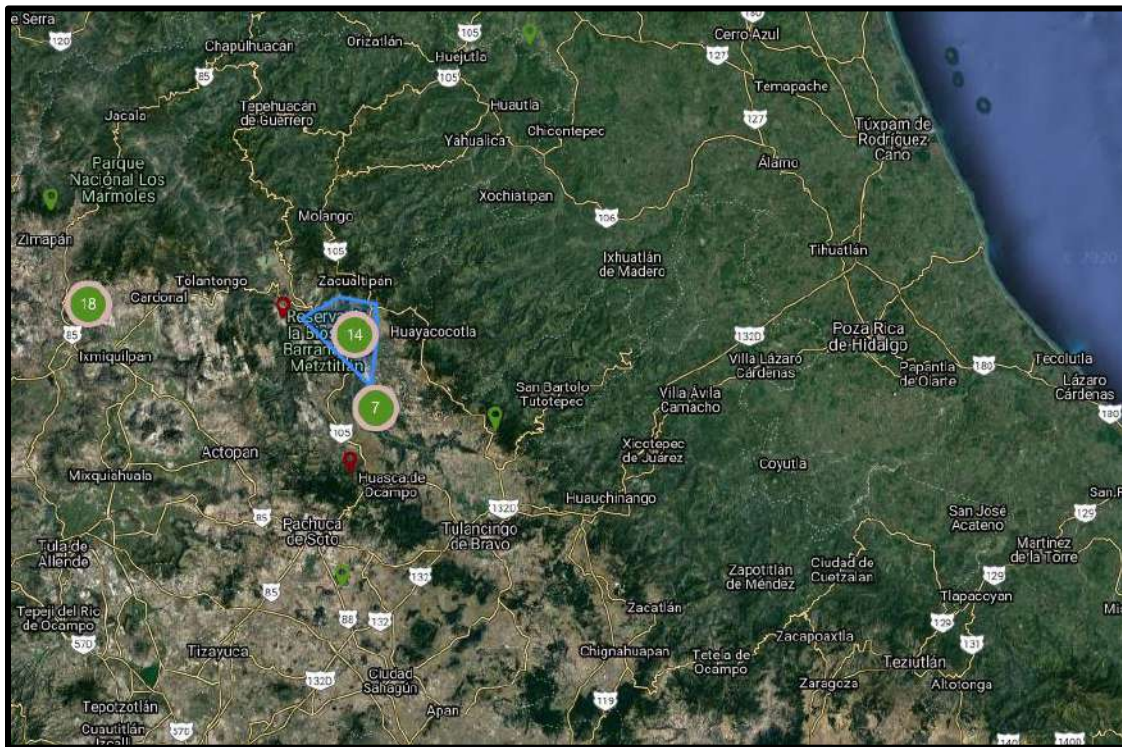


Figura IV.131 Distribución de *Ferocactus histrix*, en la región central de la RB de Metztlán y la región de Zacualtipán.

**Información adicional.** Presiones o amenazas sobre la especie: Debido a diversos factores como el lento crecimiento, la distribución agregada y los requerimientos ambientales de la germinación de las semillas, *Ferocactus histrix* es una especie con gran vulnerabilidad a los cambios ambientales de causa antropogénica. Así, la perturbación del hábitat, el saqueo ilegal y el sobrepastoreo son las mayores amenazas a confrontar en la conservación de esta especie. (Godínez-Álvarez, 2003).

**Tendencia poblacional.** Sólo existen unos cuantos registros poblacionales para la especie y sólo en una población específica; sin embargo, el grado de afectación que ha sufrido dicha población es notorio (Godínez Álvarez, 2003).

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al sureste del subtramo 89+000 al km 94+920, en el bosque de encino y pastizal. También se observa en el matorral xerófilo al sur del subtramo 85+000 al 85+760.



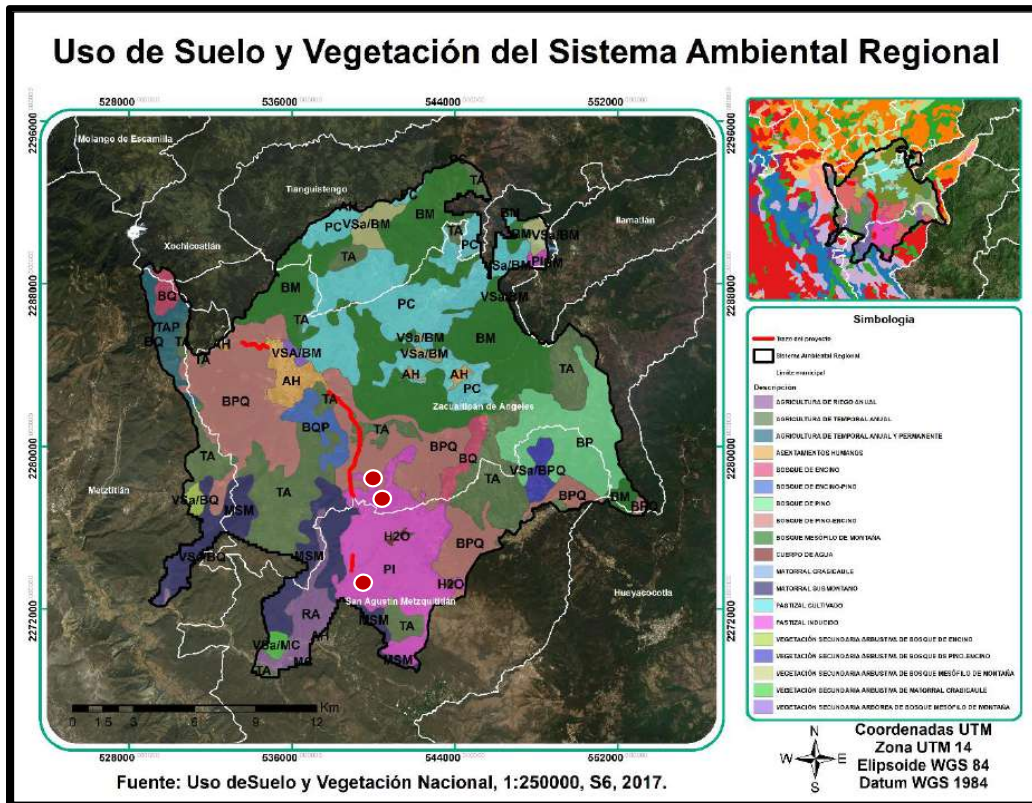


Figura IV.132 Distribución de *Ferocactus histrix*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

**Estado de conservación.** El conocimiento actual sobre el estado de conservación de la especie en la mayoría de las poblaciones existentes es limitado, sin embargo, se ha reportado una notable disminución de la biomasa en algunas poblaciones por causas antropogénicas como el sobrepastoreo, la colecta desmedida y la destrucción de hábitat (Castillo y Trujillo, 1991).

### ***Laelia speciosa* (HBK) Schltr.**

La flor de corpus se establece entre los 1250 y los 2500 m de altitud, Las localidades situadas a menor altitud corresponden a sitios en Tamaulipas y San Luis Potosí, en el límite norte de su distribución del lado del Golfo de México. Su hábitat no es de ninguna manera continuo, sino que se presentan poblaciones aisladas, distantes unas de otras. Se desconoce cuál es el factor determinante para esta distribución en parches. Sin embargo, muchos sitios donde se encuentran poblaciones comparten la presencia del bosque achaparrado de *Quercus deserticola*, la abundancia sobre las ramas de líquenes de *Parmelia*, y la cercanía de lagos extensos. En el este de México *Laelia speciosa* está en bosques achaparrados y secos con humedad atmosférica alta.

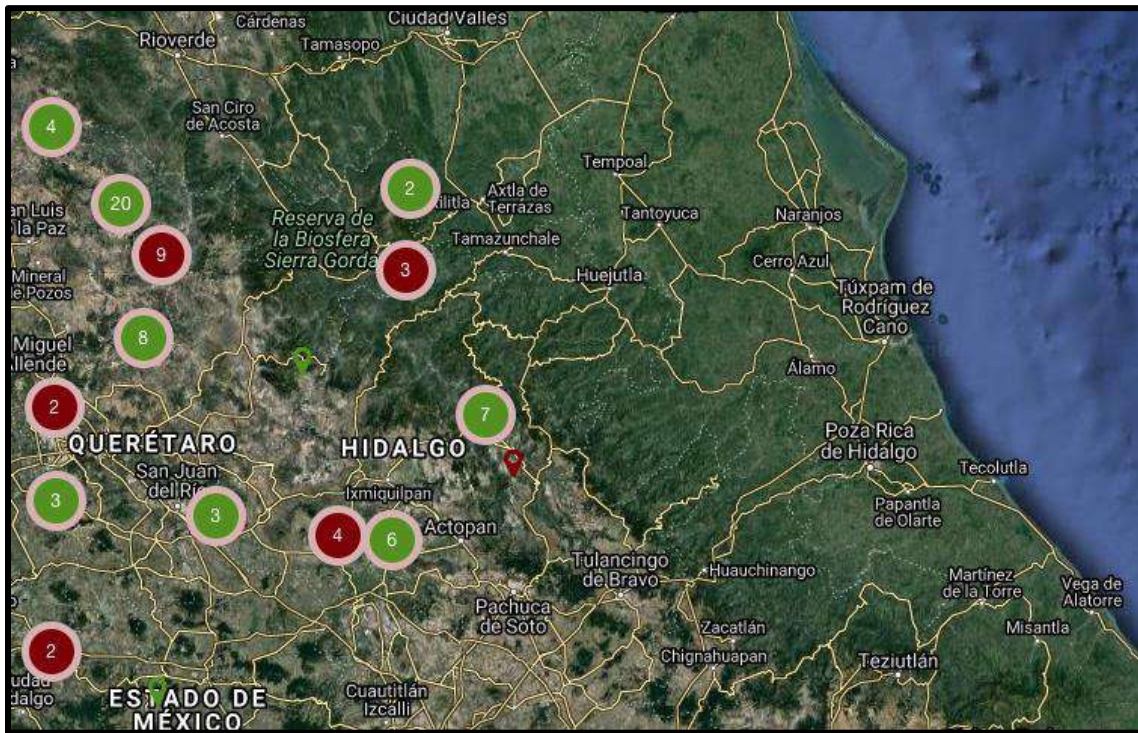


Figura IV.133 Distribución de *Laelia speciosa*, en la región central de la RB de Metztlán y la región de Zacualtipán.

**Biología de poblaciones.** Hernández (1992) y Soto (1994) reportaron densidades de 0.34 a 2.74 individuos/ m<sup>2</sup> en las poblaciones grandes cercanas al Lago de Pátzcuaro. Estas densidades podrían ser ligeramente más bajas que las que se encuentran entre Venados y Eloxochitlán, Hidalgo, pero similares a las de muchas áreas. En algunas localidades las poblaciones pueden ser tan poco densas como 1 individuo/ha. Es difícil encontrar poblaciones muy extensas de *L. speciosa*, y es probable que en una sola localidad densa el tamaño poblacional sea de unos 100,000 especímenes. Tales poblaciones están restringidas a las cuencas lacustres de Michoacán, Jalisco, y en las mesetas de Hidalgo.

**Reproducción.** *Laelia speciosa* es una orquídea que no se autopoliniza, pero es autocompatible. Los datos disponibles indican que esta especie no ofrece recompensa a sus polinizadores y se supone que debe operar un mecanismo de polinización por engaño.

En su hábitat se ha registrado la visita de abejorros del género *Bombus*, y probablemente la misma especie de insecto ha sido observada polinizando las flores en cultivo en la Cd. de México y cerca de Cuernavaca, fuera de su hábitat (Soto, obs. pers.).

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al sur de los subtramos carreteros. En el matorral xerófilo, hacia la barranca de Metztlán.

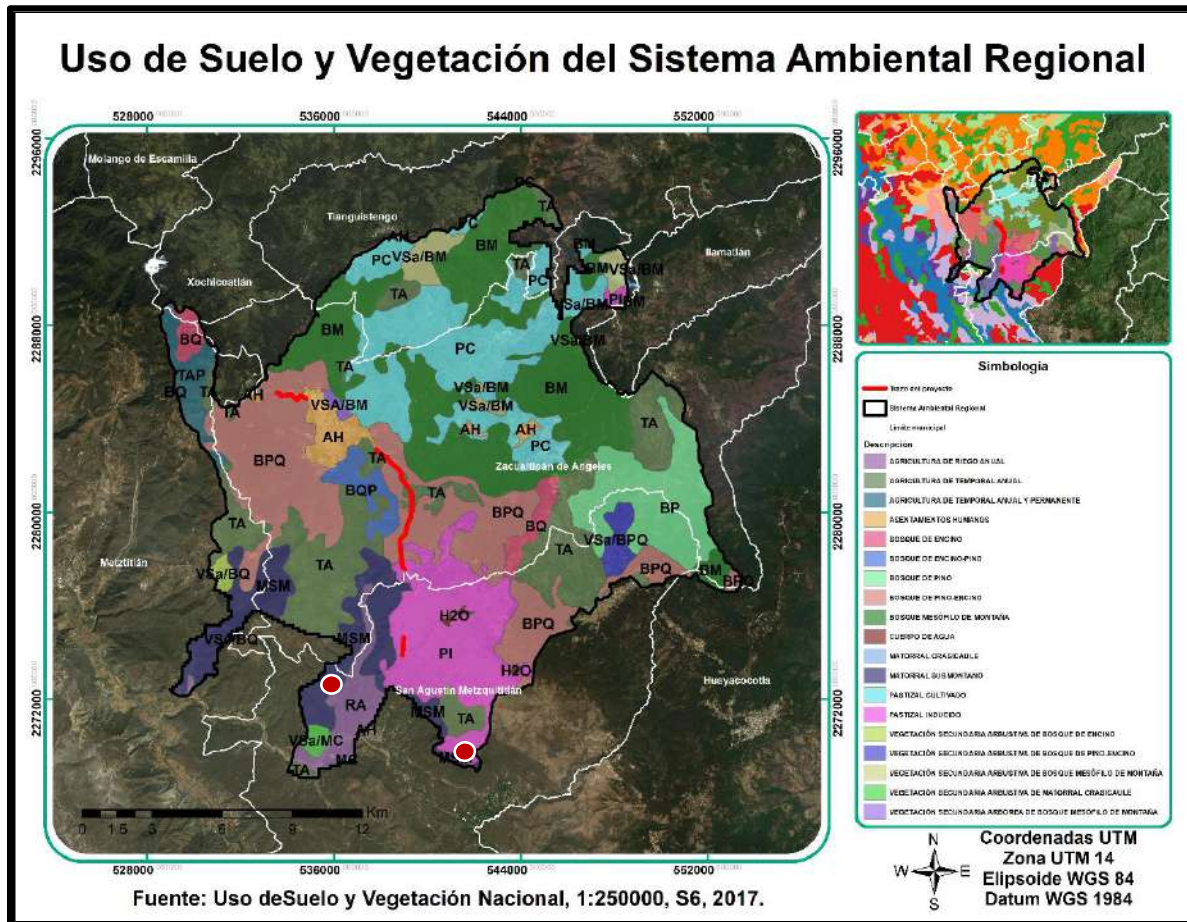


Figura IV.134 Distribución de *Laelia speciosa*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

### *Litsea glaucescens* Kunth

Es una planta de amplia distribución en el país y con poblaciones desde los estados del norte (como Chihuahua), hasta las áreas de la meseta central. Para el estado de Querétaro se citan poblaciones en buen estado en los municipios de Colón, Cadereyta, Ezequiel Montes y Tolimán.

**Reproducción.** Planta con flores unisexuales de color amarillento; florece de febrero a mayo y se produce los frutos maduros de agosto a septiembre.

**Conservación.** Esta especie, además de contar con una gran distribución, se encuentra dentro de La Reserva de la Biosfera Lacan-Tum (Chiapas) y Sierra Gorda (Querétaro).

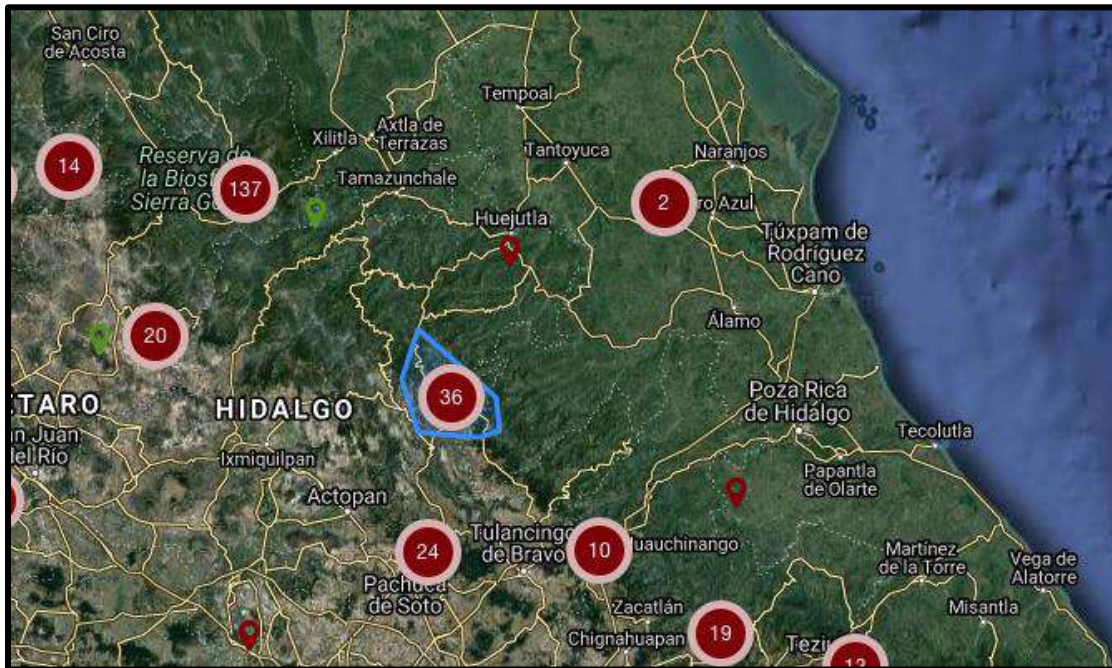


Figura IV.135 Distribución de *Litsea glaucescens*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en la región Zacualtipán.

**Factores de riesgo.** La deforestación, la destrucción de los bosques donde habita esta especie para fines agrícolas y ganaderos; la explotación con fines comerciales y sin ningún manejo o reglamento para su aprovechamiento.

**Situación actual del hábitat con respecto a las necesidades de la especie.** Esta especie es una planta con amplia distribución y que por lo mismo se encuentra en hábitats muy variados e incluso, la presencia de esta especie, en ocasiones se ve favorecida por el aclaramiento del bosque, por lo que algunos sitios en los cuales esta especie crece se encuentran relativamente en buen estado.

**Relevancia de la especie.** Esta especie es muy importante desde el punto de vista comestible, decorativo, pues se llega a encontrar en los huertos familiares y solares, además de que tiene propiedades medicinales, así como la capacidad para habitar diversos ambientes.

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al este del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque de Pino – encino y mesófilo de montaña. Se tiene registros al norte y sur de la zona urbana de Zacualtipán.

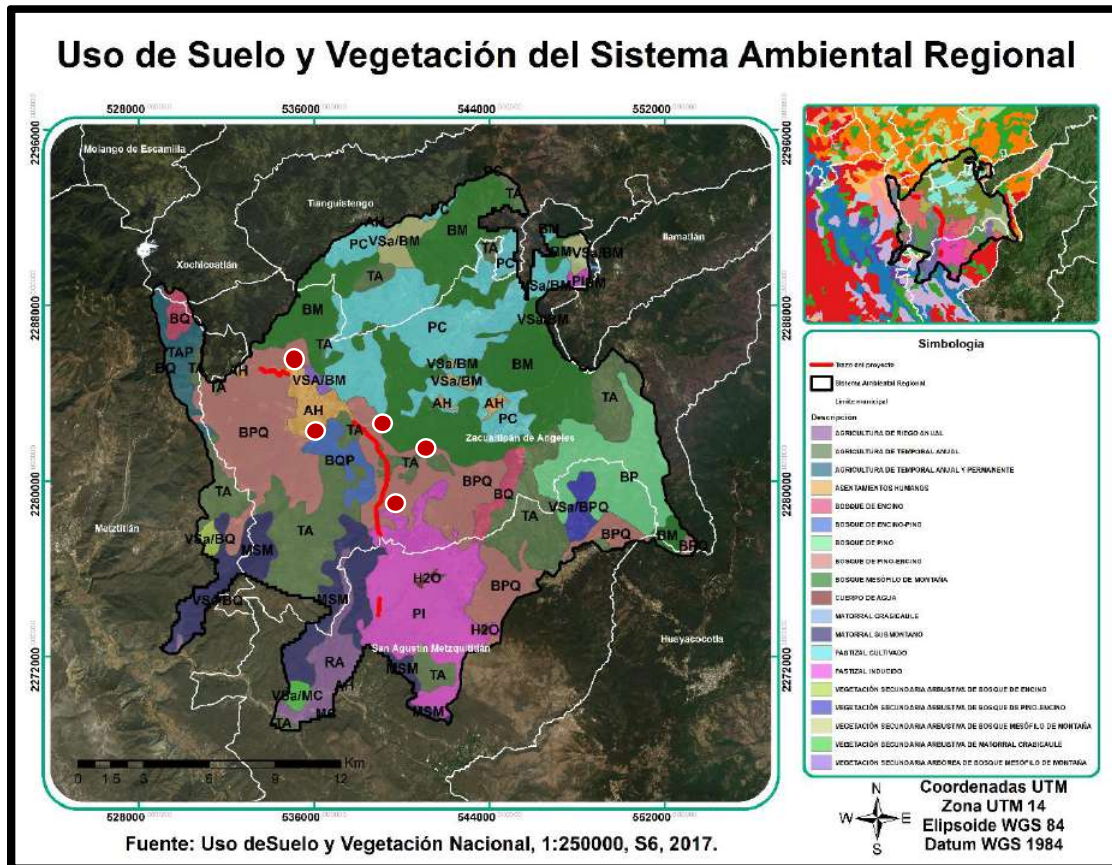


Figura IV.136 Distribución de *Litsea glaucescens*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

### *Psilotum complanatum* Sw.

Se distribuye desde México, Guatemala, Honduras, El Salvador, Nicaragua, Cuba, República Dominicana, Jamaica, Haití, Puerto rico, Costa Rica, Colombia, Venezuela, Perú hasta las regiones tropicales del Viejo Mundo (Mickel y Smith, 2004; Missouri Botanical Garden, 2015; Palacios Ríos, 1987; Stolze, 1981). En México se ha colectado en Chiapas, Chihuahua, Distrito Federal, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Morelos, Nayarit, Oaxaca, Puebla, Sonora, Tamaulipas y Veracruz (Conzatti, 1946; Mickel y Smith, 2004; Palacios Ríos, 1987; Rojo, 2014; Stolze, 1981; Tejero-Díez y Mickel, 2004)

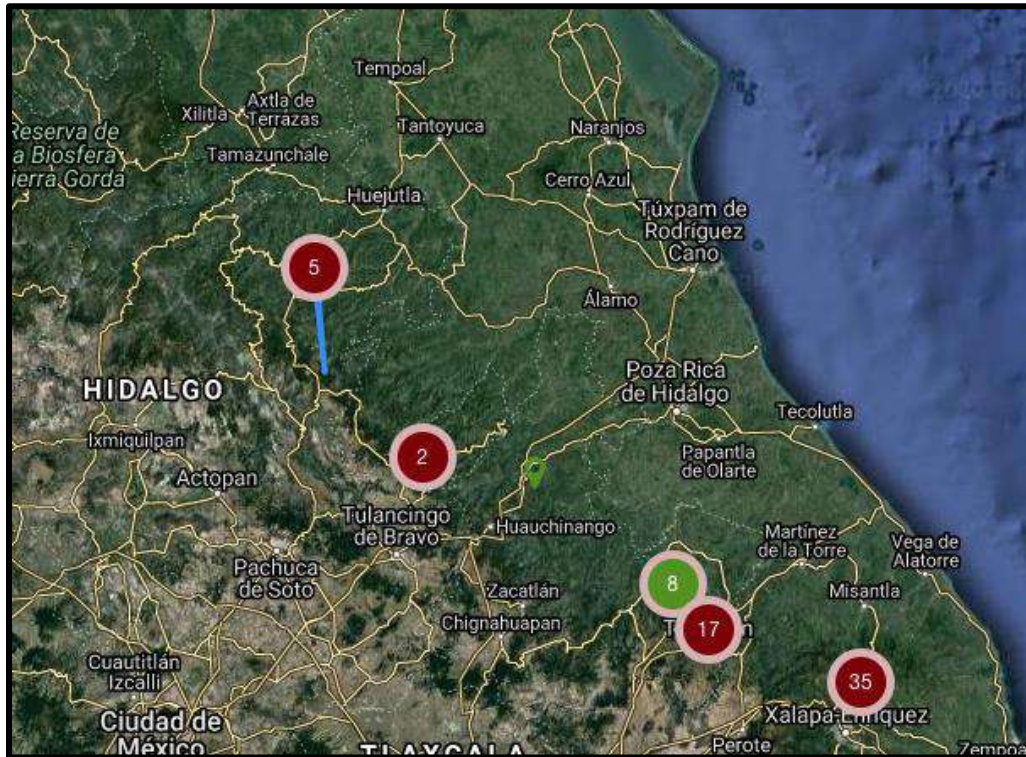


Figura IV.137 Distribución de *Psilotum complanatum*, en la región central de la Sierra Madre Oriental, se observa en la región de Zacualtipán.

**Presiones o amenazas sobre la especie.** Dado el alto grado de especialización de las epífitas, el manejo y la conservación de los bosques en donde habitan estas especies deben ser especiales. Las especies de *Psilotum* que habitan en México requieren de condiciones específicas para su establecimiento y desarrollo. Tales condiciones se encuentran en comunidades poco alteradas. Existe una tendencia negativa registrada sobre las poblaciones de *Psilotum* en Veracruz desde 1987. Desde entonces, se mencionan altas tasas de tala y desmonte dejando a estas especies en sistemas que son catalogados como altamente vulnerables. Las poblaciones de estas plantas se ven afectadas severamente con la apertura del bosque por razones fitosanitarias o con fines comerciales (Palacios Ríos, 1987).

**Distribución en los subtramos carreteros.** Se ubican al este del subtramo km 89+000 al km 94+920, en el bosque mesófilo de montaña.

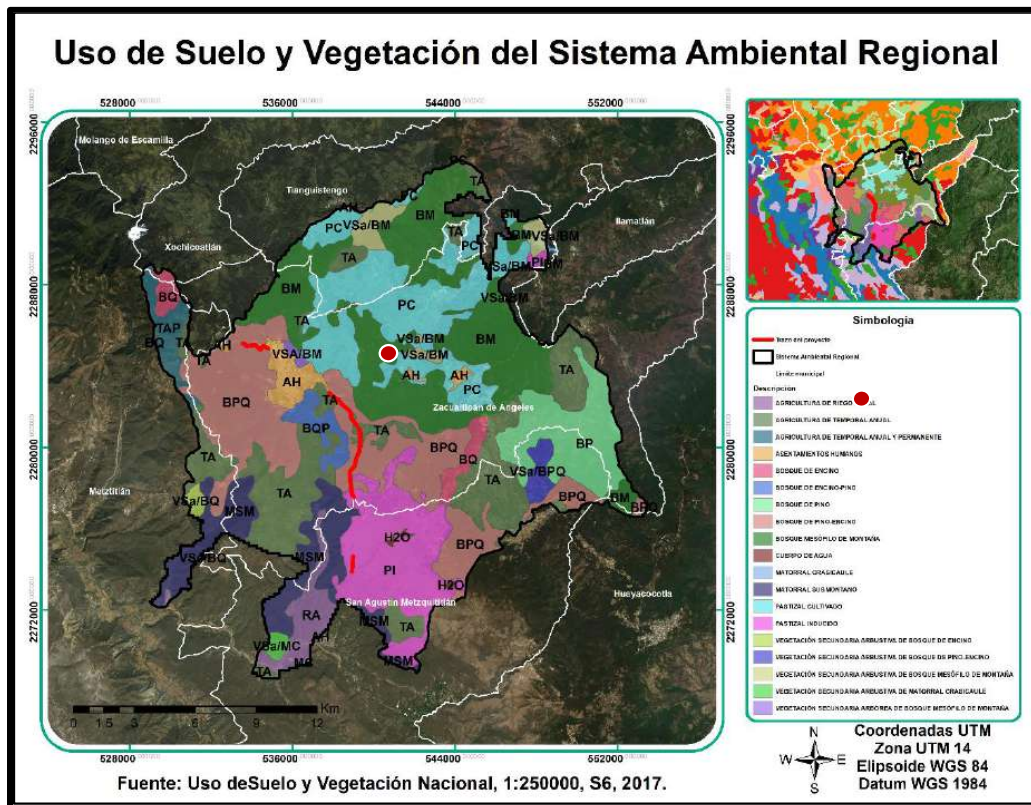


Figura IV.138 Distribución de *Psilotum complanatum*, en el Sistema Ambiental Regional del tramo carretero.

#### IV.2.1.2.1.9 Perturbación por el desarrollo del proyecto.

De las 16.83 has de afectación total registradas para el proyecto Ampliación y Modernización del Tramo Carretero, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560, la mayor parte de la superficie corresponde a bosque de pino – encino con 8.92 has, seguido de la Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con 4.64 has, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla IV.94 Uso de suelo y egetación presente en los subtramos carreteros.

SUBTRAMO CARRETERO	VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)
85+000 al 85+760	Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.	1.60
89+000 al 94+920	Bosque de pino - encino	8.92
	Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	4.64
	Asentamientos humanos	0.94

SUBTRAMO CARRETERO	VEGETACIÓN	SUPERFICIE (HA)
98+980 al 100+560	Vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña	0.73
<b>TOTAL</b>		<b>16.83</b>

La preservación de las comunidades vegetacionales muestran un regular estado de conservación, resultado de las acciones antrópicas a las márgenes de la carrera, donde se observa la dominancia de especies herbáceas y arbustivas. Además de veredas, el paso continuo de animales domésticos y el depósito de residuos sólidos.

Como se indica en el siguiente cuadro, los porcentajes de afectación serán bajos, destaca el hecho de que el bosque de pino – encino se verá afectado en un porcentaje bajo (0.157%), ello es relevante, dado que es la comunidad que registra el mayor número de individuos desplazados, donde *Pinus teocote* es una de las especies más afectadas, seguido por las especies de helechos. En el caso del matorral, la afectación es de 1.28 %, y, al ser una población con alta presión pecuaria, la diversidad es baja. Para este tipo de comunidad, las poblaciones mejor conservadas se ubican hacia la Barranca de Metztitlán (RB). El porcentaje de afectación más alto corresponde a la vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con el 7.086 %, como resultado del actual manejo forestal que se tiene en SAR, donde las especies forestales, en particular *Pinus patula*, son selectivas para su aprovechamiento y desplazan a la diversidad del BMM.

**Tabla IV.95 Áreas de afectación por la ampliación de los subtramos carreteros para los diferentes tipos de vegetación.**

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	CADENAMIENTO	SUPERFICIE REGISTRADA EN EL SAR (HAS)	SUPERFICIE A OCUPAR POR EL PROYECTO (HAS)	% DE SUPERFICIE OCUPADA POR EL PROYECTO
Asentamientos humanos	89+000 al 94+920	647.69	0.94	0.145%
Bosque mesófilo de montaña		6,529.19		
Bosque de pino		2,212.59		
Bosque de pino-encino	89+000 al 94+920	5,666.64	8.92	<b>0.157 %</b>
Bosque de encino		552.61	NO AFECTADA	
Bosque de encino-pino		472.5	NO AFECTADA	
Cuerpo de agua		42.67	NO AFECTADA	
Matorral crasicaule		17.77	NO AFECTADA	



USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	CADENAMIENTO	SUPERFICIE REGISTRADA EN EL SAR (HAS)	SUPERFICIE A OCUPAR POR EL PROYECTO (HAS)	% DE SUPERFICIE OCUPADA POR EL PROYECTO
Matorral submontano		2,358.84	NO AFECTADA	
Pastizal cultivado		4,627.52	NO AFECTADA	
Pastizal inducido		3,249.73	NO AFECTADA	
Agricultura de riego anual		839.04	NO AFECTADA	
Agricultura de temporal anual		5,114.96	NO AFECTADA	
Agricultura de temporal anual y permanente		607.68	NO AFECTADA	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña	98+980 al 100+560	572.92	0.73	<b>0.127 %</b>
Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña	89+000 al 94+920	65.48	4.64	<b>7.086 %</b>
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino		310.73	NO AFECTADA	
Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino		120.04	NO AFECTADA	
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	85+000 al 85+900	124.96	1.60	<b>1.28 %</b>
<b>TOTAL</b>	<b>---</b>	<b>34,133.56</b>	<b>16.83</b>	<b>---</b>

Para la cuantificación de individuos afectados, se tomaron áreas de 4000 m<sup>2</sup> para el matorral, bosque de pino – encino y bosque mesófilo. Para la vegetación secundaria arbustiva del mesófilo se muestreó una superficie de 1000 m<sup>2</sup>.

Estos datos permitieron estimar el total de individuos de la vegetación desplazada por la ampliación de los subtramos carreteros, los datos se estimaron para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo. En el siguiente cuadro se muestra la estimación.

### **Individuos desplazados para la comunidad de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.**

La afectación relevante de especies a desplazar corresponde a los individuos de *Mammillaria magnimmama*, que es una cactácea abundante en la zona de ampliación,

presenta varios fenotipos de acuerdo a la coloración de las flores (roja, rosa y blanco), sus individuos pueden ser reubicados a zonas adyacentes o nuevas áreas donde el matorral observe buen estado de conservación. Destaca también el desplazamiento de especies arbustivas como *Mimosa* y las acacias, las cuales al tener formas arbustivas podrían también ser reubicadas; esta acción es importante ya que son especies que pueden proveer de refugio y fuentes alimenticias a un importante número de insectos, reptiles y mamíferos. Las opuntias, al igual que los anteriores géneros, muestran una función ecológica relevante, por ello también deben ser consideradas para su reubicación.

**Tabla IV.96 Número de individuos que serán afectados por la ampliación del tramo carretero en la comunidad de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (1.6 HAS)
<i>Bouteloua sp.</i>	246	984
<i>Muhlenbergia sp</i>	152	608
<i>Chloris sp.</i>	6	24
<i>Acacia farnesiana</i>	47	188
<i>Agave applanata</i>	1	4
<i>Agave sp.</i>	16	64
<i>Arctostaphylos pungens</i>	4	16
<i>Bouvardia ternifolia</i>	6	24
<i>Mammillaria magnimamma</i>	308	1232
<i>Mammillaria rhodantha subsp. rhodantha</i>	7	28
<i>Mimosa aculeaticarpa</i>	140	560
<i>Myrtillocactus geometrizans</i>	1	4
<i>Opuntia cantabrigiensis</i>	15	60
<i>Opuntia sp.</i>	49	196
<i>Opuntia streptacantha</i>	24	96
<i>Vauquelinia sp</i>	3	12
<i>Prunus persica</i>	1	4
<b>TOTAL</b>	<b>1026</b>	<b>4104</b>

## Bosque de pino - encino

Es la comunidad vegetal mejor conservada de los diferentes subtramos carreteros. Está dominada por el estrato arbóreo de pino y encino. Destaca la dominancia de pastizales, las especies de pino y los helechos. En el caso de los pastizales frecuentes por el derribo de individuos arbóreos, muestra una distribución agregada y el número de individuos progresa en el sotobosque abierto. Los helechos progresan de forma abundante tanto en el suelo como en sus formas epífitas que son las más abundantes y diversas. Como la tasa de humedad se incrementa, el número de individuos muestra un crecimiento exponencial. Las poblaciones de pinos muestran una dominancia significativa al registrar una estimación de 10 666 individuos, mismos que ejercen una influencia en la composición orgánica del suelo y desarrollo de las especies del sotobosque.

**Tabla IV.97 Número de individuos que serán afectados por la ampliación del tramo carretero en los distintos estratos vegetacionales.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (9.46 HAS)
<i>Lythrum alatum</i>	1	24
<i>Oxalis latifolia</i>	10	237
<i>Muhlenbergia geminiflora</i>	464	10974
<i>Salvia flaccidifolia</i>	15	355
<i>Acacia mammifera</i>	1	24
<i>Adiantum tricholepis</i>	15	355
<i>Artemisia campestris</i>	10	237
<i>Baccharis sarothroides</i>	15	355
<i>Cheilanthes leucopoda</i>	80	1892
<i>Cheilanthes sp.</i>	115	2720
<i>Doryopteris sp.</i>	8	189
<i>Microsorium pustulatum</i>	1730	40915
<i>Myriopteris aurea</i>	25	591
<i>Opuntia robusta</i>	6	142
<i>Pellaea sp.</i>	10	237
<i>Parapolytichum glabellum</i>	1115	26370
<i>Phlebodium areolatum</i>	1014	23981
<i>Pteridium arachnoideum</i>	55	1301
<i>Tillandsia gymnotrya</i>	30	710
<i>Tillandsia sp</i>	27	639

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (9.46 HAS)
<i>Tillandsia deppeana</i>	11	260
<i>Tillandsia pringlei</i>	6	142
<i>Berberis</i> sp	1	24
<i>Ageratina hidalguensis</i>	1	24
<i>Senecio inaequidens</i>	3	71
<i>Viburnum</i> sp	20	473
<i>Ilex discolor</i>	43	1017
<i>Pinus teocote</i>	451	10666
<i>Buddleja cordata</i>	10	237
<i>Quercus crassifolia</i>	6	142
<i>Quercus x dypsophylla</i>	10	237
<i>Quercus laeta</i>	16	378
<i>Quercus laurina</i>	12	284
<i>Quercus microphylla</i>	4	95
<i>Quercus obtusata</i>	2	47
<i>Quercus rugosa</i>	50	1183
<i>Quercus castanea</i>	12	284
<i>Quercus candicans</i>	2	47
<b>TOTAL</b>	<b>5406</b>	<b>127852</b>

### Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña

Las condiciones de humedad, favorecen de una forma importante la abundancia de helechos, que es una comunidad numerosa. La cobertura arbórea cerrada mantiene una tasa de humedad constante y alta, además de una rápida degradación de la materia orgánica. Son áreas con influencia de actividades antrópicas, lo que origina la dominancia de especies adecuadas a cambios de las estructuras vegetacionales, como lo observan, los helechos que es un grupo que responde favorablemente.

**Tabla IV.98 Número de individuos que serán afectados por la ampliación del tramo carretero en la comunidad vegetal secundaria arbórea de Bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (5.01 HAS)
<i>Cuphea jorullensis</i>	8	100
<i>Erigeron karvinskianus</i>	30	376
<i>Oenothera rosea</i>	23	288
<i>Salvia sp.</i>	50	626
<i>Salvia lavanduloides</i>	95	1190
<i>Panicum olivaceum</i>	34	426
<i>Vaccinium leucanthum</i>	67	839
<i>Stevia ovata</i>	160	2004
<i>Lagascea helianthifolia</i>	150	1879
<i>Eupatorium sp</i>	150	1879
<i>Chenopodium album</i>	582	7290
<i>Lophosoria quadripinnata</i>	345	4321
<i>Microsorium diversifolium</i>	3575	44777
<i>Monnina xalapensis</i>	20	251
<i>Parapolystichum glabellum</i>	1940	24299
<i>Polypodium sp.</i>	40	501
<i>Polystichum acrostichoides</i>	400	5010
<i>Pteridium aquilinum var. pseudocaudatum</i>	35	438
<i>Pteridium arachnoideum</i>	1635	20478
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	96	1202
<i>Rubus palmeri</i>	89	1115
<i>Salix sp</i>	28	351
<i>Tillandsia deppeana</i>	195	2442
<i>Tillandsia parryi</i>	4	50
<i>Tillandsia sp.</i>	27	338
<i>Turpinia occidentalis</i>	22	276
<i>Strvia serrata</i>	61	764
<i>Berberis sp.</i>	10	125
<i>Rhamnus capreaefolia</i>	1	13
<i>Ternstroemia huasteca</i>	9	113
<i>Alnus acuminata</i>	37	463

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (5.01 HAS)
<i>Clethra mexicana</i>	8	100
<i>Cornus disciflora</i>	25	313
<i>Liquidambar styraciflua</i>	4	50
<i>Persea americana</i>	2	25
<i>Pinus patula</i>	250	3131
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	16	200
<i>Quercus laeta</i>	6	75
<i>Quercus laurina</i>	1	13
<i>Quercus rugosa</i>	15	188
<i>Quercus sp</i>	19	238
<i>Buddleja cordata</i>	5	63
<i>Mikania sp.</i>	70	877
<b>TOTAL</b>	<b>10339</b>	<b>129496</b>

### Vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña

El número elevado de helechos y gramíneas, son indicativo de una comunidad vegetacional secundaria. Las respuestas a la perturbación son inmediatas a nivel fisiológico y es difícil que se manifiesten de inmediato a nivel morfológico, ya que la planta requiere un mayor esfuerzo para un cambio en su morfología, para lo que se requiere un tiempo mayor. Como se observa en comunidades del BMM, los helechos muestran un crecimiento intenso en áreas abiertas y la condiciones para su progreso es una humedad relativa alta.

**Tabla IV.99 Número de individuos que serán afectados por la ampliación del tramo carretero en la comunidad vegetacional secundaria arbustiva de Bosque mesófilo de montaña.**

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (0.73 HAS)
<i>Cirsium sp.</i>	9	66
<i>Erigeron karvinskianus</i>	372	2716
<i>Oxalis latifolia</i>	10	73
<i>Potentilla indica</i>	4	29
<i>Senecio inaequidens</i>	68	496

ESPECIE	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA UN ÁREA DE MUESTREO DE 4000 M <sup>2</sup>	NÚMERO DE INDIVIDUOS PARA LA SUPERFICIE AFECTADA POR LA AMPLIACIÓN DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS (0.73 HAS)
<i>Stellaria cuspidata</i>	6	44
<i>Salvia sp.</i>	50	365
<i>Barkleyanthus salicifolius</i>	7	51
<i>Panicum divergens</i>	696	5081
<i>Lagascea helianthifolia</i>	7	51
<i>Eupatorium sp</i>	30	219
<i>Alnus acuminata</i>	12	88
<i>Bidens pilosa</i>	229	1672
<i>Cestrum fasciculatum</i>	1	7
<i>Chenopodium album</i>	443	3234
<i>Clethra mexicana</i>	6	44
<i>Cornus disciflora</i>	10	73
<i>Pteridium aquilinum</i>	474	3460
<i>Pteridium arachnoideum</i>	10	73
<i>Verbesina persicifolia</i>	8	58
<i>Verbesina turbacensis</i>	116	847
<i>Rubus palmeri</i>	4	29
<i>Rhamnus capreifolia</i>	7	51
<i>Pinus patula</i>	12	88
<i>Quercus eduardi</i>	1	7
<i>Quercus sp.</i>	2	15
<i>Prunus serotina subsp. capuli</i>	7	51
<b>TOTAL</b>	<b>2601</b>	<b>18987</b>

En los subtramos carreteros se observan cambios significativos en la modificación de la estructura de sus elementos naturales originales, estos cambios son:

- Incremento de especies invasoras, como la zarzamora, en el mesófilo secundario arbóreo y arbustivo.
- Predominio de algunas especies por la modificación de la estructura original de los bosques y matorral.
- Presencia de pastizales, originado por el mantenimiento de la carretera.

En las siguientes imágenes, se muestran diferentes vistas del área del tramo carretero para sus diferentes subtramos km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al

km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560, las áreas de afectación corresponden a elementos del bosque de encino, mesófilo de montaña y matorral xerófilo.



Figura IV.139 Aspecto de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicuale y del pastizal inducido en el Km 85+000, donde se observan especies de acacias, opuntias y agaves.





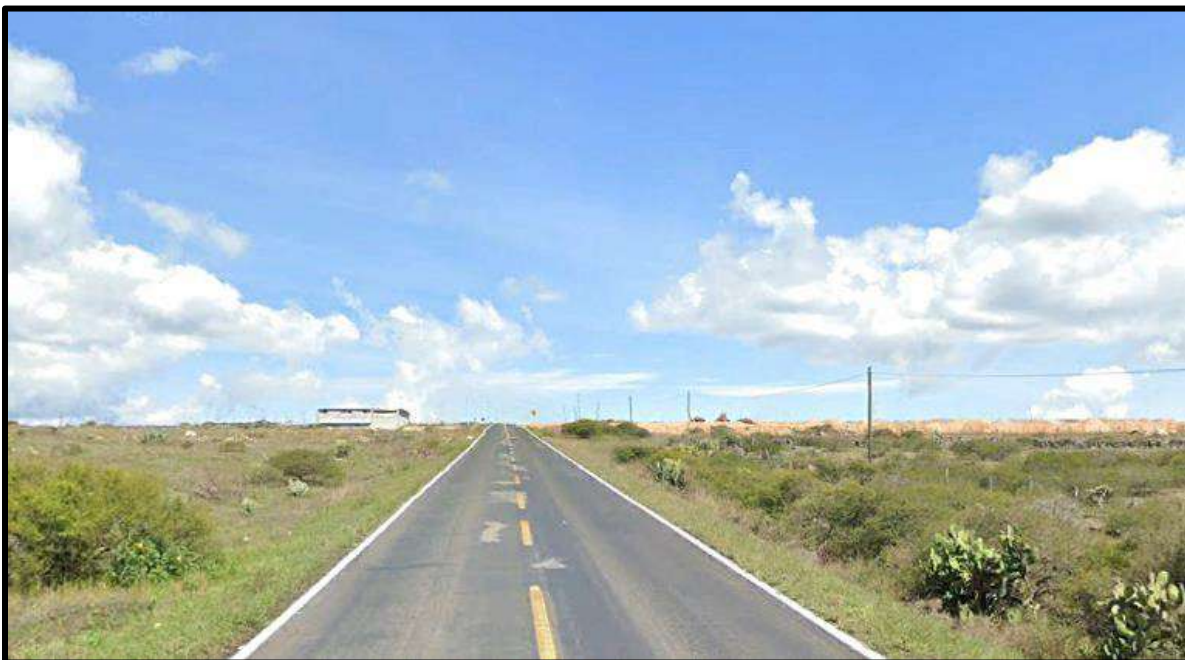
Figura IV.140 Aspecto de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule y del pastizal inducido en el Km 85+100, donde se observan especies de acacias, opuntias y agaves.



Figura IV.141 Aspecto de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule y del pastizal inducido en el Km 85+280, donde se observan especies de acacias, opuntias y agaves.



**Figura IV.142** Aspecto de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicuale y del pastizal inducido en el Km 85+400, donde se observan especies de acacias, opuntias y agaves.



**Figura IV.143** Aspecto de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicuale y del pastizal inducido en el Km 85+730., donde se observan especies de acacias, opuntias y agaves.



Figura IV.144 Tramo carretero Km 89+045, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus crassipes*, *Quercus germana*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.



Figura IV.145 Tramo carretero Km 89+849, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus crassipes*, *Quercus germana*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.



Figura IV.146 Tramo carretero Km 91+000, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus crassifolia*, *Quercus laeta*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.

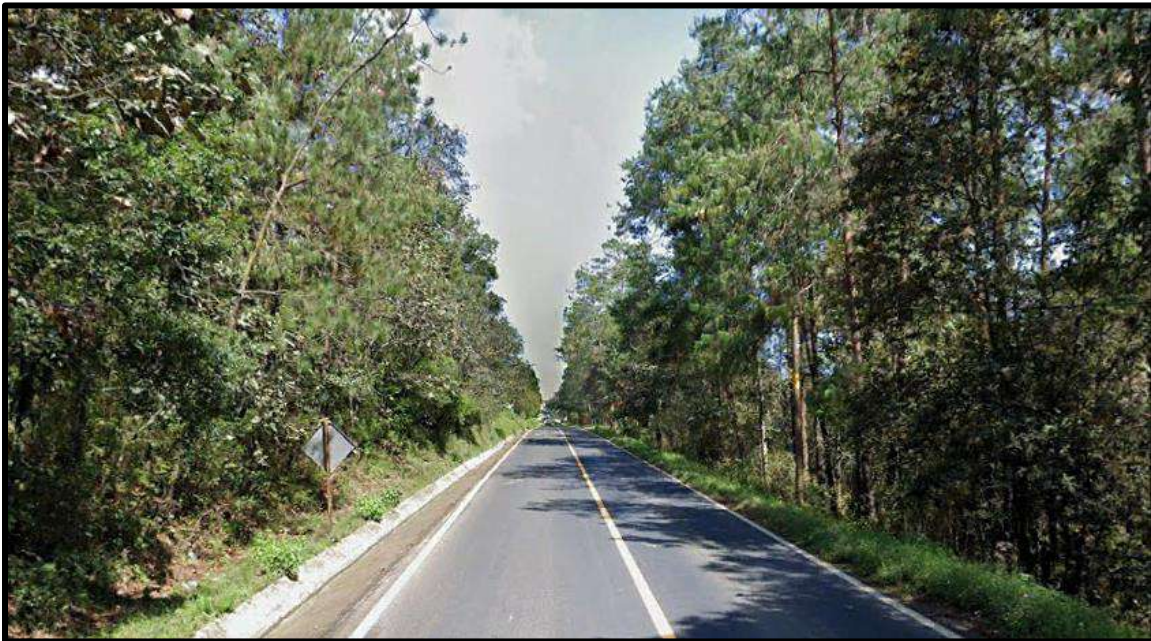


Figura IV.147 Tramo carretero Km 91+600, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus crassipes*, *Quercus germana*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.



Figura IV.148 Tramo carretero Km 92+377, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus crassipes*, *Quercus germana*, *Q. affinis*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.

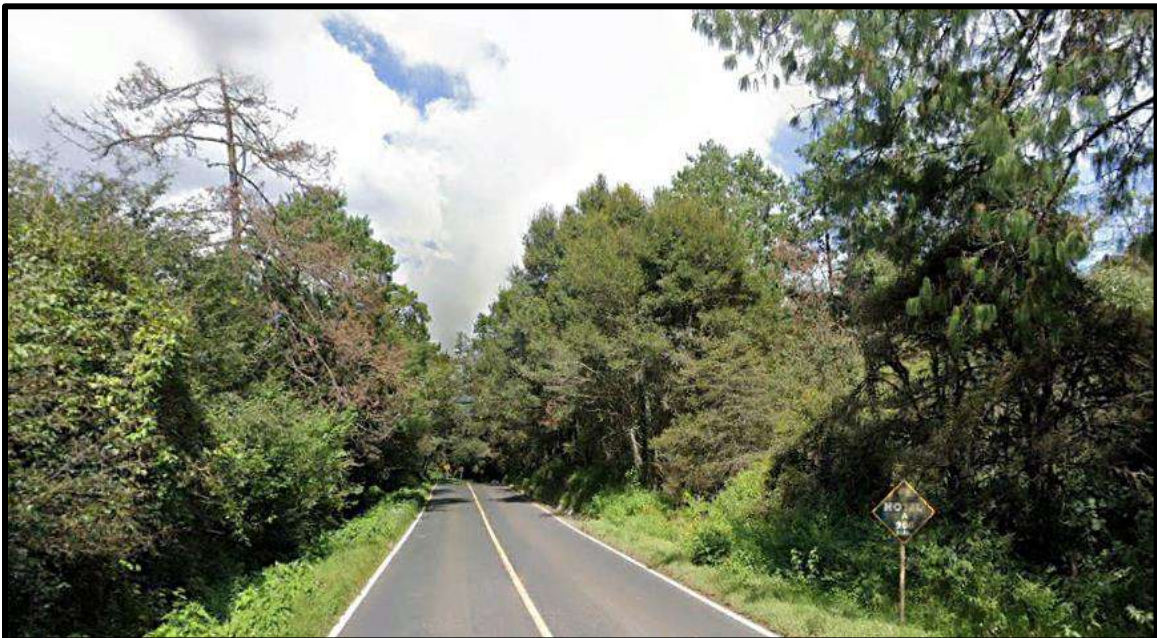


Figura IV.149 Tramo carretero Km 93+000, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus affinis*, *Quercus laeta*, *Quercus glabrescens*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.



Figura IV.150 Tramo carretero Km 93+549, donde se observan pastizales y bosque de pino – encino. Especies como *Quercus crassifolia*, *Quercus rugosa*, *Pinus oocarpa* y *Pinus teocote* son frecuentes.



Figura IV.151 Tramo carretero Km 94+000, donde se observa la vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.



Figura IV.152 Tramo carretero Km 94+000, donde se observa la vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.



Figura IV.153 Tramo carretero Km 94+000, donde se observa la vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.



Figura IV.154 Tramo carretero Km 98+980, donde se observa la vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. El área de afectación corresponde al pastizal y pequeños arbustos situados a 2.5 m de la carretera. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.



Figura IV.155 Tramo carretero Km 100+020, donde se observa la vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. El área de afectación corresponde al pastizal y pequeños arbustos situados a 2.5 m de la carretera. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.





Figura IV.156 Tramo carretero Km 100+200, donde se observa la vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. El área de afectación corresponde al pastizal y pequeños arbustos situados a 2.5 m de la carretera. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.

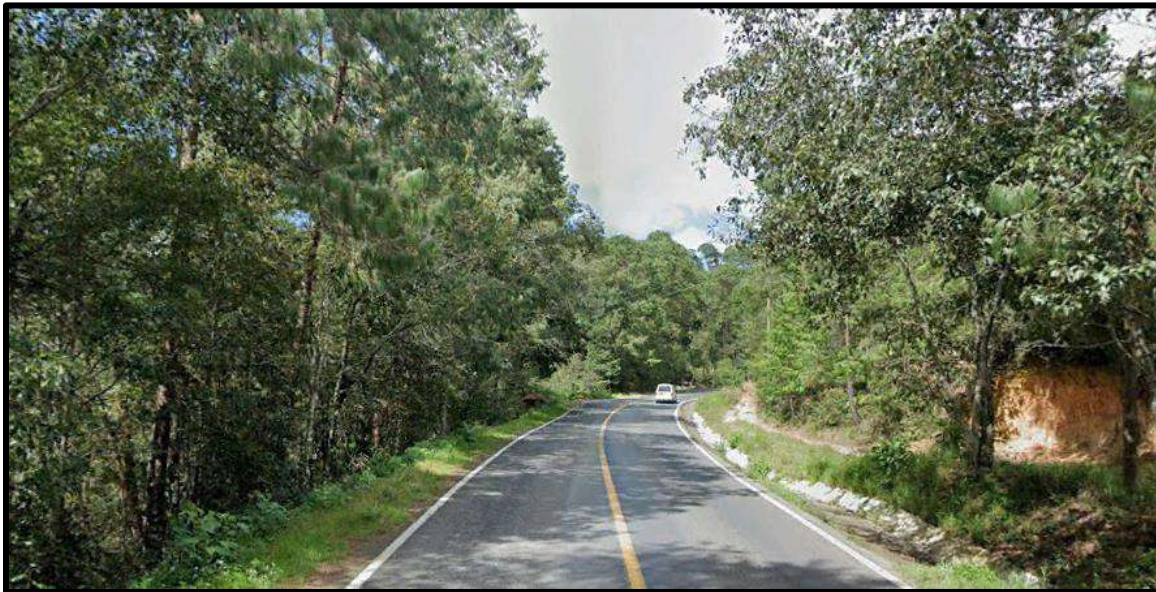


Figura IV.157 Tramo carretero Km 100+560, donde se observa la vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. El área de afectación corresponde al pastizal y pequeños arbustos situados a 2.5 m de la carretera. Se reconocen especies como *Alnus acuminata*, *Pinus patula*, *Liquidambar styraciflua* y varias especies de *Quercus*.

#### IV.2.1.2.2 Fauna

##### IV.2.1.2.2.1 Composición de las comunidades de fauna presentes en el área de estudio.

El Sistema Ambiental Regional y áreas de los subtramos carreteros son importantes zoogeográficamente debido a la presencia de animales de filiación boreal y neotropical; sin embargo, actualmente los sistemas ecológicos se encuentran fuertemente perturbados y sólo están presentes fragmentos remanentes de la vegetación original. Lo anterior ha causado una drástica reducción de hábitats para la fauna silvestre, poniendo en peligro la sobrevivencia de ésta. Por otra parte, las actividades antropogénicas han disminuido la diversidad de la fauna, favoreciendo a algunas especies de corte cosmopolita (de nichos amplios) y remplazando a especies cuyos requerimientos son más específicos, desapareciendo con la degradación paulatina de los ecosistemas.

Las zonas altas están mejor conservadas albergando especies de diferente filiación, entre las que destacan mamíferos (tlacuache, armadillo, cacomixtle, zorrillo, zorra, ardilla, ratón de campo, murciélago, comadreja, conejos y tuzas, entre otros); aves (tortola, colibrí, carpintero, golondrina, mirlo, gavián, gorrión y zopilotes, entre otros); reptiles (lagartija común, culebra y víbora de cascabel); anfibios (ajolote, salamandra, sapos y ranas). Los insectos también tienen gran importancia como fauna reguladora; además son fuente de proteína importante tanto para la fauna como para el hombre; sin embargo, también hay especies nocivas que afectan al ganado, a los cultivos y a la vegetación natural provocando estragos serios en el entorno y sus habitantes.

Podemos encontrar una fauna rica en los diferentes componentes vegetacionales en las Subcuencas del río Metztlán y Calabozos un ejemplo de ello, es el registro de 264 especies, representadas en 79 familias, como lo indica la siguiente tabla.

**Tabla IV.100 Riqueza faunística registrada para el SAR.**

GRUPO TAXONÓMICO	FAMILIAS	ESPECIES
<b>Anfibios y reptiles</b>	19	67
<b>Aves</b>	42	126
<b>Mamíferos</b>	18	71
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>	<b>264</b>

#### IV.2.1.2.2.2 Áreas de muestreo para los grupos faunísticos del SAR y del predio de los subtramos carreteros

##### IV.2.1.2.2.2.1 Áreas de muestreo del Sistema Ambiental Regional

Las áreas de muestreo para los diferentes grupos faunísticos se realizaron en sitios próximos a los subtramos carreteros, con el objetivo de reconocer los efectos de los subtramos con respecto a los grupos. Se muestrearon áreas similares, pero mejor conservadas que las comunidades del matorral crasicaule, pastizales, bosque de encino, bosque de pino, bosque de pino – encino y bosque mesófilo de montaña. También se realizaron recorridos en zonas secundarias de las comunidades vegetacionales anteriormente citadas. Estas corresponden a los transectos, como se indica en la siguiente tabla y figura.

**Tabla IV.101 Vegetación muestreada para los diferentes grupos faunísticos en el SAR.**

VEGETACIÓN MUESTREADA PARA LOS DIFERENTES GRUPOS FAUNÍSTICOS	LONGITUD DE LOS TRANSECTOS MUESTRADOS
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule	7 Km
Bosque de pino - encino	8 Km
Bosque mesófilo de montaña	7 Km
Vegetación secundaria de bosque de pino-encino	3



**Figura IV.158 Áreas de búsqueda de los diferentes grupos faunísticos para el SAR próximas al subtramo carretero 85+000 al 85+760.**



Figura IV.159 Áreas de búsqueda de los diferentes grupos faunísticos para el SAR.

#### IV.2.1.2.2.2 Áreas de muestreo de las áreas del predio de los subtramos carreteros

Los muestreos para los subtramos carreteros se llevaron a cabo en las colindancias de los subtramos carreteros, dentro del SAR, los cuales corresponden a las siguientes comunidades vegetacionales y usos de suelo:

- Asentamientos humanos
- Bosque de pino-encino
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña
- Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.

En la siguiente tabla, se muestran las comunidades vegetaciones muestreadas en relación con los subtramos carreteros.

Tabla IV.102 Vegetación muestreada en las afectaciones del proyecto y sus colindancias, dentro del SAR.

VEGETACIÓN MUESTREADA PARA LOS DIFERENTES GRUPOS FAUNÍSTICOS	LONGITUD DE LOS TRANSECTOS MUESTRADOS
Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.	760 m
Bosque de pino - encino Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña.	1200 m
Vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña.	1000 m



Figura IV.160 Áreas de búsqueda de los diferentes grupos faunísticos en el subtramo carretero 85+000 al 85+760.

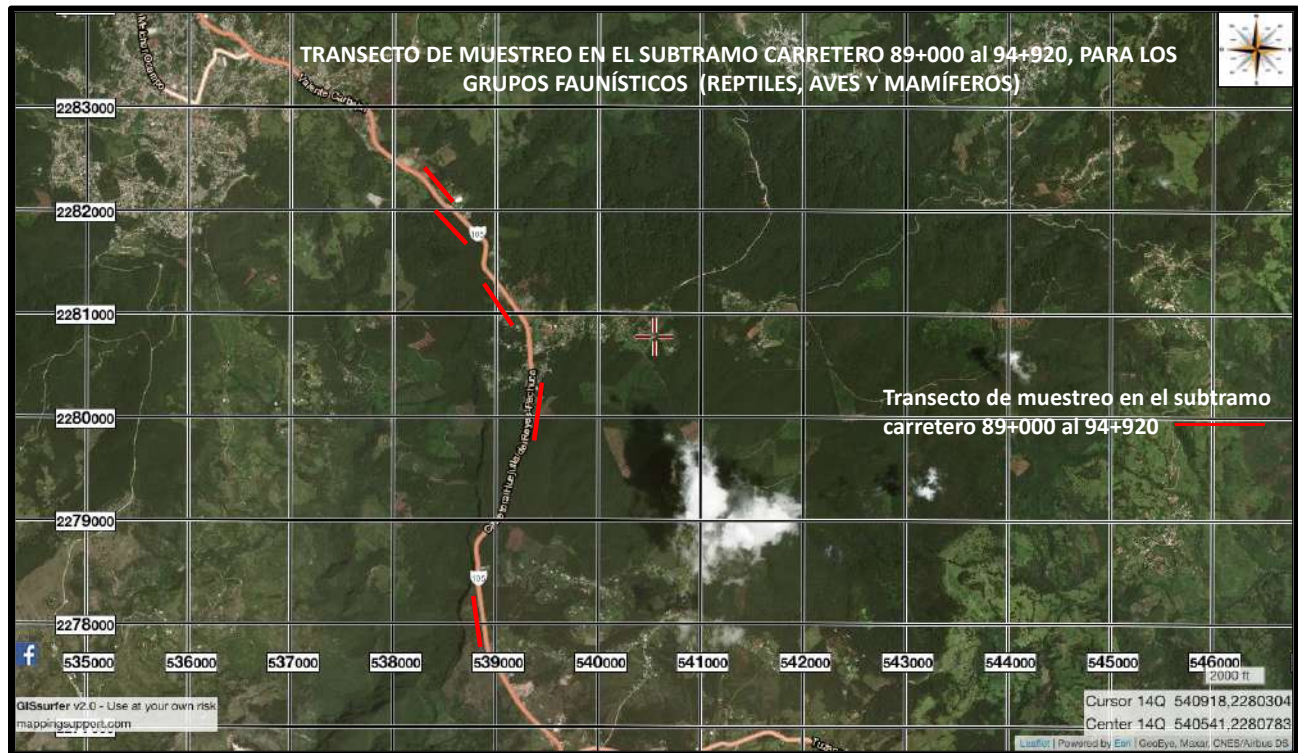


Figura IV.161 Áreas de búsqueda de los diferentes grupos faunísticos en el subtramo carretero 89+000 al 94+920.



Figura IV.162 Áreas de búsqueda de los diferentes grupos faunísticos en el subtramo carretero 98+000 al 10+560.

### IV.2.1.2.2.3 Herpetofauna

#### IV.2.1.2.2.3.1 Técnicas de muestreo

Se empleó la colecta oportunista para las áreas de afectación para los subtramos carreteros y transectos de las áreas del Sistema Ambiental.

**Colecta oportunista.** Es la búsqueda no sistemática de organismos a diferentes horas del día o estaciones del año, o bien la búsqueda intensiva bajo condiciones climáticas particulares que favorezcan la presencia de organismos. Los recorridos nocturnos caminando o en vehículo también entran en esta categoría.

##### Forma de colecta para anfibios.

Se desarrolló la búsqueda oportunista bajo las siguientes consideraciones:

- Se realizaron recorridos a pie.
- Se revisaron las áreas de ampliación de los subtramos carreteros de forma exhaustiva (debajo de troncos muertos, hojas y piedras)
- Se identificaron, fotografiaron y registraron los individuos.
- El esfuerzo de muestreo se realizó en los sitios con dos personas, durante 8 horas, 4 días.
- Finalmente, el inventario obtenido se comparó con la NOM-059- SEMARNAT-2010 para identificar el estatus de protección de las especies.

##### Forma de colecta para reptiles.

Se utilizaron las siguientes herramientas:

- Guantes de carnaza (para evitar mordeduras)
- Ganchos herpetológicos
- Pinzas herpetológicas

Los momentos más propicios para la captura de estas especies fueron las primeras horas del día y en horas soleadas. Fue necesario revisar por debajo de rocas, arbustos, entre maleza y cualquier rincón donde podrían esconderse.

Los ganchos o bastones herpetológicos fueron de gran ayuda para la captura de reptiles, sobre todo para el manejo de serpientes, nos ayuda a remover objetos, evitar mordeduras y, sobre todo, evitar lastimar a los organismos en la captura y su identificación.



Figura IV.163 A) Diferentes tipos de ganchos, B) lugares de búsqueda de reptiles.

#### IV.2.1.2.2.3.2 Inventario herpetofaunístico

##### Inventario para el Sistema Ambiental Regional

En el SAR del tramo carretero se observan 4 órdenes, 19 familias y 67 especies, de anfibios y reptiles.

De éstas, destacan 20 especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Estas especies se asocian principalmente a el bosque de niebla (bosque mesófilo de montaña) y el bosque de pino – encino, particularmente las cañadas de la subcuenca del río Calabozos, que tiene una fuerte influencia de elemento tropicales.

Tabla IV.103 Géneros y especies de anfibios y reptiles registrados, se indica su estatus de acuerdo a la NOM - 059-SEMARNAT- 2010.

CLASE/ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<b>ANURA</b>	
<b>BUFONIDAE</b>	
<i>Ollotis nebulifer</i>	NL
<i>Chaunus marinus</i>	NL



CLASE/ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<i>Incilius nebulifer</i>	NL
<b>BRACHYCEPHALIDAE</b>	
<i>Craugastor mexicanus</i>	NL
<i>Craugastor loki</i>	NL
<i>Craugastor alfredi</i>	NL
<i>Craugastor berkenbuschii</i>	NL
<b>CRAUGASTORIDAE</b>	
<i>Craugastor decoratus</i>	<b>Pr, endémica</b>
<i>Craugastor rhodopis</i>	NL, endémica
<b>ELEUTHERODACTYLIDAE</b>	
<i>Eleutherodactylus verrucipes</i>	<b>Pr, endémica</b>
<b>HYLIDAE</b>	
<i>H. arenicolor</i>	NL
<i>H. eximia</i>	NL
<i>Scinax slaufferi</i>	NL
<i>Smilisca staufferi</i>	NL
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	<b>A, endémica</b>
<i>Ecnomiohyla miotympanum</i>	NL, endémica
<i>Smilisca baudinii</i>	NL, endémica
<i>Tlalocohyla picta</i>	NL, endémica
<i>Trachycephalusvenulosus</i>	NL, endémica
<b>LEPTODACTYLIDAE</b>	
<i>Leptodactylus melanonotus</i>	NL, endémica
<b>RANIDAE</b>	
<i>Lithobates berlandieri</i>	<b><u>Pr no endémica</u></b>
<i>Lithobates speclabilis</i>	NL
<i>Lithobates johni</i>	<b>P, endémica</b>
<b>RHINOPHRYNIDAE</b>	
<i>Rhinophryne dorsalis</i>	<b>Pr no endémica</b>
<b>MICROPHYLIDAE</b>	
<i>Gastrophryne usta</i>	NL
<i>Hypopachus variolosus</i>	NL, endémica
<b>CENTROLENIDAE</b>	
<i>Hyalinobatrachium fleischmani</i>	NL

CLASE/ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<b>CAUDATA</b>	
<b>PLETHODONTIDAE</b>	
<i>Bolitoglossa platydactyla</i>	<b>Pr, endémica</b>
<i>Chiropterotriton chondrostega</i>	<b>Pr, endémica</b>
<i>C. terrestris</i> *	NL
<i>Pseudoeurycea gadovii</i>	NL
<b>SAURIA</b>	
<b>ANGUIDAE</b>	
<i>Abronia taeniata</i>	<b>Pr, endémica</b>
<i>Gerrhonotus ophiurus</i>	NL
<i>Barisia imbricata</i>	<b>Pr, endémica</b>
<b>CORYTOPHANIDAE</b>	
<i>Basiliscus vittatus</i>	<b>Pr, no endémica</b>
<i>Corytophanes hernandesii</i>	<b>Pr, no endémica</b>
<i>Laemanctus serratus</i>	<b>Pr, no endémica</b>
<b>PHRYNOSOMATIDAE</b>	
<i>Sceloporus cyanogenys</i>	NL
<i>Sceloporus variabilis</i>	NL
<i>Sceloporus grammicus</i>	<b>Pr, no endémica</b>
<b>SCINCIDAE</b>	
<i>Scincella gemmingeri</i>	<b>Pr, endémica</b>
<i>Plestiodon lynxe</i>	NL
<i>Scincella silvicola</i>	<b>A endémica</b>
<b>TEIIDAE</b>	
<i>Ameiva undulata</i>	NL
<b>XANTUSIIDAE</b>	
<i>Lepidophyma sp.</i>	NL
<b>XENOSAURIDAE</b>	
<i>Xenosaurus tzacualtipantecus</i>	NL
<b>SERPENTES</b>	
<b>COLUBRIDAE</b>	
<i>Coniophanes imperialis</i>	NL
<i>C. fissidens</i>	NL
<i>Dryadophis melanolomus</i>	NL

CLASE/ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<i>Drymobius margaritiferus</i>	NL
<i>Leptophis triangulum</i>	NL
<i>Leptodeira cussiliris</i>	NL
<i>Leptophis diplotropis</i>	<b>A, endémica</b>
<i>Mastigodryas melanolomus</i>	NL,
<i>L. septentrionalis</i>	NL
<u><i>Leptophis mexicanus</i></u>	<b><u>A , no endémica</u></b>
<i>Nerodia rhombifer</i>	NL
<i>Ninia diademata</i>	NL
<i>Oxybelis aeneus</i>	NL
<i>Spilotes pullatus</i>	NL
<i>Storeria dekayi</i>	NL
<i>Stoneria hidalgoensis</i>	NL
<i>Tantilla rubra</i>	<b>Pr, endémica</b>
<i>Thamnophis pulchrilatus</i>	NL
<i>Thamnophis sumichrasti</i>	NL
<i>Trimorphodon tau</i>	NL
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	<b>Pr, endémica</b>

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Inventario para los subtramos carreteros.

La presencia de los reptiles en los subtramos carreteros, se limita al hábitat de los árboles, principalmente a *Quercus* spp, donde las especies de lagartijas los usan como sitio de refugio. Para el caso de las culebritas, se presentan en los subtramos cuando la precipitación es alta y emplean los arroyos como sitios de alimentación de ranas. El número de especies registradas es bajo.

Tabla IV.104 Herpetofauna registrada en los subtramos carreteros y su residencia.

CLASE/ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	RESIDENTE
<b>RANIDAE</b>		
<i>Lithobates speclabilis</i>	NL	En periodo de lluvia
<b>MICROPHYLIDAE</b>		
<b>SAURIA</b>		

CLASE/ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	RESIDENTE
<b>PHRYNOSOMATIDAE</b>		
<i>Sceloporus variabilis</i>	NL	En árboles y rocas
<b>XENOSAURIDAE</b>		
<i>Xenosaurus tzacualtipantecus</i>	NL	En rocas
<b>SERPENTES</b>		
<b>COLUBRIDAE</b>		
<i>Dryadophis melanolomus</i>	NL	En periodo de lluvia
<i>Thamnophis pulchrrilatus</i>	NL	En periodo de lluvia



Figura IV.164 *Sceloporus variabilis*, especie abundante en la zona del tramo carretero.

Tabla IV.105 Características de *Sceloporus variabilis*, especie abundante en el tramo carretero.

ESPECIE	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	HÁBITAT	REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<i>Sceloporus variabilis</i>	No endémica. Es nativo del sur de Estados Unidos, México, Guatemala, Belice, El Salvador, Honduras, Nicaragua, y Costa Rica. Su rango altitudinal oscila entre 0 y 2500 msnm	Esta lagartija es semiarbóricola y muy adaptable por lo tanto habita en una gran variedad de ambientes como bosque mesófilo de montaña, bosque tropical	En cuanto a su ciclo reproductivo, la madurez sexual la alcanzan en los meses de mayo a julio, estación en la que ocurren el cortejo y el apareamiento.	Alta	Presente

ESPECIE	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	HÁBITAT	REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
		caducifolio, tropical perennifolio, bosque de pino, matorral submontano y matorral xerófilo	Es una especie que presenta dos puestas durante el año, estas pueden variar dependiendo el área de distribución de las poblaciones, el tamaño de la puesta es de 4 a 5 huevos los cuales son blancos, ovoides y de cascara blanda.		

#### IV.2.1.2.2.3.3 Importancia económica.

En la región se consumen xincoyotes (*Sceloporus sp.* y víbora de cascabel (*Crotalus sp.*) como parte de la comida tradicional de las zonas semiáridas de la barranca de Metztlán.

También se reconoce el uso medicinal de *Sceloporus sp.* para niños enfermos, se hierve y se les da té en ayunas.

#### IV.2.1.2.2.3.4 Herpetofauna endémica y/o en peligro de extinción.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, rara y las sujetas a protección especial; que establece especificaciones para su protección, publicado en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 2010, se registran las siguientes especies:

Tabla IV.106 Especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN/FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
<b>ORDEN ANURA</b>		
<b>RANIADAE</b>		
<i>Lithobates berlandieri</i>	<b>Pr</b>	<b>no endémica</b>
<b>RHINOPHRYNIDAE</b>		
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	<b>Pr</b>	<b>no endémica</b>
<b>SAURIA</b>		

ORDEN/FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
<b>ANGUIDAE</b>		
<i>Abronia taeniata</i>	<u>Pr</u>	<u>Endémica</u>
<b>PHRYNOSOMATIDAE</b>		
<i>Sceloporus grammicus</i>	<u>Pr</u>	<u>No endémica</u>
<b>POLYCHROTIDAE</b>		
<i>Anolis naufragus</i>	<u>Pr</u>	<u>Endémica</u>
<b>SCINCIDAE</b>		
<i>Scincella silvicola</i>	<u>A</u>	<u>Endémica</u>
<b>SERPENTES COLUBRIDAE</b>		
<i>Geophis mutitorques</i>	<u>Pr</u>	<u>Endémica</u>
<i>Imantodes gemmistratus</i>	<u>Pr</u>	<u>No endémica</u>
<i>Rhadinaea marcellae</i>	<u>Pr</u>	<u>Endémica</u>
<i>Leptophis mexicanus</i>	<u>A</u>	<u>No endémica</u>

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estas especies se observan hacia las áreas del bosque mesófilo de montaña, en las cañadas de la subcuenca, donde la humedad se preserva en la mayor parte del año. Es importante indicar que las áreas de cultivo de maíz y cultivos perennes, pueden ser sitios donde se observan a las especies enlistadas.

**Tabla IV.107 Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el área del SAR.**

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<b>ANURA</b>					
<b>CRAUGASTORIDAE</b>					
<i>Craugastor decoratus</i>	Distribución. Se trata de una especie endémica y con distribución restringida en la Sierra Madre Oriental, se encuentra a lo largo de la vertiente del Atlántico, en los estados de Tamaulipas,	Zonas húmedas del SAR, zonas perturbadas	El modo de reproducción es ovíparo con desarrollo directo, llegando a tener una puesta de 46 huevos la puesta es durante los meses de Mayo y Junio.	Media	No presente

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
	Varacruz, San Luis Potosí y Queretaro				
<b>ELEUTHERODACTYLIDAE</b>					
<i>Eleutherodactylus verrucipes</i>	Se trata de una especie endémica al país, con distribución restringida a elevaciones bajas y moderadas, encontrándose en los estados de San Luis Potosí y Querétaro, en Hidalgo.	Se encuentra en Tenango de Doria y Huehuetla.	El modo reproductivo de esta especie es ovíparo con desarrollo directo, los ejemplares solo se encontraron en bosque primario y cafetales de sombra.	Media	No presente
<b>HYLIDAE</b>					
<i>Charadrahyla taeniopus</i>	. Es endémica de México. Sus hábitats naturales son las montañas secas y los ríos. Está amenazada de extinción por la destrucción de su hábitat natural.	Zonas tropicales y húmedas.		Media	No presente
<b>RANIDAE</b>					
<i>Lithobates berlandieri</i>	No endémica Se encuentra principalmente sobre la planicie y tierras bajas de México, en todos los estados de México, excepto Quintana Roo.	Zona baja de la subcuenca.	Esta especie tiene una extensa temporada reproductiva que incluye primavera, verano y otoño; se pueden encontrar grandes cantidades de masas de huevos y pequeños y medianos renacuajos desde abril, en algunas partes.	Media	No presente
<i>Lithobates johni</i>	Es una especie con distribución muy restringida, ya que solo se encuentra en el sur de San Luis Potosí, Tamazunchale y en		En la temporada reproductiva se le observa en las orillas de arroyos o pequeños ríos bien oxigenados y de corriente rápida	Media	No presente

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
	el estado de Hidalgo donde solo se ha registrado en el municipio de Calnali y Huehuetla		que no presentan abundante vegetación acuática, con un tamaño de puesta de 3132 huevos.		
<b>RHINOPHRYNIDAE</b>					
<i>Rhinophrynus dorsalis</i>	No endémica Dugés A. (1896) reporta esta especie para el estado de Tabasco; Gadow H. (1905) realiza una recopilación del trabajo de varios investigadores (Gunther, Cope, Meek, y Boulenger) y comenta que la especie se encuentra restringida de Tuxpan en el norte de Veracruz a través del Istmo hacia Campeche.	Zonas húmedas de la subcuenca, zonas perturbadas	Son organismos homeotermas, ovíparos, que pasan la mayor parte del año estiviendo hasta las primeras lluvias de finales de mayo o principios de junio en las que emergen a reproducirse.	Media	No presente
<b>CAUDATA</b>					
<b>PLETHODONTIDAE</b>					
<i>Bolitoglossa platyductyla</i>	Se trata de una especie endémica a México, con distribución restringida en la vertiente de Atlántico. Hasta el momento se ha registrado en los estados de Veracruz, San Luis Potosí y en el estado de Hidalgo la reportan para los municipios de Huejutla y Chapulhuacán.	En zonas altas algunas veces se encuentra viviendo en las bromeliáceas o en hojas de plátano	La fecundación es interna, los huevos son depositados en sitios no-acuáticos, bajo roca, troncos, maleza, o entre las hojas de los plátanos. Es ectoterma, desarrollo directo, huevos, crías, juveniles, y adultos. Se considera que es de hábitos terrestres y arborícolas de actividad nocturna, concentrándose a	Media	No presente



ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
			menudo en lugares donde el grado de humedad es alto		
<i>Chiropterotriton chondrostega</i>	Es una especie endémica a México, con distribución restringida a unos cuantos estados: Durango, Querétaro, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas y Veracruz en Hidalgo la reportan para los municipios de Acaxochitlán, Tianguistengo, Zimapán y Zacualtipán y Huehuetla	En las zonas media de la subcuenca Esta especie es terrestre, intermedio y arborícola	Es una especie ovípara con un tamaño de puesta de 13 huevos, existe dimorfismo sexual en el número de dientes y longitud de las patas, éstas se encuentran separadas por tres surcos costales	Media	No presente
<b>SAURIA</b>					
<b>ANGUIDAE</b>					
<i>Abronia taeniata</i>	Endémica. La especie está restringida a México y Mesoamérica. Presenta una amplia distribución, desde Tamaulipas hasta Veracruz y habita en bosques de coníferas, de encinos y mesófilos.	Montañas de la subcuenca, en el BMM.	Son vivíparos, con ciclos reproductivos anuales, las crías se observan en septiembre.	Baja	No presente
<b>CORYTOPHANIDAE</b>					
<i>Basiliscus vittatus</i>	Es una especie de afinidad tropical la cual se encuentra en elevaciones moderadas y bajas, se distribuye en ambas vertientes, en el Pacífico se localiza en los estados de Jalisco y en la del Atlántico desde Tamaulipas hasta CentroAmérica En	Cañadas y barrancos del Sistema Ambiental.	El modo de reproducción de esta especie es ovíparo, el tamaño de la puesta puede ser de 6 a 12 huevo	Media	No presente

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
	Huehuetla esta especie es rara, los ejemplares se registraron en elevaciones que van desde los 400 hasta los 600 msnm.				
<i>Corytophanes hernandesii</i>	Es nativo de México, Guatemala y Belice.	Cañadas y barrancos de la subcuenca.	Febrero-Mayo	Media	No presente
<i>Laemanctus serratus</i>	Es nativo del México neotropical, Belice, y Honduras. Algunos autores lo incluyen en Guatemala.	Cañadas y barrancos del SAR.	Es una especie ovípara y pone de 3 a 7 huevos. Se estima que la época reproductiva inicia en la primavera o a principios del verano entre los meses de mayo y julio. La hembra excava un pequeño agujero al pie de algún árbol en el que deposita los huevos, tapándolos posteriormente. La eclosión de los juveniles es a finales del verano.	Media	No presente
<b>PHRYNOSOMATIDAE</b>					
<i>Sceloporus grammicus</i>	No Endémica. Se distribuyen en diferentes estados de la República, como Baja California Norte y Sur, Sonora, Sinaloa, Colima, Nayarit; también en el centro del país y en toda la región sureste, desde Chiapas hasta Quintana Roo.	Todo el SAR.	Lagartijas vivíparas cuya época reproductiva, se da al comienzo del otoño. Las hembras llegan a tener hasta cinco crías, que nacen en la primavera.	Media	No presente
<b>SCINCIDAE</b>					

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<i>Scincella gemmingeri</i>	Es una especie endémica a México. Su distribución se limitada en la Sierra Madre Oriental y parte centro-sur del país, en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca y Chiapas, en el estado de Hidalgo reportan la especie para los municipios de Atlapexco, Huautla, Huazalingo, Jacala, Metztlán, Tenango de Doria y Tlanchinol y Huehuetla		El modo de reproducción de esta lagartija es ovíparo, llagando a tener un tamaño de puesta de 3 huevos.	Media	No presente
<i>Scincella silvicola</i>	Endémica. En Coahuila, Puebla, Veracruz, Hidalgo y Nuevo León. Esta especie se distribuye en el Bosque de Encino-Pino.	Todo el Sistema	Tiene una reproducción ovípara, se considera que de abril a mayo es su periodo de reproducción.	Media	Ocasional
<b>SERPENTES COLUBRIDAE</b>					
<i>Leptophis diplotropis</i>	Es una especie endémica a México que se distribuye en ambas vertientes en la del Pacífico, desde el sur de Sonora, Chihuahua hasta Oaxaca en partes bajas. En Huehuetla esta especie resultó ser poco común.	Zonas altas y secas del SAR.	Todas las especies del género son ovíparas, el tamaño de la puesta es de seis a ocho huevos.	Media	No presente
<i>Leptophis mexicanus</i>	No Endémica. Se distribuye de México hasta Costa Rica. Se puede encontrar esta especie en bosques tropicales muy húmedos, húmedos y secos.	Zona baja de la subcuena y cañas de la selva mediana.	Es una especie ovípara. La puesta varía de 2 a 6 huevos de Abril a Junio.	Media	No presente

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<i>Tantilla rubra</i>	Tiene una amplia distribución, se encuentra desde el centro del país, en los estados de Nuevo León y Puebla hasta el oeste de Guatemala. En el estado de Hidalgo solo se ha registrado en el municipio de Tlanchinol y en Huehuetla se registró en bajas elevaciones (300 msnm).	Zonas altas y secas del SAR.	Febrero-Mayo	Media	No presenta
<i>Tropidodipsas sartorii</i>	Es una especie con amplia distribución, habita en moderadas elevaciones y se distribuye en ambas vertientes, en el Pacífico al sur del país en el estado de Chiapas, llegando hasta Guatemala, y en el Atlántico en los estados de San Luis Potosí y Veracruz. En el estado de Hidalgo, esta especie se ha registrado en los municipios de Chapulhuacán y Huejutla. En el municipio, se registró en las elevaciones más bajas 200 a 600 msnm.	Cañadas y barrancos del SAR.	El modo de reproducción es ovíparo llegando a tener un tamaño de puesta de 6 huevos	Media	No presenta

#### IV.2.1.2.2.3.5 Fauna de reptiles afectada por el proyecto de ampliación de los subtramos carreteros.

La ampliación de los subtramos carreteros, creará efectos sobre la fauna que tienen que ver con la reducción de la movilidad por una barrera física y que origina la fragmentación de los hábitats. A continuación, se indican los efectos de este tipo de proyecto en los diferentes grupos faunísticos estudiados.

**Tabla IV.108 Fauna afectada en el sistema ambiental regional.**

GRUPO FAUNÍSTICO	EFFECTOS NEGATIVOS	EFFECTOS POSITIVOS	EFFECTO POR FRAGMENTACIÓN DE LA CARRETERA	EFFECTO POR MODIFICACIÓN DE ESCORRENTÍAS	EFFECTOS POR CONSTRUCCIÓN DE PENDIENTES	EFFECTO POR PERDIDA DE VEGETACIÓN EN LAS MÁRGENES DEL CAMINO	ESPECIES AFECTAS LISTADAS EN LA NOM-059
Reptiles	Aislamiento Disminución de la variabilidad genética	Incremento de Áreas de forrajeo en cobertura vegetal secundaria.	Aislamiento Disminución de la variabilidad genética	No se presenta	Aislamiento	Disminución temporal de sitios de alimentación	No se presentan especies

La ampliación de los subtramos carreteros originará los siguientes cambios en las cañadas de los componentes vegetacionales que afectarán a las comunidades de reptiles:

- Pérdida de hábitat por desplazamiento de la cobertura arbórea que actualmente se observa un moderado estado de conservación.
- Fragmentación parcial del hábitat de las cañadas.
- Aislamiento y disminución de la variabilidad genética
- Cambios microclimáticos en los arroyos de las cañadas.
- Modificación edáfica por la generación de residuos pétreos.
- Interrupción temporal en las cañadas de movimientos locales de la herpetofauna.

En las áreas de los subtramos carreteros, la sucesión secundaria producto del desplazamiento de la cubierta vegetal, provocarán en los reptiles los siguientes efectos:

- Desplazamiento sensible de las poblaciones de lagartijas arbóreas por los cambios de temperatura y humedad.
- Disminución de los eventos reproductivos de reptiles.
- Modificación de la relación de depredador – presa, caso particular lagartijas-insectos.
- Incremento de gastos energéticos y reducción de la adecuación de las especies.

### **Zonas más seguras donde se desplazará la fauna con respecto al trazo y al sistema ambiental regional.**

Para conocer cuáles son las áreas más seguras donde se desplazará la fauna, resultado de la pavimentación del trazo carretero, se analizan los siguientes tipos de ambientes identificados en el tramo carretero.

- Zonas agrícolas.
- Pastizales.
- Bosque de Pino - Encino
- Bosque mesófilo de montaña y sus elementos secundarios.

**Zonas agrícolas.** En este agroecosistema, el microambiente predominante corresponde a los plantíos de maíz los cuales son de carácter temporal y permiten que aves se establezcan de forma temporal. Esta condición sugiere que la fauna asociada a este agroecosistema no se verá afectada.

**Zonas de pastizales.** En los pastizales, el microambiente predominante corresponde a las gramíneas, que permiten que aves y pequeños mamíferos se establezcan de forma temporal. Esta condición también sugiere que la fauna asociada a los pastizales no se verá afectada.

**Bosque mesófilo de montaña y sus elementos secundarios.** Se pueden reconocer cuatro microambientes que podrían ocupar los diferentes grupos faunísticos con respecto al trazo carretero. Estos microambientes se observan en cantidad, calidad y distancia adecuada para que la fauna se desplace y pueda ocuparlos. En el siguiente cuadro se indican los microambientes por grupo faunístico de las laderas y cañadas del BMM.

Tabla IV.109 Microambientes del BMM.

GRUPO FAUNÍSTICO	MICROAMBIENTES OBSERVADOS PARA EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA Y SUS ELEMENTOS SECUNDARIOS QUE PODRÁ OCUPAR LA FAUNA DESPLAZADA.			
	ÁREAS ROCOSAS	PLANTAS EPIFITAS	ESTRATO BAJO.	TRONCO DE ARBOLES
Reptiles	Oquedades y madrigueras	Bromelias y helechos.	Bromelias y helechos.	Corteza y troncos huecos.

**Bosque de pino - encino.** Se pueden reconocer cuatro microambientes que podrían ocupar los diferentes grupos faunísticos con respecto al trazo carretero. Estos microambientes se observan en cantidad, calidad y distancia adecuada para que la fauna se desplace y pueda ocuparlos.

De estos, las cañadas tienen un papel muy importante en brindar refugio temporal y permanente, sobre todo para las aves insectívoras, por ello, no se deberá de depositar ningún tipo de materiales pétreos. En el siguiente cuadro se indican los microambientes por grupo faunístico de las laderas.

Tabla IV.110 Microambientes del bosque de pino - encino.

GRUPO FAUNÍSTICO	MICROAMBIENTES OBSERVADOS PARA EL BOSQUE DE PINO - ENCINO. QUE PODRÁ OCUPAR LA FAUNA DESPLAZADA.			
	CAÑADAS DEL TRAMO CARRETERO	ÁREAS ROCOSAS	PLANTAS EPIFITAS	TRONCO DE ÁRBOLES
Reptiles	Ocuparán las áreas altas y bajas de la cañada	Oquedades y madrigueras	Bromelias y helechos.	Corteza y troncos huecos.

#### IV.2.1.2.2.3.6 Corredores biológicos

La zona del proyecto del SAR, presenta un área significativamente importante para la migración local y regional de la fauna.

En México, la deforestación y el cambio en el uso de suelo asociado a las actividades productivas han inducido transformaciones en los paisajes y propiciado la degradación y fragmentación de ecosistemas, con la consecuente afectación a las poblaciones animales y vegetales, además de tener impactos significativos en la provisión de servicios ecosistémicos y el bienestar de la población (Turner, Gardner y O’Neill, 2001; Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [Semarnat], 2008; Bregman, Sekercioglu y Tobias, 2014; Carrara et al., 2015).

Un claro ejemplo de esta situación se manifiesta en la región biogeográfica de la Sierra Madre Oriental en México, donde se presentan procesos de fragmentación y cambio de uso de suelo, derivados de la presión de actividades de origen antrópico, que afectan la integridad y resiliencia de los ecosistemas (Reyes-Hernández, Olvera-Vargas, Sahagún-Sánchez y Mass-Causse, 2009; Bregman et al., 2014).

#### Fragmentación del hábitat.

La fragmentación de hábitat es definida como un proceso que resulta en la transformación de extensas secciones de vegetación nativa en fragmentos de hábitat de composición heterogénea, aislados uno del otro por una matriz de hábitat antropogénico diferente al original (Carvajal Cogollo y Urbina-Cardona, 2008). Sin embargo, esta línea de investigación ha sido poco desarrollada para el grupo de los anfibios y reptiles, en comparación con otros vertebrados (González-Garzón, 2010).

En particular, las especies de anfibios y reptiles típicas de ambientes conservados (que habitan el interior del bosque y que evitan el borde) son las más vulnerables a los cambios espaciales en el hábitat (Lehtinen et al., 2003). El cambio en las condiciones micro-climáticas en los fragmentos de hábitat remanente es considerado una de las

principales causas del declive de las poblaciones de estos grupos; incluso hay reportes de especies que no pueden habitar fragmentos menores a 100 ha (Laurence et al., 2002). En contraste, las especies que usan habitualmente los bordes y la matriz son menos susceptibles a estos cambios, e incluso pueden verse favorecidas por ellos (Gascon et al., 1999; Suazo-Ortuño, 2007). Así, dependiendo de las necesidades de hábitat de cada especie, la respuesta a la fragmentación puede ser muy variable (Urbina-Cardona et al., 2006). Para el caso de los anfibios, se han reportado respuestas negativas a la alteración del hábitat en términos de una menor diversidad (Vallan, 2000; Pineda & Halfpeter, 2004), menor abundancia (Marsh & Pearman, 1997), evasión de bordes (Schlaepfer & Gavin, 2001), alteración de la composición de la comunidad (Pineda & Halfpeter, 2004; UrbinaCardona et al., 2006), o el declive de las especies con mayor capacidad de dispersión y la persistencia de especies sedentarias (Gibbs, 1998). Estudios en el noreste de Costa Rica y en la región de Los Tuxtlas, México, han reportado que al fragmentarse un hábitat la abundancia de anfibios aumenta dentro de los fragmentos de vegetación menos alterados, 15 mientras la abundancia de reptiles aumenta en la zona fragmentada (Bell & Donnelly, 2006; Cabrera-Guzmán & Reynoso, 2012). Sin embargo, también hay evidencias que demuestran que incluso las especies típicas de hábitats conservados pueden moverse entre fragmentos de hábitat para poder encontrar sitios específicos para la reproducción (Becker et al., 2010). Aunque la mayoría de los trabajos con anfibios y reptiles apoyan la idea de que existe una relación positiva especie-área, es decir, los fragmentos más grandes contienen una mayor diversidad de especies que los fragmentos pequeños (Vallan, 2000; Bell & Donnelly, 2006; Watling & Donnelly, 2006), otros estudios indican que la riqueza y abundancia de ranas puede ser similar en fragmentos y hábitat continuo (e.g. Lima & Gascon, 1999). De hecho, Tocher et al. (1997) encuentran más especies en los fragmentos de hábitat remanente que en el hábitat continuo. Por otra parte, Cabrera-Guzmán & Reynoso (2012) muestran que las abundancias de anfibios y reptiles en Los Tuxtlas, México, no dependen del tamaño del fragmento, y sugieren que pueden existir otras características en los fragmentos (e.g. presencia y/o cantidad de cuerpos de agua) que pueden ser más importantes para la comunidad herpetofaunística (Russildi-Gallegos, 2015)

Algunos reptiles, por sus características fisiológicas y biológicas, son muy sensibles a las modificaciones que se dan en el medio natural y por eso son organismos ideales para detectar los efectos de la pérdida de hábitat de manera temporal y espacial. La transformación masiva de bosque en potreros afecta a la herpetofauna debido a que los fragmentos de hábitat remanente presentan: reducción en el área disponible, pérdida de calidad del hábitat y aumento en la perturbación antropogénica. De manera general las especies de reptiles que evitan los potreros tienden a ser más vulnerables a procesos de extinción debido a los efectos del borde y a la pérdida y fragmentación del hábitat.



Debido a la fragmentación del hábitat que suponen las carreteras, la fauna se ve obligada a cruzarlas para hacer un uso completo de su territorio. Los diferentes motivos por los que se puede producir un atropello accidental de un vertebrado amenazado se pueden agrupar en tres grandes causas: (i) La carretera puede funcionar como una pista de paso para la fauna, (ii) la carretera puede ser una zona de uso, como en el caso de algunos reptiles, y (iii) los animales atropellados pueden atraer hacia el peligro a otra fauna carroñera oportunista. La capacidad de los individuos para esquivar a los vehículos y el tiempo de permanencia en la vía afectan directamente la vulnerabilidad a los atropellos (Fahrig and Rytwinski 2009). Algunas especies de reptiles y todos los anfibios usan tiempos elevados para el cruce de vías (Woltz et al., 2008). Por otro lado, es bien conocido el uso que hacen algunos reptiles de la carretera como superficie de termorregulación (Sullivan, 1981). Las carreteras pueden ser superficies térmicamente muy atractivas para los reptiles a lo largo de distintos periodos del día y a través de varios mecanismos.

#### **IV.2.1.2.2.4 Avifauna**

##### **IV.2.1.2.2.4.1 Técnicas de muestreo**

El muestreo para este grupo se realizó mediante avistamientos en campo se realizaron utilizando equipo óptico (binoculares). En aves, el muestreo fue dentro de los mismos sitios señalados previamente en mamíferos, buscando organismos, ya sea en vuelo, perchando o en nidos. Se realizó un inventario de las especies de aves diurnas presentes durante el muestreo.

El método de censo consistió en visitar los 8 sitios de muestreo de 08:00 a 14:00 hrs. y realizar observaciones durante el recorrido de los transectos, el tiempo de observación fue de 30 minutos de conteo.

Se ubicaron a lo largo de los transectos de los sitios de muestreo periodos de 30 minutos, donde se observaron las aves presentes en todas direcciones; además, se tomaron en cuenta la presencia de indicios como plumas y cantos durante los recorridos a pie por el sitio, con ayuda de binoculares y guías de campo se identificaron y registraron los individuos avistados en el área.

#### IV.2.1.2.2.4.2 Inventario de avifauna

##### Inventario de la avifauna del Sistema Ambiental

La avifauna particularmente es rica, ello se debe a la diversidad de ambientes aún presentes en la zona de estudio, como el bosque mesófilo de montaña, los diferentes tipos de bosques de pino y encino y la presencia de un matorral. Estos ambientes propician condiciones para la alimentación y estadía temporal de las especies migratorias. A continuación, se listan las especies registradas en campo.

Se observa que la fragmentación actual de las comunidades vegetacionales, al parecer, afecta de igual manera a la riqueza de especies restringidas y no restringidas al bosque mesófilo. Si bien la proporción de especies parece no ser afectada por el tamaño del fragmento de bosque, la abundancia de dichas especies es probable que sí se vea afectada por la fragmentación del bosque. Se registran 42 familias y 126 especies.

Tabla IV.111 Listado de especies de aves registradas en campo, se indica su estatus de acuerdo a LA NOM-059-SEMARNAT-2010.

FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<b>CICONIFORMES</b>	
<b>CICONIIDAE</b>	
<i>Cathartes aura</i>	NL
<b>CRACIDAE</b>	
<i>Ortalis vetula</i>	NL
<b>COLUMBIDAE</b>	
<i>Patagioenas flavirostris</i>	NL
<i>Patagioenas fascista</i>	NL
<i>Columbina minuta</i>	NL
<i>Zenaida asiatica</i>	NL
<i>Zenaida macroura</i>	NL
<i>Geotrygon montana</i>	NL
<b>TYTONIDAE</b>	
<i>Tyto alba</i>	NL
<i>Aegolius acadicus</i>	NL
<b>CAPRIMULGIDAE</b>	
<i>Caprimulgus salvini</i>	NL
<i>Caprimulgus vociferus</i>	NL
<b>NYCTIBIDAE</b>	



FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<i>Nyctibius jamaicensis</i>	NL
<b>APODIFORMES APODIDAE</b>	
<i>Chaetura vauxi</i>	NL
<i>Aeronautes saxatalis</i>	NL
<b>TROCHILIDAE</b>	
<i>Hylocharis] Basilinna leucotis</i>	NL
<b>CUCULIFORMES</b>	
<b>COCCYZIDAE</b>	
<i>Piaya cayana</i>	NL
<i>Eugenes fulgens</i>	NL
<i>Auhis heliosa</i>	NL
<i>Selasphorus platycercus</i>	NL
<b>PICIDAE</b>	
<i>Colaptes auratus</i>	NL
<i>Dryocopus lineatus</i>	NL
<i>Melanerpes formicivorus</i>	NL
<i>Picooides scalaris</i>	NL
<i>Picooides villosus</i>	NL
<i>Piculus rubiginosus</i>	NL
<i>Sphyrapicus varius</i>	NL
<i>Veniliornis fumigatus</i>	NL
<b>PASSERIFORMES</b>	
<b>FURNARIIDAE</b>	
<i>Lepidocolaptes leucogaster</i>	NL
<b>TYRANNIDAE</b>	
<i>Camptostoma imberbe</i>	NL
<i>Empidonax wrightii</i>	NL
<i>Megarynchus pitangua</i>	NL
<i>Mionectes oleaginous</i>	NL
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	NL
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	NL
<i>Myiozetetes similis</i>	NL
<i>Pachyramphus aglaiae</i>	NL
<i>Pachyramphus major</i>	NL
<i>Pitangus sulphuratus</i>	NL



FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<i>Tityra semifasciata</i>	NL
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	Pr
<b>VIREONIDAE</b>	
<i>Vireo griseus</i>	NL
<i>Vireo huttoni</i>	NL
<i>Vireo philadelphicus</i>	NL
<i>Vireo solitarius</i>	NL
<i>Vireolanius melitophrys</i>	NL
<b>CORVIDAE</b>	
<i>Cyanocorax morio</i>	NL
<i>Aphelocoma unicolor</i>	NL
<i>Corvus corax</i>	NL
<i>Cyanocitta stelleri</i>	NL
<i>Cyanolyca nana</i>	P
<b>HIRUNDINIDAE</b>	
<i>Progne chalybea</i>	NL
<i>Tachycineta thalassina</i>	NL
<i>Stelgidopterys serripennis</i>	NL
<b>PARIDAE</b>	
<i>Parus sclateri</i>	
<i>Poecile sclateri</i>	NL
<b>AEGITHALIDAE</b>	
<i>Psaltriparus minimus</i>	NL
<b>CERTHIIDAE</b>	
<i>Certhia americana</i>	NL
<b>TROGLODYTIDAE</b>	
<i>Campylorhynchus gularis</i>	NL
<i>Henicorhina leucosticta</i>	NL
<i>Henicorhina leucophrys</i>	NL
<b>TURDIDAE</b>	
<i>Catharus mexicanus</i>	P
<i>Sialia sialis</i>	NL
<i>Turdus grayi</i>	NL
<i>Turdus assimilis</i>	NL
<i>Turdus migratorius</i>	NL

FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<b>MIMIDAE</b>	
<i>Dumetella carolinensis</i>	NL
<b>MUSCICAPIDAE</b>	
<i>Catharus occidentales</i>	NL
<i>Myadestes occidentalis</i>	Pr
<i>Sialia mexicana</i>	NL
<b>PEUCEDRAMIDAE</b>	
<i>Peucedramus taeniatus</i>	NL
<b>PARULIDAE</b>	
<i>Vermivora ruficapilla</i>	NL
<i>Mniotilta varia</i>	NL
<i>Seiurus noveboracensis</i>	NL
<i>Seiurus motacilla</i>	NL
<i>Euthlypis lachrymosa</i>	NL
<i>Basileuterus belli</i>	NL
<b>TINAMIDAE</b>	
<u><i>Crypturellus cinnamomeus</i></u>	Pr
<b>THRAUPIDAE</b>	
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	NL
<i>Piranga leucoptera</i>	NL
<i>Thraupis abbas</i>	NL
<i>Cyanerpes cyaneus</i>	NL
<b>EMBERIZIDAE</b>	
<i>Sporophila torqueola</i>	NL
<i>Spizella pallida</i>	NL
<i>Spizella breweri</i>	NL
<b>CARDINALIDAE</b>	
<i>Saltator coerulescens</i>	NL
<i>Saltator atriceps</i>	NL
<i>Passerina cyanea</i>	NL
<i>Passerina ciris</i>	NL
<i>Icterus bullockii</i>	NL
<i>Icterus gularis</i>	NL
<i>Icterus graduacauda</i>	NL
<i>Icterus galbula</i>	NL

FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<b>FRINGILLIDAE</b>	
<i>Atlapetes brunneinucha</i>	NL
<i>Atlapetes pileatus</i>	NL
<i>Basileuterus belli</i>	NL
<i>Coccothraustes abeillei</i>	NL
<i>Dendroica occidentalis</i>	NL
<i>Dendroica townsendi</i>	NL
<i>Ergaticus ruber</i>	NL
<i>Euphonia elegantissima</i>	NL
<i>Euphonia hirundinacea</i>	NL
<i>Junco phaeonotus</i>	NL
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	NL
<i>Myioborus miniatus</i>	NL
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	NL
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	NL
<i>Piranga bidentata</i>	NL
<i>Piranga rubra</i>	NL
<i>Seiurus aurocapillus</i>	NL
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	NL
<i>Vermivora ruficapilla</i>	NL
<i>Wilsonia pusilla</i>	NL
<b>FALCONIDAE</b>	
<i>Herpetotheres cachinans</i>	NL
<b><i>Micrastur semitorquats</i></b>	<b><u>Pr no endémica</u></b>
<b>ACCIPITRIDAE</b>	
<b><i>Accipiter striatus</i></b>	<b><u>Pr no endémica</u></b>
<b>PSITTACIDAE</b>	
<i>Amazona autumnalis</i>	NL
<b>STRIGIDAE</b>	
<i>Strix virgata</i>	NL
<b>TROGONIDAE</b>	
<i>Trogon melanocephalus</i>	NL
<i>Trogon mexicanus</i>	NL
<b>MOMOTIDAE</b>	
<i>Momotus momota</i>	NL

FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS
<b>RAMPHASTIDAE</b>	
<i>Ramphastus sulfuratus</i>	<b><u>A no endémica</u></b>
<b>DENDROCOLAPTIDAE</b>	
<i>Xiphorhynchus flavigaster</i>	NL
<b>COTINGIDAE</b>	
<i>Tityra semifasciata</i>	NL
<b>SYLVIIDAE</b>	
<i>Poliptila caerulea</i>	NL
<b>REGULIDAE</b>	
<i>Regulus calendula</i>	NL
<b>STURNIDAE</b>	
<i>Toxostoma longirostre</i>	NL

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Inventario de la avifauna de las áreas de los subtramos carreteros

La avifauna particularmente es rica, ello se debe a la diversidad de ambientes aún presentes en el proyecto y en sus las colindancias, dentro del SAR, resultado de ello, es la presencia de las siguientes comunidades vegetacionales:

- Bosque mesófilo de montaña
- Bosque de pino-encino
- Bosque de encino
- Pastizal inducido
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña
- Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule.

Que propician condiciones para la alimentación y estadía temporal de las especies residentes y migratorias. A continuación, se listan las especies registradas en campo y literatura. Es importante comentar que dado el actual uso del área (vía de comunicación), las especies de aves no son residentes.

Tabla IV.112 Especies de avifauna registradas en los subtramos carreteros. El nombre común según Howell y Webb (2004).

ORDEN	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN			
Ciconiformes	Ciconiidae	1. <i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura cabecirroja			
Cuculiformes	Coccyzidae	2. <i>Piaya cayana</i>	Cuclillo ardilla			
Passeriformes	Corvidae	3. <i>Aphelocoma unicolor</i>	Chara unicolor			
		4. <i>Corvus corax</i>	Cuervo grande			
		5. <i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Steller			
	Fringillidae		6. <i>Cyanolyca nana</i>	Chara enana		
			7. <i>Atlapetes pileatus</i>	Saltón gorrirrufo		
			8. <i>Atlapetes brunneinucha</i>	Saltón goricastaño		
			9. <i>Basileuterus belli</i>	Chipe ceja dorada		
			10. <i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Chinchinero común		
			11. <i>Coccothraustes abeillei</i>	Pepitero encapuchado		
			12. <i>Dendroica townsendi</i>	Chipe de Townsend		
			13. <i>Dendroica occidentalis</i>	Chipe cabeciamarillo		
			14. <i>Ergaticus ruber</i>	Chipe rojo		
			15. <i>Icterus bullockii</i>	Bolsero de Bullock		
			16. <i>Junco phaeonotus</i>	Junco ojo de lumbre		
			17. <i>Myioborus miniatus</i>	Pavito gorjigris		
			18. <i>Peucedramus taeniatus</i>	Chipe ocotero		
			19. <i>Pheucticus melanocephalus</i>	Picogruoso tigrillo		
			20. <i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Rascador ojirrojo		
			21. <i>Piranga rubra</i>	Tángara roja		
			22. <i>Piranga bidentata</i>	Tangara dorso rayado		
			23. <i>Seiurus aurocapillus</i>	Chipe suelero coronado		
			24. <i>Sporophila torqueola</i>	Semillero de collar		
			25. <i>Vermivora ruficapilla</i>	Chipe de Nashville		
			26. <i>Wilsonia pusilla</i>	Chipe Wilson		
			27. <i>Lepidocolaptes affinis</i>	Trepatroncos corona punteada		
			28. <i>Sittasomus griseicapillus</i>	Trepatroncos oliváceo		
			Muscicapidae		29. <i>Catharus occidentales</i>	Zorzalito piquipardo
					30. <i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero
					31. <i>Sialia mexicana</i>	Azulejo gorjazul
					32. <i>Turdus migratorius</i>	Zorzal petirrojo



ORDEN	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN
	Paridae	33. <i>Parus sclateri</i>	Paro mexicano
	Parulidae	34. <i>Mniotilta varia</i>	Chipe trepador
		35. <i>[Parula] Vermivora superciliosa</i>	Chipe pechimanchado
	Regulidae	36. <i>Regulus calendula</i>	Reyezuelo sencillo
	Sturnidae	37. <i>Toxostoma longirostre</i>	Cuitlacoche pico largo
	Sylviidae	38. <i>Poliophtila caerulea</i>	Perlita grisilla
	Turdidae	39. <i>Catharus mexicanus</i>	Zorzalito coroninegro
	Tyrannidae	40. <i>Camptostoma imberbe</i>	Mosquerito lampino Norteño
		41. <i>Empidonax wrightii</i>	Mosquero gris
		42. <i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Mosquero penachudo
		43. <i>Myiarchus tuberculifer</i>	Copetón triste
		44. <i>Xenotriccus mexicanus</i>	Mosquero del balsas
	Vireonidae	45. <i>Vireo philadelphicus</i>	Vireo de Filadelfia
		46. <i>Vireo huttoni</i>	Vireo de Hutton
		47. <i>Vireo solitarius</i>	Vireo plomizo
Piciformes	Picidae	48. <i>Sphyrapicus varius</i>	Chupasavia vientre amarillo
Strigiformes	Caprimulgidae	49. <i>Caprimulgus salvini</i>	Tapacamino ti-cuer
Apodiformes	Trochilidae	50. <i>[Hylocharis] Basilinna leucotis</i>	Colibrí orejiblanco
Trogoniformes	Trogonidae	51. <i>Trogon mexicanus</i>	Trogón mexicano

En la siguiente tabla, se indican los tipos de comunidades donde se registran las especies de los subtramos, su distribución local y el estatus de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla IV.113 Lista de especies y preferencias de hábitat, así como su distribución, según Peterson y Chalif (2000).**

ESPECIES	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN	ESTATUS
<i>Aphelocoma unicolor</i> *	Bosques de niebla	Local	<b>Amenazada</b>
<i>Atlapetes brunneinucha</i>	Sotobosque de bosques de montaña	Local	
<i>Atlapetes pileatus</i>	Sotobosque de bosques de pino y encino	Local	
<i>Basileuterus belli</i>	Bosques de niebla, bosques de pino y encino	Local	

ESPECIES	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN	ESTATUS
<i>Camptostoma imberbe</i>	Bosques bajos, arbustos, partes bajas de cañones	Local	
<i>Caprimulgus salvini</i>	Ecotonos de Bosques	Local	
<i>Cathartes aura</i>	Campos abiertos, ranchos, etc.	Local	
<i>Catharus mexicanus</i> ***	Sotobosque de bosques húmedos	Local	<b>Sujeta a protección especial</b>
<i>Catharus occidentales</i>	Bosques de pino, encino, sotobosque, barrancos	Local	
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	Sotobosque, ecotonos del bosque mesófilos de montaña	Local	
<i>Coccothraustes abeillei</i>	Bosques de montaña, bosque mesófilo de montaña.	Local	
<i>Corvus corax</i>	Montañas, desiertos, cañones, acantilados costeros, bosques boreales.	Local	
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Bosque de coníferas y pino-encino	Local	
<i>Cyanolyca nana</i> **	Bosque de pino-encino	Local	<b>Peligro de extinción</b>
<i>Dendroica occidentales</i>	Bosque de coníferas; en migración otras asociaciones boscosas	Migratoria	
<i>Dendroica townsendi</i>	Coníferas altas, bosque de Abies	Migratoria	
<i>Empidonax wrightii</i>	Bosque de piñones y juníperos	Migratoria	
<i>Ergaticus ruber</i>	Bosque de pino	Local	
<i>[Hylocharis] Basilinna leucotis</i>	Bosque de pino y encino cerca de los arroyos.	Local	
<i>Icterus bullockii</i>	Bosque abiertos, vegetación ripareña	Migratoria	
<i>Junco phaeonotus</i>	Bosque de coníferas, de pino-encino, pastizales altos	Local	
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	Bosque de tierras altas; claros de bosque, pinos, encinos, arboledas	Local	
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	Bosque de pino y encino, bosque de niebla	Local	
<i>Mniotilta varia</i>	Bosques, arboledas, sotobosque.	Migratoria	

ESPECIES	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN	ESTATUS
<i>Myadestes occidentalis</i> ***	Bosque de niebla, zonas de pino-encino, barrancos	Local	<b>Sujeta a protección especial</b>
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	Bosques abiertos, ecotonos, laderas con arbustos, cañones con pino-encino	Local	
<i>Myioborus miniatus</i>	Bosque de niebla, pinos, encinos, ocasionalmente en tierras bajas	Local	
[ <i>Parula</i> ] <i>Vermivora superciliosa</i>	Bosque de niebla y bosque de pino-encino	Local	
<i>Parus sclateri</i>	Bosque de coníferas, bosque de pino-encino.	Local	
<i>Peucedramus taeniatus</i>	Bosque de pino y oyamel en montañas altas	Local	
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	Bosque de pino-encino, bosques mixtos, piñones, huertas, parques	Migratoria	
<i>Piaya cayana</i>	Bosques secos y húmedos, matorrales	Local	
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	Matorrales, chaparral, sotobosque, ecotonos, boscosos	Local	
<i>Piranga bidentata</i>	Bosque de niebla, pinos, encinos	Local	
<i>Piranga rubra</i>	Bosque de galería, álamos, sauces, selvas tropicales	Migratoria	
<i>Polioptila caerulea</i>	Bosques mixtos abiertos, encinos, juníferos, matorrales	Migratoria	
<i>Regulus caléndula</i>	Bosque de coníferas	Migratoria	
<i>Seiurus auropillus</i>	Cerca del suelo en bosques deciduos; matorrales, acahuales.	Migratoria	
<i>Sialia mexicana</i>	Árboles dispersos, bosques abiertos de coníferas, ranchos	Local	
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	Bosques abiertos, húmedos, tierras arboladas, claros, ecotonos	Local	
<i>Sphyrapicus varius</i>	Bosques, arboladas de álamos, huertos	Migratoria	

ESPECIES	HÁBITAT	DISTRIBUCIÓN	ESTATUS
<i>Sporophila torqueola</i>	Campos de malezas, pastos altos, matorrales a lo largo de caminos	Local	
<i>Toxostoma longirostre</i>	Sotobosque, arbustos, mezquite	Local	
<i>Trogon mexicanus</i>	Bosque de pino o de pino-encino, bosque de niebla	Local	
<i>Turdus migratorius</i>	Ciudades, prados, ranchos, bosques abiertos, a los lados de arroyos	Migratoria	
<i>Vermivora ruficapilla</i>	Ecotonos y arbustos	Migratoria	
<i>Vireo huttoni</i>	Bosque y arbustos adyacentes; prefiere los encinos	Local	
<i>Vireo philadelphicus</i>	Sotobosque, sauces, álamos, Aile y acahuales viejos	Migratoria	
<i>Vireo solitarius</i>	Bosques y árboles	Migratoria	
<i>Wilsonia pusilla</i>	Matorrales a lo largo de arroyos arbolados, marañas de ramas húmedas, arbustos bajos	Migratoria	
<i>Xenotriccus mexicanus</i> ***	Bosque de encino con matorrales espinosos	Local	<b>Sujeta a protección especial</b>

\*: Amenazada, no endémica; \*\*: en peligro de extinción y endémica, y \*\*\*: sujeta a protección especial, pero no es endémica según la NOM-059-ECOL-2010

#### IV.2.1.2.2.4.3 Índices de diversidad

Para estimar la importancia de cada especie se utilizó un índice de importancia relativa, definido como:  $IR = 100 (N_i / N_t) (M_i + E_i) / (M_t + E_t)$ , donde  $N_i$  es la suma de las abundancias de la especie  $i$  en los diferentes meses,  $N_t$  es la suma de las abundancias generales por mes,  $M_i$  es el número de meses en los cuales la especie  $i$  estuvo presente,  $E_i$  es el número de estaciones de muestreo en las cuales la especie  $i$  estuvo presente, y  $M_t$  y  $E_t$  son el número total de meses y estaciones de muestreo, respectivamente (Gatto et al. 2005). Se asume un mes de muestreo y una estación muestreada. Valores de  $M_i + E_i) / (M_t + E_t)$ , serían  $(1+1)/(1+1)$ .

La **diversidad de especies de aves y mamíferos** es determinada utilizando el índice Shannon-Weaver ( $H'$ , Ecuación No. 2), que es uno de los índices más simples y de amplio uso, tiene la ventaja de ser independiente del tamaño de la muestra (Brower et al.; 1989), esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo (aves, mamíferos,

plantas, y otros.), pero en muestras pequeñas esparcidas produce mucho sesgo. También permite hacer comparaciones estadísticas entre comunidades, áreas, complejos, y otras. El índice toma valores de 0 hasta un máximo cercano a 6 (muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área.

$$H' = \sum_{i=1}^n p_i \frac{(\ln p_i)}{i}$$

Donde:

- H'** = Índice de diversidad de Shannon-Weaver  
**Pi** = Proporción de la especie (ni) en la muestra total (N) y pi = ni dividido N  
**N** = Número de individuos totales  
**Ln** = Logaritmo natural de pi

### Estimación de los valores de importancia y diversidad de aves.

#### Zona del predio.

$$IR = 100 (Ni / Nt) (Mi + Ei) / (Mt + Et),$$

Los datos de registro se obtuvieron para un mes de muestreo en la zona de baja y alta de la subcuenca., por lo que se tiene:

$$IR = 100 (Ni/113) (1+1) /(1+1)$$

Sustituyendo los valores para cada especie se tiene la siguiente tabla:

Tabla IV.114 Valores de importancia para las especies de aves.

ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Aphelocoma unicolor*</i>	2	1.77
<i>Atlapetes brunneinucha</i>	1	0.88
<i>Atlapetes pileatus</i>	1	0.88
<i>Basileuterus belli</i>	3	2.65
<i>Camptostoma imberbe</i>	2	1.77



ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Caprimulgus salvini</i>	3	2.65
<i>Cathartes aura</i>	5	4.42
<i>Catharus mexicanus</i> ***	1	0.88
<i>Catharus occidentales</i>	1	0.88
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	1	0.88
<i>Coccothraustes abeillei</i>	1	0.88
<i>Corvus corax</i>	6	5.31
<i>Cyanocitta stelleri</i>	1	0.88
<i>Cyanolyca nana</i> **	4	3.54
<i>Dendroica occidentales</i>	5	4.42
<i>Dendroica townsendi</i>	5	4.42
<i>Empidonax wrightii</i>	1	0.88
<i>Ergaticus ruber</i>	1	0.88
[ <i>Hylocharis</i> ] <i>Basilinna leucotis</i>	1	0.88
<i>Icterus bullockii</i>	1	0.88
<i>Junco phaeonotus</i>	1	0.88
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	1	0.88
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	3	2.65
<i>Mniotilta varia</i>	2	1.77
<i>Myadestes occidentalis</i> ***	1	0.88
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	0.88
<i>Myioborus miniatus</i>	1	0.88
[ <i>Parula</i> ] <i>Vermivora superciliosa</i>	1	0.88
<i>Parus sclateri</i>	1	0.88
<i>Peucedramus taeniatus</i>	1	0.88
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	1	0.88
<i>Piaya cayana</i>	1	0.88
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	1	0.88
<i>Piranga bidentata</i>	1	0.88
<i>Piranga rubra</i>	4	3.54
<i>Polioptila caerulea</i>	3	2.65
<i>Regulus caléndula</i>	3	2.65
<i>Seiurus aurocapillus</i>	2	1.77
<i>Sialia mexicana</i>	2	1.77

ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1	0.88
<i>Sphyrapicus varius</i>	2	1.77
<i>Sporophila torqueola</i>	3	2.65
<i>Toxostoma longirostre</i>	4	3.54
<i>Trogon mexicanus</i>	4	3.54
<i>Turdus migratorius</i>	7	6.19
<i>Vermivora ruficapilla</i>	3	2.65
<i>Vireo huttoni</i>	3	2.65
<i>Vireo philadelphicus</i>	3	2.65
<i>Vireo solitarius</i>	2	1.77
<i>Wilsonia pusilla</i>	3	2.65
<i>Xenotriccus mexicanus</i> ***	1	0.88
	113	100.00

Tabla IV.115 Valor del índice de diversidad para aves.

ESPECIES	INDIVIDUOS	NI	LN (NI)	NI LN (NI)
<i>Aphelocoma unicolor</i> *	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Atlapetes brunneinucha</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Atlapetes pileatus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Basileuterus belli</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Camptostoma imberbe</i>	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Caprimulgus salvini</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Cathartes aura</i>	5	0.04	-3.118	-0.138
<i>Catharus mexicanus</i> ***	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Catharus occidentales</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Chlorospingus ophthalmicus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Coccothraustes abeillei</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Corvus corax</i>	6	0.05	-2.936	-0.156
<i>Cyanocitta stelleri</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Cyanolyca nana</i> **	4	0.04	-3.341	-0.118
<i>Dendroica occidentales</i>	5	0.04	-3.118	-0.138
<i>Dendroica townsendi</i>	5	0.04	-3.118	-0.138
<i>Empidonax wrightii</i>	1	0.01	-4.727	-0.042

ESPECIES	INDIVIDUOS	NI	LN (NI)	NI LN (NI)
<i>Ergaticus ruber</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
[ <i>Hylocharis</i> ] <i>Basilinna leucotis</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Icterus bullockii</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Junco phaeonotus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Lepidocolaptes affinis</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Mitrephanes phaeocercus</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Mniotilta varia</i>	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Myadestes occidentalis</i> ***	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Myiarchus tuberculifer</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Myioborus miniatus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
[ <i>Parula</i> ] <i>Vermivora superciliosa</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Parus sclateri</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Peucedramus taeniatus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Pheucticus melanocephalus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Piaya cayana</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Pipilo erythrophthalmus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Piranga bidentata</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Piranga rubra</i>	4	0.04	-3.341	-0.118
<i>Polioptila caerulea</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Regulus caléndula</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Seiurus aurocapillus</i>	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Sialia mexicana</i>	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Sittasomus griseicapillus</i>	1	0.01	-4.727	-0.042
<i>Sphyrapicus varius</i>	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Sporophila torqueola</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Toxostoma longirostre</i>	4	0.04	-3.341	-0.118
<i>Trogon mexicanus</i>	4	0.04	-3.341	-0.118
<i>Turdus migratorius</i>	7	0.06	-2.781	-0.172
<i>Vermivora ruficapilla</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Vireo huttoni</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Vireo philadelphicus</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Vireo solitarius</i>	2	0.02	-4.034	-0.071
<i>Wilsonia pusilla</i>	3	0.03	-3.629	-0.096
<i>Xenotriccus mexicanus</i> ***	1	0.01	-4.727	-0.042



ESPECIES	INDIVIDUOS	NI	LN (NI)	NI LN (NI)
	113	1.00		-3.724
			H =	3.723
			S =	51
			Hmax =	3.931825633
			Equidad =	-0.947201656

Pese al bajo número de individuos registrados por especie, se observa una importante diversidad, esto podría ser resultado de que en el SAR se registran importantes coberturas arbóreas, además de la influencia de matorral xéricos y elementos de selva media subperennifolia en las zonas bajas.

#### IV.2.1.2.2.4.4 Importancia económica

De las especies registradas en las áreas colindantes a los subtramos carreteros, se registran 12 especies con algún uso. Tres son para uso medicinal, dos para uso místico y 8 son comprados en los mercados locales y regionales. En siguiente tabla se indican las especies bajo los usos mencionados.

Tabla IV.116 Listado de aves registrados en la zona de los subtramos carreteros.

ESPECIES	NOMBRE COMÚN	IMPORTANCIA
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote aura cabecirroja	Medicina tradicional, se cree que puede curar enfermedades respiratorias
<i>Aphelocoma unicolor</i>	Chara unicolor	Venta
<i>Corvus corax</i>	Cuervo grande	Uso místico-religioso
<i>Cyanocitta stelleri</i>	Chara Steller	Venta
<i>Cyanolyca nana</i>	Chara enana	
<i>Basileuterus belli</i>	Chipe ceja dorada	Venta
<i>Peucedramus taeniatus</i>	Chipe ocotero	Venta
<i>Piranga rubra</i>	Tángara roja	Venta
<i>Piranga bidentata</i>	Tangara dorso rayado	Venta
<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín jilguero	Venta
<i>Catharus mexicanus</i>	Zorzalito coroninegro	Venta
<i>[Hylocharis] Basilinna leucotis</i>	Colibrí orejiblanco	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medicina tradicional para curar enfermedades de corazón.</li> <li>• Mágico religioso en rituales de amor y ánimo.</li> </ul>

#### IV.2.1.2.2.4.5 Avifauna enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010

### Fauna endémica y/o en peligro de extinción de las áreas del Sistema Ambiental Regional

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, rara y las sujetas a protección especial; que establece especificaciones para su protección, publicado en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 2010, para la zona del tramo carretero que se modernizará y ampliará donde incide este tipo de vegetación registra a las siguientes especies listadas en la siguiente tabla.

Tabla IV.117 Especies listadas de la avifauna de los subtramos carreteros enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN/FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>		
<b>FALCONIDAE</b>		
<i>Micrastur semitorquats</i>	Pr	no endémica
<b>ACCIPITRIDAE</b>		
<i>Accipiter striatus</i>	Pr	no endémica
<b>ORDEN PICIFORMES</b>		
<b>RAMPHASTIDAE</b>		
<i>Ramphastus sulfuratus</i>	A	no endémica

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estas especies se observan hacia las áreas del bosque mesófilo de montaña y en el bosque de pino – encino que son comunidades bien conservadas, así como en las cañadas de SAR, donde la humedad se preserva en la mayor parte del año. Es importante indicar que las áreas de cultivo de maíz y cultivos perennes, pueden ser sitios donde se observan ocasionalmente a las especies listadas.

**Tabla IV.118 Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el área del SAR donde se ubica el proyecto.**

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<b>ORDEN FALCONIFORMES FALCONIDAE</b>					
<i>Micrastur semitorquatus</i>	No endémica En México se localiza en ambas vertientes, desde Sinaloa y Tamaulipas hacia el sur y este hasta Chiapas y la Península de Yucatán.	Sus hábitats naturales son tanto las selvas húmedas como los bosques secos tropicales y subtropicales.	Se han encontrado nidos a mediados de la temporada seca y dado que los huevos tardan aproximadamente de 46 a 48 días en eclosionar presumiblemente estos iban a eclosionar al inicio de la temporada de lluvias, lo que concuerda con lo descrito en Guatemala (Thorstrom et al., 2000).	Baja	No presente
<b>ACCIPITRIDAE</b>					
<i>Accipiter striatus</i>	No endémica Distribución actual: Arizmendi et al., 1990 reportaron a <i>A. striatus</i> como visitante de invierno común, mientras que Ortiz-Pulido, 1995, en su estudio de la avifauna de La Mancha, Veracruz la señala como rara. (Schaldach & Escalante, 1997)	Tienen una marcada tendencia a habitar los bosques de pino-encino, bosque de encinos y bosques de coníferas mixto	En Norteamérica se reproduce de abril-junio, mientras que en el Caribe de enero-julio.	Baja	No presente
<b>ORDEN PICIFORMES RAMPHASTIDAE</b>					
<i>Ramphastus sulfuratus</i>	No endémica e distribuye principalmente en la Huasteca Potosina, Istmo de Tehuantepec y la Península de Yucatán	Bosques primarios, secundarios y zonas perturbadas, selvas altas perennifolias	Su reproducción se inicia a los dos o tres años de edad, y la época reproductiva es de marzo a julio en	Baja	No presente

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
	(Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán).	tropicales, riberas de ríos, lagos y lagunas de vegetación exuberante (Pérez 1996, Stotz et al. 1996, Chávez y Santana 2000).	México (Chávez y Santana 2000)		

### Fauna endémica y/o en peligro de extinción de las áreas de los subtramos carreteros

Tabla IV.119 Especies listadas de la avifauna de los subtramos carreteros enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

ORDEN/FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
<b>ORDEN FALCONIFORMES</b>		
<b>FALCONIDAE</b>		
<i>Micrastur semitorquats</i>	Pr	no endémica
<b>ACCIPITRIDAE</b>		
<i>Accipiter striatus</i>	Pr	no endémica
<b>ORDEN PICIFORMES</b>		
<b>RAMPHASTIDAE</b>		
<i>Ramphastus sulfuratus</i>	A	no endémica
<b>CORVIDAE</b>		
<i>Aphelocoma unicolor</i>	A	endémica
<i>Cyanolyca nana</i>	P	No endémica
<b>MUSCICAPIDAE</b>		
<i>Catharus mexicanus</i>	Pr	No endémica
<i>Myadestes occidentalis</i>	Pr	No endémica
<b>TYRANNIDAE</b>		
<i>Xenotriccus mexicanus</i>	P	endémica

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estas especies se observan hacia las áreas del bosque mesófilo de montaña y en el bosque de pino – encino que son comunidades bien conservadas, así como en las

cañadas que colindan con los subtramos carreteros, donde la humedad se preserva en la mayor parte del año. Es importante indicar que las áreas de cultivo de maíz y cultivos perennes, pueden ser sitios donde se observan ocasionalmente a las especies listadas.

**Tabla IV.120 Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el área del SAR donde se ubica el proyecto.**

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	RESIDENTE EN LOS SUBTRAMOS CARRETEROS
<b>ORDEN FALCONIFORMES FALCONIDAE</b>					
<i>Micrastur semitorquatus</i>	No endémica En México se localiza en ambas vertientes, desde Sinaloa y Tamaulipas hacia el sur y este hasta Chiapas y la Península de Yucatán.	Sus hábitats naturales son tanto las selvas húmedas como los bosques secos tropicales y subtropicales.	Se han encontrado nidos a mediados de la temporada seca y dado que los huevos tardan aproximadamente de 46 a 48 días en eclosionar (Thorstrom et al., 2000), presumiblemente estos iban a eclosionar al inicio de la temporada de lluvias, lo que concuerda con lo descrito en Guatemala (Thorstrom et al., 2000).	Baja	No residente
<b>ACCIPITRIDAE</b>					
<i>Accipiter striatus</i>	No endémica Distribución actual: Arizmendi et al., 1990 reportaron a <i>A. striatus</i> como visitante de invierno común, mientras que Ortiz-Pulido, 1995, en su estudio de la avifauna de La Mancha, Veracruz la señala como rara. (Schaldach & Escalante, 1997)	Tienen una marcada tendencia a habitar los bosques de pino-encino, bosque de encinos y bosques de coníferas mixto	En Norteamérica se reproduce de abril-junio, mientras que en el Caribe de enero-julio.	Baja	No residente
<b>ORDEN PICIFORMES RAMPHASTIDAE</b>					

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	RESIDENTE EN LOS SUBTRAMOS CARRETEROS
<i>Ramphastus sulfuratus</i>	No endémica. Se distribuye principalmente en la Huasteca Potosina, Istmo de Tehuantepec y la Península de Yucatán (Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Veracruz y Yucatán).	Bosques primarios, secundarios y zonas perturbadas, selvas altas perennifolias tropicales, riberas de ríos, lagos y lagunas de vegetación exuberante (Pérez 1996, Stotz et al. 1996, Chávez y Santana 2000).	Su reproducción se inicia a los dos o tres años de edad, y la época reproductiva es de marzo a julio en México (Chávez y Santana 2000)	<b>Baja</b>	<b>No residente</b>
<b>CORVIDAE</b>					
<i>Aphelocoma unicolor</i>		Bosque de pino – Encino; bosque de Encino – pino; bosque de neblina; bosque de pino.	Se desarrolla de mayo y principios de junio.	<b>Baja</b>	<b>No residente</b>
<i>Cyanolyca nana</i>		Bosque de pino – Encino; bosque de Encino – pino; bosque de neblina; bosque de pino.	Se desarrolla de mayo y principios de junio.	<b>Baja</b>	<b>No residente</b>
<b>MUSCICAPIDAE</b>					
<i>Catharus mexicanus</i>		Bosque de pino – Encino; bosque de Encino – pino; bosque de neblina; bosque de pino.	Se desarrolla de mayo y principios de junio.	<b>Baja</b>	<b>No residente</b>
<i>Myadestes occidentalis</i>		Bosque de pino – Encino; bosque de Encino – pino; bosque de neblina; bosque de pino.	Se desarrolla de mayo y principios de junio.	<b>Alta</b>	<b>No residente</b>
<b>TYRANNIDAE</b>					

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	RESIDENTE EN LOS SUBTRAMOS CARRETEROS
<i>Xenotriccus mexicanus</i>		Bosque de pino – Encino; bosque de Encino – pino; bosque de neblina; bosque de pino.	Se desarrolla de mayo y principios de junio.	Baja	No residente

### Fauna de aves afectada por el proyecto de ampliación de los subtramos carreteros

La ampliación de los subtramos carreteros, creará efectos sobre la fauna que tienen que ver con la reducción de la movilidad por una barrera física y que origina la fragmentación de los hábitats. A continuación, se indican los efectos de este tipo de proyecto en los diferentes grupos faunísticos estudiados.

Tabla IV.121 Fauna afectada en el sistema ambiental regional.

GRUPO FAUNÍSTICO	EFFECTOS NEGATIVOS	EFFECTOS POSITIVOS	EFFECTO POR FRAGMENTACIÓN DE LA CARRETERA	EFFECTO POR MODIFICACIÓN DE ESCORRENTÍAS	EFFECTOS POR CONSTRUCCIÓN DE PENDIENTES	EFFECTO POR PERDIDA DE VEGETACIÓN EN LAS MÁRGENES DEL CAMINO	ESPECIES AFECTAS LISTADAS EN LA NOM
Avifauna	Pérdida de sitios de anidación.	Incremento de áreas de forrajeo en cobertura vegetal secundaria	No se presenta	No se presenta	No se presenta	Disminución temporal de sitios de alimentación	No se presentan especies

La Pavimentación del tramo carretero originará los siguientes cambios en las cañadas que afectarán a las comunidades de avifauna:

- Pérdida de hábitat por desplazamiento de la cobertura arbórea que actualmente se observa un moderado estado de conservación.
- Fragmentación parcial del hábitat de los arroyos.
- Cambios microclimáticos en los arroyos de las cañadas.
- Interrupción temporal en las cañadas de movimientos locales de la fauna mediana y pequeña.
- Incrementos temporales de sedimentos en los afluentes de las cañadas.

En el área del tramo carretero, estos cambios en la sucesión secundaria del bosque mesófilo, áreas pecuarias y agrícolas, provocarán en la fauna los siguientes efectos:

- Desplazamiento de fauna sensible a cambios de temperatura y humedad (fauna asociada al sotobosque).
- Disminución de los eventos reproductivos.
- Disminución de las tasas de polinización de insectos y aves.
- Modificación de la relación de depredador – presa, caso particular aves-insectos.
- Incremento de gastos energéticos y reducción de la adecuación de las especies.

### **Zonas más seguras donde se desplazará la fauna con respecto al trazo y al sistema ambiental regional.**

Para conocer cuáles son las áreas más seguras donde se desplazará la fauna, resultado de la pavimentación del trazo carretero, se analizan los siguientes tipos de ambientes identificados en el tramo carretero.

- Zonas agrícolas.
- Pastizales.
- Bosque de Pino - Encino
- Bosque mesófilo de montaña y sus elementos secundarios.

**Zonas agrícolas.** En este agroecosistema, el microambiente predominante corresponde a los plantíos de maíz, los cuales son de carácter temporal y permiten que las aves se establezcan de forma temporal. Esta condición sugiere que la fauna asociada a este agroecosistema no se verá afectada.

**Zonas de pastizales.** En los pastizales, el microambiente predominante corresponde a las gramíneas, que permiten que aves y pequeños mamíferos se establezcan de forma temporal. Esta condición también sugiere que la fauna asociada a los pastizales no se verá afectada.

**Bosque mesófilo de montaña y sus elementos secundarios.** Se pueden reconocer cuatro microambientes que podrían ocupar los diferentes grupos faunísticos con respecto al trazo carretero. Estos microambientes se observan en cantidad, calidad y distancia adecuada para que la fauna se desplace y pueda ocuparlos. En el siguiente cuadro se indican los microambientes por grupo faunístico de las laderas y cañadas del BMM.



**Tabla IV.122 Microambientes para avifauna del BMM.**

GRUPO FAUNÍSTICO	MICROAMBIENTES OBSERVADOS PARA EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA Y SUS ELEMENTOS SECUNDARIOS QUE PODRÁ OCUPAR LA FAUNA DESPLAZADA.			
	ÁREAS ROCOSAS	PLANTAS EPÍFITAS	ESTRATO BAJO.	TRONCO DE ÁRBOLES
Aves	Oquedades y madrigueras	Bromelias y helechos.	Bromelias y helechos.	Corteza y troncos huecos.

**Bosque de pino - encino.** Se pueden reconocer cuatro microambientes que podrían ocupar los diferentes grupos faunísticos con respecto al trazo carretero. Estos microambientes se observan en cantidad, calidad y distancia adecuada para que la fauna se desplace y pueda ocuparlos.

De estos, las cañadas tienen un papel muy importante en brindar refugio temporal y permanente, sobre todo para las aves insectívoras, por ello, no se deberá de depositar ningún tipo de materiales pétreos. En el siguiente cuadro se indican los microambientes para aves de las laderas.

**Tabla IV.123 Microambientes para avifauna del bosque de pino - encino.**

GRUPO FAUNÍSTICO	MICROAMBIENTES OBSERVADOS PARA EL BOSQUE DE PINO - ENCINO. QUE PODRÁ OCUPAR LA FAUNA DESPLAZADA.			
	CAÑADAS DEL TRAMO CARRETERO	ÁREAS ROCOSAS	PLANTAS EPÍFITAS	TRONCO DE ÁRBOLES
Aves	Ocuparán las áreas altas y bajas de la cañada	Oquedades y madrigueras	Bromelias y helechos.	Corteza y troncos huecos.

#### IV.2.1.2.2.4.6 Corredores biológicos

En la fragmentación en áreas prioritarias y de importancia para la conservación de las aves, se reconocen los siguientes cambios en la estructura de la comunidad de aves y las cuales podrían ser aplicables al proyecto de ampliación de los subtramos carreteros, sobre todo el efecto de borde y el cambio de la heterogeneidad de las coberturas vegetacionales de las comunidades del bosque de pino – encino, bosque mesófilo de montaña secundario y el matorral crasicaule secundario.

- Se ha documentado que las áreas de borde generadas por los procesos de cambio y sustitución de cubiertas de vegetación original por vegetación secundaria, **presentan una riqueza elevada de especies, donde se ven particularmente favorecidas las especies de aves generalistas** (Bregman et al., 2014; Carrara et al., 2015).

- De acuerdo con Ugalde-Lezama et al., (2009; 2010; 2012) las zonas perturbadas donde se pueden presentar estadios sucesionales de vegetación, **promueven una mayor heterogeneidad en la estructura de la vegetación y pueden soportar un mayor número de especies, incluidas especies migratorias.**
- La presencia de una mayor complejidad de estratos en la vegetación puede disminuir la presión por recursos a que son sometidas las especies sensibles a la perturbación; sin embargo, y de acuerdo con Barlow et al, (2016) y Carrara et al., (2015) los disturbios a nivel de paisaje originados por la actividad humana, entre los que sobresalen el efecto de borde y el aislamiento entre parches de vegetación, tienen **un impacto muy significativo en la pérdida de la biodiversidad.**
- Existen evidencias de que las especies **responden de forma diferenciada** a los cambios en el uso de suelo y la estructura del paisaje, dependiendo del tamaño de la especie, su longevidad, si son migratorias o residentes e incluso si son frugívoros o insectívoros, y/o si son generalistas o especialistas, **entre otros rasgos propios de las especies de aves que pueden distribuirse en las distintas cubiertas vegetales** (Newbold et al., 2012).
- Se requiere contar con más información sobre la distribución puntual de las especies e incluso sobre aspectos demográficos (éxito de anidación, reclutamiento, entre otros) (Lampila et al., 2005) para entender el impacto del proceso sucesional en la vegetación en las poblaciones de aves sensibles que se distribuyen en los ecosistemas de la región.

### **Fragmentación del hábitat.**

Efecto barrera: Muchas especies de insectos, aves y mamíferos no cruzan estas barreras; por lo tanto, las plantas que tienen frutos carnosos o semillas que se dispersan por animales se afectarán también. Debido a este efecto muchos animales que consumen recursos que se encuentran dispersos no pueden moverse libremente a través del terreno y las especies que dependen de éstos se ven limitadas en su alimentación, ya que no pueden pasar a los hábitats vecinos.

Efecto de borde: El efecto que se produce es la introducción de especies de borde o generalistas en los hábitats de bosque; las especies que tienen capacidades buenas de dispersión, capaces de invadir y colonizar hábitats alterados son atraídas a los bordes y pueden penetrar al interior. Las especies de borde se sienten atraídas a estos nuevos

hábitats y muchas de ellas son depredadoras de huevos o de pichones o parásitos de nidos, lo que reduce el éxito reproductivo de las especies de interior (Goosem, 1997).

Se han llevado a cabo varios estudios en donde se comprueba efectivamente que las densidades poblacionales del 60% de las especies de bosques y pastizales que viven cerca de los bordes de carreteras son inferiores a las densidades localizadas lejos de ellas (Reijnen *et al.*, 1996). Similarmente, Ortega y Capen (1999) reportaron que la población de horneros (una especie de ave sensible a la fragmentación) era menor en los fragmentos de bosques cercanos a las carreteras que en los distantes, por causa del efecto de borde (Arroyave, *et al.* 2006).

El ruido generado por el tránsito vehicular es uno de los factores que mayores impactos ecológicos causan a la fauna, ya que produce varios efectos como el desplazamiento, reducción de áreas de actividad y un bajo éxito reproductivo, lo que está asociado a 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).

También se ven amenazados los animales carroñeros como buitres, cuervos, coyotes y mapaches que se acercan a la vía para comer los animales que se encuentran muertos sobre ella (Noss, 2002).

#### **IV.2.1.2.2.5 Mastofauna**

##### **IV.2.1.2.2.5.1 Técnicas de muestreo**

La lista de mamíferos se obtuvo de la literatura porque no fue posible observarlos y coleccionarlos. Pero con la detección de rastros, excretas, madrigueras, y algunas observaciones directas de conejo, cacomixtle y ardilla se determina la abundancia y distribución. Obtuvimos reportes sobre tipos de murciélagos que frecuentan la zona.

La abundancia relativa de las especies se obtuvo de forma directa o indirecta, y algunos datos mediante las encuestas aplicadas a personas interrogadas durante recorridos.

La abundancia relativa se expresó siguiendo los criterios adoptados por Muñoz-Alonso (1988) y Hernández-García (1989) que establecen: de 1-2 ejemplares como especie rara, de 3-5 de población regular y más de 5 como abundante.

También se efectuaron entrevistas y registro comunal a las personas que viven erca del predio pues con ella se obtiene información de animales medianos y estacionales, sin embargo, no se obtuvo datos relevantes.

Los mamíferos se colectaron con trampas tipo Sherman colocadas en transectos dispuestos de manera que atravesaran sus hábitats. Las trampas se cebaron con una mezcla de maíz quebrado, esencia de vainilla y hojuelas de avena, y se colocaron al anochecer sobre el suelo y sobre ramas de los árboles, revisándolas al día siguiente.

Para la identificación de los datos de campo se consultó a La Val (1973), Gardner (1973), Hall (1981), Medellín et al. (1997) y otras referencias especializadas. Para la nomenclatura de las especies se siguió a Ramírez-Pulido et al. (1996).

#### IV.2.1.2.2.5.2 Inventario de mamíferos.

##### Inventario de mamíferos del Sistema Ambiental Regional.

Para la Clase Mammalia se citan en el listado faunístico 18 familias, 7 ordenes y 71 especies; destacan en diversidad los Rodentia y los Chiroptera, varias de las especies de mamíferos medianos son registradas, lo que indica un buen estado de conservación de la fauna.

Tabla IV.124 Listado de especies de mamíferos registradas en campo, se indica su estatus de acuerdo a la nom-059-semarnat-2010.

ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	NOM
<b>DIDELPHIMOPHIA</b>	
<b>MARMOSIDAE</b>	
<i>Marmosa mexicana</i> Merriam, 1897	NL
<b>DIDELPHIDAE</b>	
<i>Didelphys virginiana</i> Kerr, 1792	NL
<b>XENARTHRA</b>	
<b>DASYPODIDAE</b>	
<i>Dasypus novemcinctus</i> Linnaeus, 1758	NL
<b>INSECTIVORA</b>	
<b>SORICIDAE</b>	
<i>Sorex oreopolus</i> Merriam, 1892	NL
<b>CHIROPTERA</b>	
<b>MORMOOPIDAE</b>	



ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	NOM
<i>Mormoops megalophylla</i> (Peters, 1864)	NL
<i>Pteronotus davyi</i> Gray, 1838	NL
<i>Pteronotus parnelli</i> (Gray, 1843)	NL
<b>PHYLLOSTOMIDAE</b>	
<i>Desmodus rotundus</i> (E. Geoffroy, 1810)	NL
<i>Diphylla ecaudata</i> Spix, 1823	NL
<i>Anoura geoffroyi</i> Gay, 1838	NL
<b><u>Choeronycteris mexicana</u> Tschudi, 1844</b>	<b>A No Endémica</b>
<i>Glossophaga soricina</i> (Pallas, 1766)	NL
<b><u>Leptonycteris nivalis</u> (Saussure, 1860)</b>	<b>A No Endémica</b>
<i>Artibeus intermedius</i> A. Allen, 1897	NL
<i>Artibeus jamaicensis</i> Leach, 1821	NL
<i>Artibeus lituratus</i> (Olfers, 1818)	NL
<i>Carollia brevicauda</i> (Schinz, 1821)	NL
<i>Carollia perspicillata</i> (Linnaeus, 1758)	NL
<i>Dermanura aztecus</i> Andersen, 1906	NL
<i>Sturnira lilium</i> (E. Geoffroy, 1810)	NL
<i>Sturnira ludovici</i> Anthony, 1924	NL
<i>Artibeus aztecus</i>	NL
<b>VESPERTILIONIDAE</b>	
<i>Myotis elegans</i> Hall, 1962	NL
<i>Myotis velifer</i> (L.A. Allen, 1890)	NL
<i>Corynorhinus mexicanus</i> G. M. Allen, 1916 EMX	NL
<i>Eptesicus fuscus</i> (Beauvois, 1796)	NL
<b>CANIDAE</b>	
<i>Canis latrans</i> (Say, 1823)	NL
<i>Urocyon cinereoargenteus</i> (Schreber, 1775)	NL
<b>FELIDAE</b>	
<i>Lynx rufus</i> (Schreber, 1777)	NL
<i>Felis wiedii</i>	NL
<b>MUSTELIDAE</b>	
<i>Mustela frenata</i> Lichtenstein, 1831	NL
<i>Conepatus leuconotus</i> (Lichtenstein, 1832)	NL
<i>Conepatus mesoleucus</i> (Lichtenstein, 1832)	NL
<b>MEPHITIDAE</b>	

ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	NOM
<i>Mephitis macroura</i> Lichtenstein, 1832	NL
<i>Mephitis mephitis</i> (Schreber, 1776)	NL
<b>PROCYONIDAE</b>	
<i>Nasua narica</i> (Linnaeus, 1776)	NL
<i>Procyon lotor</i> (Linnaeus, 1758)	NL
<b>ARTIODACTYLA</b>	
<b>CERVIDAE</b>	
<i>Mazama americana</i> (Erxleben, 1777)	NL
<b>TAYASSUIDAE</b>	
<i>Tayassu tajacu</i> (Linnaeus, 1758)	NL
<b>RODENTIA</b>	
<b>SCIURIDAE</b>	
<i>Sciurus aureogaster</i> F. Cuvier, 1829	NL
<i>Sciurus deppei</i> Peters, 1863	NL
<i>Spermophilus mexicanus</i> (Erxleben, 1777)	NL
<b>HETEROMYIDAE</b>	
<i>Liomys irroratus</i> (Gray, 1868)	NL
<i>Liomys pictus</i> (Thomas, 1893)	NL
<i>Perognathus flavescens</i> Merriam, 1889	NL
<i>Perognathus flavus</i> Baird, 1855	NL
<b>MURIDAE</b>	
<i>Microtus mexicanus</i> (Saussure, 1861)	NL
<b><u>Microtus quasiater (Coues, 1874)</u></b>	<b><u>Pr endémica</u></b>
<i>Baiomys musculus</i> (Merriam, 1892)	NL
<i>Baiomys taylori</i> (Thomas, 1887)	NL
<i>Nyctomys sumichrasti</i> (Saussure, 1860)	NL
<i>Oligoryzomys fulvescens</i> (Saussure, 1860)	NL
<b><u>Peromyscus boylii (Baird, 1855)</u></b>	<b><u>A Endémica</u></b>
<b><u>Peromyscus leucopus Rafinesque, 1818</u></b>	<b><u>A Endémica</u></b>
<i>Peromyscus levipes</i> Merriam, 1898	NL
<i>Peromyscus mexicanus</i> (Saussure, 1860)	NL
<i>Peromyscus ochraventer</i> Baker, 1951	NL
<i>Peromyscus pectorales</i> Osgood, 1904	NL
<i>Peromyscus truei</i> (Shufeldt, 1885)	NL
<i>Peromyscus aztecus</i> (Saussure, 1860)	NL

ORDEN/FAMILIA/ NOMBRE CIENTÍFICO	NOM
<i>Peromyscus difficilis</i> Hoffmeister y de la Torre, 1959	NL
<i>Peromyscus furvus</i> J. A. Allen y Chapman, 1897	NL
<i>Reithrodontomys chrysopsis</i> Merriam, 1900	NL
<i>Reithrodontomys mexicanus</i> (Saussure, 1860)	NL
<i>Reithrodontomys sumichrasti</i> (Saussure, 1860)	NL
<i>Reithrodontomys fulvescens</i> (Davis, 1944)	NL
<i>Neotoma mexicana</i> (Ward, 1891)	NL
<i>Oryzomys chapmani</i> (Merriam, 1901)	NL
<i>Oryzomys couesi pergarus</i> (Merriam, 1901)	NL
<i>Oryzomys rostratus</i> (Merriam, 1901)	NL
<b>LAGOMORPHA</b>	
<b>LEPORIDAE</b>	
<i>Sylvilagus floridanus</i> (J. A. Allen, 1890)	NL

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### Inventario de mamíferos del predio de los subtramos carreteros.

Para la Clase Mammalia, dada la perturbación actual del tramo carretero, las especies que se registran son de carácter temporal, esto es, se observan en las cercanías del actual tramo en búsqueda de recursos alimenticios (insectos, plantas comestibles). Las áreas con mayor presencia de estas especies corresponden a las cañadas. Se citan en el listado faunístico 26 especies, destacan en diversidad la familia Rodentia. Los individuos no son residentes por el uso actual del área de la brecha, que origina el desplazamiento de la fauna y su estadía temporal.

Para la Clase Mammalia, dada la perturbación actual del tramo carretero, las especies que se registran son de carácter temporal, esto es, se observan en las cercanías del actual tramo en búsqueda de recursos alimenticios (insectos, plantas comestibles). Las áreas con mayor presencia de estas especies corresponden a las cañadas. Se citan en el listado faunístico 26 especies, destacan en diversidad la familia Rodentia. Los individuos no son residentes por el uso actual del área de la brecha, que origina el desplazamiento de la fauna y su estadía temporal.

Tabla IV.125 Especies presente en la zona del predio.

ORDEN/FAMILIA/ESPECIE	NOM	RESIDENCIA
<b>MURIDAE</b>		
<i>Peromyscus difficilis</i>	NL	Ocasional
<b>HETEROMYIDAE</b>		
<i>Liomys irroratus</i>	NL	Ocasional
<b>DIDELPHIDAE</b>		
<i>Didelphis marsupialis</i>	NL	Ocasional
<i>Didelphis virginiana</i>	NL	Ocasional
<b>DASYPODIDAE</b>		
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	NL	Ocasional
<b>MUSTELIDAE</b>		
<i>Mustela frenata</i>	NL	Ocasional
<b>MEPHITIDAE</b>		
<i>Conepatus mesoleucus</i>	NL	Ocasional
<b>CINGULATA</b>		
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	NL	Ocasional
<b>RODENTIA</b>		
<i>Microtus quasiater</i>	NL	Ocasional
<i>Oryzomys alfaroi arrocera</i>	NL	Ocasional
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	NL	Ocasional
<i>Peromyscus aztecus</i>	NL	Ocasional
<i>Peromyscus furvus</i>	NL	Ocasional
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	NL	Ocasional
<i>Rattus rattus</i>	NL	Ocasional
<i>Sciurus aureogaster</i>	NL	Ocasional
<i>Sciurus deppei</i>	NL	Ocasional
<b>LAGOMORPHA</b>		
<i>Sylvilagus floridanus</i>	NL	Ocasional
<b>CARNIVORA</b>		
<i>Canis latrans</i>	NL	Ocasional
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	NL	Ocasional
<i>Mephitis macroura</i>	NL	Ocasional
<i>Galictis vittata</i>	A no endémica	Ocasional
<i>Mustela frenata</i>	NL	Ocasional
<i>Potos flavus</i>	Pr no endémica	Ocasional



ORDEN/FAMILIA/ESPECIE	NOM	RESIDENCIA
<i>Bassariscus astutus</i> Sietillo	NL	Ocasional
<i>Procyon lotor</i>	NL	Ocasional

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### IV.2.1.2.2.5.3 Índices de diversidad.

##### Metodología.

Para estimar la importancia de cada especie se utilizó un índice de importancia relativa, definido como:  **$IR = 100 (Ni / Nt) (Mi + Ei) / (Mt + Et)$** , donde Ni es la suma de las abundancias de la especie i en los diferentes meses, Nt es la suma de las abundancias generales por mes, Mi es el número de meses en los cuales la especie i estuvo presente, Ei es el número de estaciones de muestreo en las cuales la especie i estuvo presente, y Mt y Et son el número total de meses y estaciones de muestreo, respectivamente (Gatto et al. 2005). Se asume un mes de muestreo y una estación muestreada. Valores de  $(Mi + Ei) / (Mt + Et)$ , serían  $(1+1)/(1+1)$ .

La **diversidad de especies de mamíferos** es determinada utilizando el índice Shannon-Weaver ( $H'$ , Ecuación No. 2), que es uno de los índices más simples y de amplio uso, tiene la ventaja de ser independiente del tamaño de la muestra (Brower et al.; 1989), esto quiere decir que funciona bien con pocos datos de conteo (aves, mamíferos, plantas, y otros.), pero en muestras pequeñas esparcidas produce mucho sesgo. También permite hacer comparaciones estadísticas entre comunidades, áreas, complejos, y otras. El índice toma valores de 0 hasta un máximo cercano a 6 (muy raro que ocurra); por lo tanto, a mayor valor del índice, mayor es la diversidad de un área.

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i \ln p_i$$

Donde:

- $H'$  = Índice de diversidad de Shannon-Weaver  
 $P_i$  = Proporción de la especie (ni) en la muestra total (N) y  $p_i = n_i$  dividido N  
 N = Número de individuos totales  
 Ln = Logaritmo natural de  $p_i$

## Índices de diversidad para la mastofauna de los subtramos carreteros.

Para la Clase Mammalia, dada la perturbación actual del tramo carretero, las especies que se registran son de carácter temporal, esto es, se observan en las cercanías del actual tramo en búsqueda de recursos alimenticios (insectos, plantas comestibles). Las áreas con mayor presencia de estas especies corresponden a las cañadas. Se citan en el listado faunístico 71 especies, destacan en diversidad la familia Phyllostomidae. Los individuos no son residentes por el uso actual del área de la brecha, que origina el desplazamiento de la fauna y su estadía temporal.

### Para la zona del predio.

Para esto se tiene:

$$IR = 100 (Ni / Nt) (Mi + Ei) / (Mt + Et).$$

Los datos de registro se obtuvieron para un mes de muestreo en la zona de baja y alta de la subcuenca., por lo que se tiene:

$$IR = 100 (Ni/83) (1+1) / (1+1)$$

Tabla IV.126 Valor de importancia.

ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Peromyscus difficilis</i>	3	3.61
<i>Liomys irroratus</i>	1	1.2
<i>Didelphis marsupialis</i>	4	4.82
<i>Didelphis virginiana</i>	2	2.41
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	2	2.41
<i>Mustela frenata</i>	3	3.61
<i>Conepatus mesoleucus</i>	4	4.82
<i>Dasyopus novemcinctus</i>	1	1.2
<i>Microtus quasiater</i>	2	2.41
<i>Oryzomys alfaroi arrocera</i>	3	3.61
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	1	1.2
<i>Peromyscus aztecus</i>	7	8.43
<i>Peromyscus furvus</i>	4	4.82
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	5	6.02

ESPECIES	NO. DE INDIVIDUOS	VALOR DE IMPORTANCIA
<i>Rattus rattus</i>	3	3.61
<i>Sciurus aureogaster</i>	1	1.2
<i>Sciurus deppei</i>	1	1.2
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	2.41
<i>Canis latrans</i>	1	1.2
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	1.2
<i>Galictis vittata</i>	2	2.41
<i>Mustela frenata</i>	1	1.2
<i>Potos flavus</i>	1	1.2
<i>Bassariscus astutus Sietillo</i>	1	1.2
<i>Procyon lotor</i>	1	1.2
<i>Mephitis macroura</i>	1	1.2
<b>Total</b>	<b>58</b>	<b>69.8</b>

Tabla IV.127 Valores de los índices de diversidad.

ESPECIES	No de ind	ni	Ln (ni)	ni ln (ni)
<i>Peromyscus difficilis</i>	3	0.0361	-3.32	-0.12
<i>Liomys irroratus</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Didelphis marsupialis</i>	4	0.0482	-3.033	-0.146
<i>Didelphis virginiana</i>	2	0.0241	-3.726	-0.09
<i>Dasypus novemcinctus</i>	2	0.0241	-3.726	-0.09
<i>Mustela frenata</i>	3	0.0361	-3.32	-0.12
<i>Conepatus mesoleucus</i>	4	0.0482	-3.033	-0.146
<i>Dasypus novemcinctus</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Microtus quasiater</i>	2	0.0241	-3.726	-0.09
<i>Oryzomys alfaroi arrocera</i>	3	0.0361	-3.32	-0.12
<i>Oligoryzomys fulvescens</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Peromyscus aztecus</i>	7	0.0843	-2.473	-0.209
<i>Peromyscus furvus</i>	4	0.0482	-3.033	-0.146
<i>Reithrodontomys mexicanus</i>	5	0.0602	-2.809	-0.169
<i>Rattus rattus</i>	3	0.0361	-3.32	-0.12
<i>Sciurus aureogaster</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Sciurus deppei</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Sylvilagus floridanus</i>	2	0.0241	-3.726	-0.09
<i>Canis latrans</i>	1	0.012	-4.419	-0.053

ESPECIES	No de ind	ni	Ln (ni)	ni ln (ni)
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Galictis vittata</i>	2	0.0241	-3.726	-0.09
<i>Mustela frenata</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Potos flavus</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Bassariscus astutus Sietillo</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Procyon lotor</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
<i>Mephitis macroura</i>	1	0.012	-4.419	-0.053
Total	58			-2.382
			<b>H=</b>	<b>2.382</b>

La zona de estudio al mostrar una importante incidencia de varios tipos de vegetación como el bosque de pino-encino, bosque de pino y bosque mesófilo de montaña, son propicias para registrar una importante diversidad de especies. Las cuales están expuestas a la explotación de recursos presentes en los diferentes tipos de comunidades. Aunado a ello, la presencia de ríos y arroyos, favorece la movilidad local de las especies de mamíferos, sobre todo los medianos.

#### IV.2.1.2.2.5.4 Importancia económica.

Platillos preparados con conejo (*Sylvilagus floridanus*), ardilla (*Sciurus spp.*), mapache (*Procyon lotor*), zorrillo (*Mephitis sp.*), tejón (*Nasua sp.*), tlacuache (*Didelphis sp*) y murciélagos forman parte de la cocina otomí o hñähñü del área, influenciada por la zona semiárida de la Barranca de Metztitlán. Destaca, entre estos platillos, el “ximbo”, preparación que consta de carne de animales pequeños, en adobo de guajillo, a la que se le agregan nopales y se envuelve en las pencas del maguey para cocerla bajo la tierra (la carne más utilizada es la de pollo, pero también suele usarse la de tlacuache, zorrillo, ardilla o cacomiztle (*Bassariscus astutus*) (Peña y Hernández, 2009). También se consume carne de temazate (*Mazama americana*) hacia la zona de la huasteca.

Entre los platillos más exóticos de la zona figuran el tlacuache en escabeche, el zorrillo ahumado y las barbacoas de ardilla, rata de campo (*Neotoma sp.*) y cerdo, éstas últimas preparadas con el mismo procedimiento de cocción del carnero y el chivo que ha prestigiado a Hidalgo tanto nacional como internacionalmente (La jornada, 2005).

También se observan usos medicinales y mágico religioso de algunos mamíferos, como tlacuache, conejo, zorrillo y cacomiztle.

#### IV.2.1.2.2.5.5 Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

##### Especies mamíferos enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en el SAR.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestre terrestre y acuática en peligro de extinción, amenazada, rara y las sujetas a protección especial; que establece especificaciones para su protección, publicado en el Diario Oficial de la Federación en diciembre de 2010, para la zona del tramo carretero que se modernizará y ampliará donde incide este tipo de vegetación registra a las siguientes especies listadas en el cuadro.

Tabla IV.128 Especies listadas en la nom-059-semarnat-2010.

ORDEN/FAMILIA/NOMBRE CIENTÍFICO	ESTATUS	DISTRIBUCIÓN
<b>ORDEN CHIROPTERA</b>		
<b>FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE</b>		
<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	<b>A</b>	<u>No Endémica</u>
<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	<b>A</b>	<u>No Endémica</u>
<b>FAMILIA MURIDAE</b>		
<i>Peromyscus leucopus</i> Rafinesque, 1818	<b>A</b>	<u>Endémica</u>
<i>Peromyscus boylii</i> (Baird, 1855)	<b>A</b>	<u>Endémica</u>
<i>Microtus quasiater</i> (Coues, 1874)	<b>Pr</b>	<u>Endémica</u>

NL = no listada; A= amenazada; Pr= sujeta a protección especial;  
 P= en peligro de extinción en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Estas especies se observan hacia las áreas del bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino mejor conservados, así como en las cañadas de la subcuenca (Calabozos), donde la humedad se preserva en la mayor parte del año. Es importante indicar que las áreas de cultivo de maíz y cultivos perennes, pueden ser sitios donde se observan a las especies listadas.

La abundancia relativa de las especies se obtuvo de forma directa e indirecta, y algunos datos mediante las encuestas aplicadas a personas interrogadas durante recorridos.

La abundancia relativa se expresó siguiendo los criterios adoptados por Muñoz-Alonso (1988) y Hernández-García (1989) que establecen que: de 1-2 ejemplares son conocidos como especie rara, de 3-5 de población regular y más de 5 como abundante.

**Tabla IV.129 Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el área del SAR donde se ubica el proyecto.**

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN SISTEMA AMBIENTAL	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<b>ORDEN RODENTIA FAMILIA MURIDAE</b>					
<i>Microtus quasiater</i> (Coues, 1874)	Endémica. Se encuentran en los bosques mesófilos de montaña. Especie endémica de México, se distribuye a lo largo de una estrecha franja en la ladera este de la Sierra Madre Oriental desde San Luis Potosí hasta Oaxaca.	Montañas altas del Sistema Ambiental (BMM).	De otoño a invierno es donde se observan la mayoría de hembras preñadas.	Media	No presente
<i>Peromyscus boylii</i> (Baird, 1855)	Se encuentran en los bosques mesófilos de montaña. Pero se puede observar en la Selva y bosque templados.	Todo el Sistema ambiental.	La mayoría se reproduce en la primavera y principios del verano, pero algunos se han reproducido en los meses de invierno.	Media	Ocasional
<i>Peromyscus leucopus</i> Rafinesque, 1818	Abunda en el bosque mixto caducifolio y bosque de coníferas.	Montañas medias del Sistema ambiental (BMM).	Reproducción estacional, en su mayoría se producen en primavera y finales del verano o caída, sino que se extiende desde marzo hasta octubre.	Baja	No se presenta.
<b>FAMILIA PHYLLOSTOMIDAE</b>					
<i>Choeronycteris mexicana</i> Tschudi, 1844	Costas del Pacífico y Golfo de México y Sudamérica	Cañadas y barrancos del Sistema Ambiental (BMM).	Mayo – Julio	Media	Ocasional.
<i>Leptonycteris nivalis</i> (Saussure, 1860)	Costas del Pacífico y Golfo de México y Sudamérica	Cañadas y barrancos del Sistema Ambiental (BMM).	Mayo – Julio	Media	Ocasional.

#### IV.2.1.2.2.5.6 Especies enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en los subtramos carreteros de ampliación.

Para los subtramos carreteros se registran dos especies de mamíferos, las cuales se indican en la siguiente tabla.

**Tabla IV.130 Abundancia, distribución, densidad relativa y temporadas de reproducción de las especies en riesgo o de especial relevancia que existan en el área de estudio del proyecto.**

ESPECIES	DISTRIBUCIÓN (MÉXICO)	DISTRIBUCIÓN EN EL PREDIO	TEMPORADA DE REPRODUCCIÓN	ABUNDANCIA RELATIVA	PRESENTE EN TRAMO CARRETERO.
<b>MUSTELINAE</b>					
<i>Galictis vittata</i>	Es una especie no endémica que se encuentra en los estados de Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Yucatán, Michoacán, San Luis Potosí y Tamaulipas.	Habita en bosque mesófilo de montaña, acahuales y zonas agrícolas (siempre y cuando haya árboles altos) (Ford y Hoffman, 1988).	Febrero-Mayo	Baja	Ocasional
<b>PROCYONIDAE</b>					
<i>Potos flavus</i>	Especie no endémica ubicada en los estados de Oaxaca, Tabasco, Veracruz, Chiapas y Campeche.	Muestra una marcada preferencia por el bosque mesófilo, hacia los arroyos.	Junio-Septiembre	Baja	Ocasional

#### **Fauna afectada por el proyecto de ampliación de los subtramos carreteros.**

La ampliación de los subtramos carreteros, creará efectos sobre la fauna que tienen que ver con la reducción de la movilidad por una barrera física y que origina la fragmentación de los hábitats. A continuación, se indican los efectos de este tipo de proyecto en los diferentes grupos faunísticos estudiados.

**Tabla IV.131 Fauna afectada en el sistema ambiental regional.**

GRUPO FAUNÍSTICO	EFFECTOS NEGATIVOS	EFFECTOS POSITIVOS	EFFECTO POR FRAGMENTACIÓN DE LA CARRETERA	EFFECTO POR MODIFICACIÓN DE ESCORRENTÍAS	EFFECTOS POR CONSTRUCCIÓN DE PENDIENTES	EFFECTO POR PERDIDA DE VEGETACIÓN EN LAS MÁRGENES DEL CAMINO	ESPECIES AFECTAS LISTADAS EN LA NOM
Mamíferos	Aislamiento Disminución de la variabilidad genética	Incremento de Áreas de forrajeo en cobertura vegetal secundaria.	Aislamiento Disminución de la variabilidad genética	No se presenta	Aislamiento	Disminución temporal de sitios de alimentación	No se presentan especies

La ampliación de los subtramos carreteros originará los siguientes cambios en las cañadas de los componentes vegetacionales que afectarán a las comunidades de reptiles:

- Pérdida de hábitat por desplazamiento de la cobertura arbórea que actualmente se observa un moderado estado de conservación.
- Disminución de la migración local por un incremento de la fragmentación del hábitat para el bosque de niebla.
- Disminución de la migración local por un incremento de la fragmentación del hábitat para el bosque de pino – encino.
- Disminución de la migración local por la fragmentación parcial del bosque de pino–encino.
- Cambios microclimáticos en los arroyos de las cañadas, que disminuirá el paso de los mamíferos.
- Interrupción temporal y permanente en las cañadas de movimientos locales de los diversos grupos de mamíferos.

En las áreas de los subtramos carreteros, la sucesión secundaria producto del desplazamiento de la cubierta vegetal, provocarán en los diversos grupos de mamíferos los siguientes efectos:

- Desplazamiento sensible de las poblaciones de roedores arbóreos por los cambios de temperatura y humedad.
- Disminución de los eventos reproductivos de roedores.
- Incremento de gastos energéticos y reducción de la adecuación de las especies.



## Zonas más seguras donde se desplazará la fauna con respecto al trazo y al sistema ambiental regional.

Para conocer cuáles son las áreas más seguras donde se desplazará la fauna, resultado de la pavimentación del trazo carretero, se analizan los siguientes tipos de ambientes identificados en el tramo carretero.

- Zonas agrícolas.
- Pastizales.
- Bosque de Pino - encino
- Bosque mesófilo de montaña y sus elementos secundarios.

**Zonas agrícolas.** En este agroecosistema, el microambiente predominante corresponde a los plantíos de maíz los cuales son de carácter temporal y permiten que aves se establezcan de forma temporal. Esta condición sugiere que la fauna asociada a este agroecosistema no se verá afectada.

**Zonas de pastizales.** En los pastizales, el microambiente predominante corresponde a las gramíneas, que permiten que aves y pequeños mamíferos se establezcan de forma temporal. Esta condición también sugiere que la fauna asociada a los pastizales no se verá afectada.

**Bosque mesófilo de montaña y sus elementos secundarios.** Se pueden reconocer cuatro microambientes que podrían ocupar los diferentes grupos faunísticos con respecto al trazo carretero. Estos microambientes se observan en cantidad, calidad y distancia adecuada para que la fauna se desplace y pueda ocuparlos. En el siguiente cuadro se indican los microambientes para mastofauna de las laderas y cañadas del BMM.

Tabla IV.132 Microambientes para mastofauna del BMM.

GRUPO FAUNÍSTICO	MICROAMBIENTES OBSERVADOS PARA EL BOSQUE MESÓFILO DE MONTAÑA Y SUS ELEMENTOS SECUNDARIOS QUE PODRÁ OCUPAR LA FAUNA DESPLAZADA.			
	ÁREAS ROCOSAS	PLANTAS EPIFITAS	ESTRATO BAJO.	TRONCO DE ARBOLES
Mamíferos	Oquedades y madrigueras	Bromelias y helechos.	Bromelias y helechos.	Corteza y troncos huecos.

**Bosque de pino - encino.** Se pueden reconocer cuatro microambientes que podrían ocupar los diferentes grupos faunísticos con respecto al trazo carretero. Estos

microambientes se observan en cantidad, calidad y distancia adecuada para que la fauna se desplace y pueda ocuparlos.

De estos, las cañadas tienen un papel muy importante en brindar refugio temporal y permanente, sobre todo para las aves insectívoras, por ello, no se deberá de depositar ningún tipo de materiales pétreos. En el siguiente cuadro se indican los microambientes por grupo faunístico de las laderas.

**Tabla IV.133 Microambientes para mastofauna del bosque de pino - encino.**

GRUPO FAUNÍSTICO	MICROAMBIENTES OBSERVADOS PARA EL BOSQUE DE PINO - ENCINO QUE PODRÁ OCUPAR LA FAUNA DESPLAZADA.			
	CAÑADAS DEL TRAMO CARRETERO	ÁREAS ROCOSAS	PLANTAS EPIFITAS	TRONCO DE ÁRBOLES
<b>Mamíferos</b>	Ocuparán las áreas altas y bajas de la cañada	Oquedades y madrigueras	Bromelias y helechos.	Corteza y troncos huecos.

#### IV.2.1.2.2.5.7 Corredores biológicos.

##### Fragmentación del hábitat

Efecto barrera: Se ha medido el efecto de los claros en las poblaciones de vertebrados en desiertos, pastizales, cultivos agrícolas y plantaciones forestales, y se ha encontrado que la carretera actúa como una barrera que inhibe a los animales para cruzar las vías. De acuerdo con Goosem (1997) estos efectos se han demostrado en renos, osos y anfibios en América del Norte y en Europa. Se ha encontrado que en algunas localidades sólo un 3% de los individuos de dos poblaciones de pequeños mamíferos cruzan vías con un ancho de 30 m o mayores.

El efecto barrera tiende a crear metapoblaciones, definidas como la población (o grupo) de poblaciones que resulta de la división de una población grande y continua en subpoblaciones pequeñas y parcialmente aisladas. Estas subpoblaciones fluctúan más ampliamente en el tiempo y tienen una mayor probabilidad de extinción que las poblaciones grandes (Primack, 1998). Algunas de ellas tienen un tamaño tan pequeño que no alcanzan a ser viables, ya que no se dan los procesos reproductivos, lo que puede llevar a posibles extinciones locales. Adicionalmente, el proceso de recolonización se disminuye por las barreras impuestas por la vía; es posible que se afecten muchas especies cerca de la red de carreteras disminuyendo aún más la variabilidad genética entre las poblaciones (Forman y Alexander, 1998).

Hacer que las carreteras sean más permeables, es decir, que las especies de fauna puedan atravesarlas, reduce la amenaza demográfica, pero al costo de un número mayor de atropellamientos. En contraste, incrementar el efecto barrera de las vías reduce la mortalidad, pero acentúa el problema de las poblaciones pequeñas. El efecto barrera quizás afecta más especies y se extiende sobre un área más amplia que los efectos del atropellamiento o de la evasión a la carretera.

La mayor cantidad de atropellamientos de algunas especies de aves y mamíferos como las zarigüeyas ocurren después de la época reproductiva cuando los individuos jóvenes, que son inexpertos, se aproximan a las carreteras. Por otro lado, los organismos altamente móviles pueden estar en desventaja con respecto a individuos cuyos territorios son más pequeños (Carr y Fahrig, 2001). Los ciervos y otros herbívoros se alimentan de la vegetación que crece junto a la carretera. También se ven amenazados los animales carroñeros como buitres, cuervos, coyotes y mapaches que se acercan a la vía para comer los animales que se encuentran muertos sobre ella (Noss, 2002).

#### IV.2.1.2.3 Áreas Naturales

##### IV.2.1.2.3.1 Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto de ampliación de los subtramos carreteros y área de influencia, **se vincula con la Región Terrestre Prioritaria de los bosques mesófilos de la Sierra Madre Oriental (102).**

Esta RTP es una región prioritaria para la conservación debido a que integra a los bosques mesófilos representativos de la Sierra Madre Oriental. Las áreas de bosques mesófilos de montaña más integrados se encuentran al norte del área, al sur se encuentran fragmentos de bosque mesófilo de montaña, pero con vegetación secundaria y con pastizales inducidos. La parte central de esta RTP presenta mayor fragmentación del bosque mesófilo hacia la zona de Huayacocotla en donde se reporta *Magnolia macrophylla var. dealbata* (especie amenazada y de distribución restringida).

En la siguiente figura, se indica la ubicación del RTP con respecto a al tramo carretero.

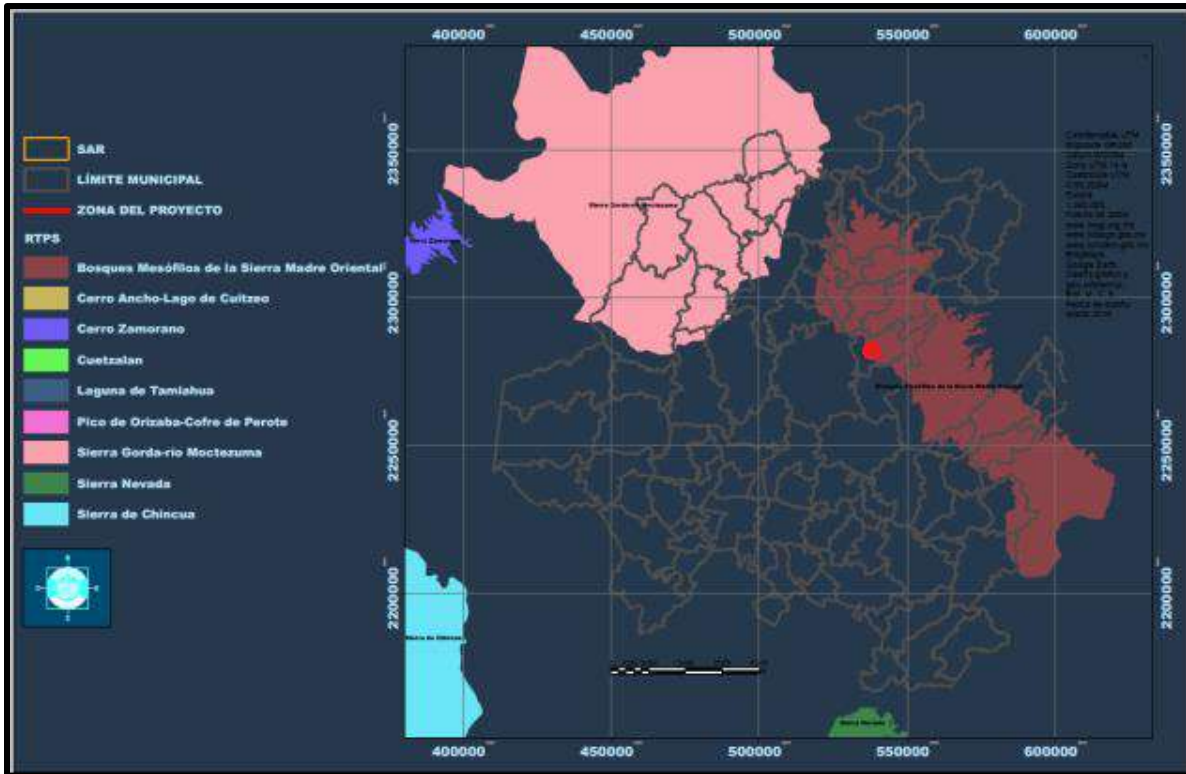


Figura IV.165 Ubicación de los subtramos carreteros con respecto a las RTP (101 y 102) decretadas en el Estado.

Por último, se indica que los subtramos carreteros se ubican dentro del denominado corredor de la Huasteca Alta Hidalguense (BMM y SMS), de la Sierra Madre Oriental, como se indica en la siguiente figura.

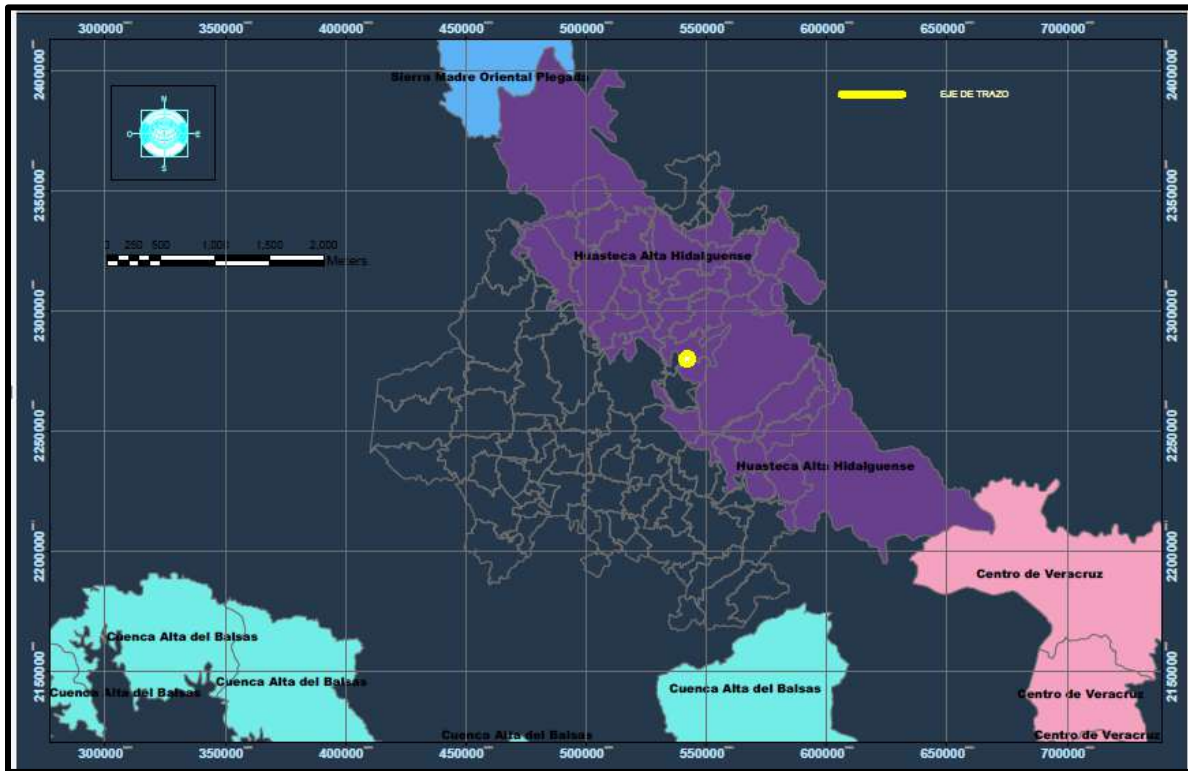


Figura IV.166 Ubicación de los subtramos carreteros dentro del corredor biológico del BMM.

Tabla IV.134 Cuadro comparativo del grado de vinculación del corredor biológico del bosque mesófilo de montaña y de los subtramos carreteros.

GRUPO TAXONÓMICO	CORREDOR BIOLÓGICO DEL BMM	CORREDOR BIOLÓGICO DEL TRAMO CARRETERO	VINCULACIÓN
<b>Aves</b>	Permite el movimiento regional de aves en los ecosistemas templados y subtropicales.	Permite el movimiento regional de aves en el ecosistema subtropical	Permite migraciones de especies de ambientes templados a subtropicales en los meses más fríos y de los tropicales a templados en la época de calor.
<b>Murciélagos</b>	Permite el movimiento regional de murciélagos en los ecosistemas templados y tropicales.	Permite el movimiento regional de murciélagos en el ecosistema tropical.	Permite migraciones de especies de ambientes templados a tropicales en los meses más fríos y de los tropicales a templados en la época cálida.

Tabla IV.135 Afectación de los corredores biológicos de acuerdo a sus atributos principales.

ATRIBUTO DEL CORREDOR BIOLÓGICO.	GRADO DE AFECTACIÓN DEL CORREDOR BIOLÓGICO DEL BMM	GRADO DE AFECTACIÓN AL CORREDOR BIOLÓGICO DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS.	COMENTARIOS
El tamaño aumenta las probabilidades de supervivencia de las poblaciones más pequeñas.	<b>Baja:</b> el tamaño no se ve afectado, no reduce la sobrevivencia de las poblaciones pequeñas.	<b>Baja:</b> el tamaño no se ve afectado, no reduce la sobrevivencia de las poblaciones pequeñas de la subcuenca de los ríos Metztlán y Calabozos.	Ambos corredores presentan una superficie suficiente que permite la dispersión de las especies
La población debe beneficiarse con la recolonización que permiten los corredores conforme se pierden individuos locales.	<b>Baja:</b> no se reduce la recolonización de los ecosistemas.	<b>Baja:</b> no se reduce la colonización de los bosques mesófilos, no hay barreras que restrinjan el movimiento de las especies.	El tramo carretero al ubicarse en la ladera sur de la microcuenca del río Panatlán y Tianguistengo no presenta algún efecto de barrera en la zona norte y sur, áreas del corredor biológico del BMM, además la construcción del trazo no aislará las cañadas del río Panatlán y Tianguistengo, zona importante para la dispersión de las especies. Sin embargo, afectará pequeñas cañadas de la zona alta de la subcuenca del río Metztlán, que tiene una fuerte interacción con la zona húmeda del bosque mesófilo de montaña.
Reducción de depresiones	<b>Baja:</b> no se aíslan poblaciones de ninguna especie.	<b>Baja:</b> no se aíslan poblaciones de ninguna especie.	La pavimentación del tramo carretero no reduce la

ATRIBUTO DEL CORREDOR BIOLÓGICO.	GRADO DE AFECTACIÓN DEL CORREDOR BIOLÓGICO DEL BMM	GRADO DE AFECTACIÓN AL CORREDOR BIOLÓGICO DE LOS SUBTRAMOS CARRETEROS.	COMENTARIOS
poblacionales debidas a la consanguinidad			continuidad del BMM y del bosque de Pino-encino, dado que existe en la zona oeste y este se encuentran los ríos Panatlán y Tianguistengo, dando continuidad al BMM, al bosque de pino-encino y al matorral crasicaule.
Conectividad biológica	No se ve reducida dado el bajo porcentaje que ocupa el de BMM (ver texto de superficie de bosque mesófilo).	No se ve afectado dado que la pavimentación del tramo carretero no aislará comunidades de plantas y animales. Solo se afectará un bajo porcentaje de vegetación secundaria arbórea y arbustiva del bosque mesófilo de montaña, respecto al SAR, para la realización del tramo carretero.	Los porcentajes de ocupación del tramo carretero son bajos que no impiden el movimiento local de las especies, la fragmentación del paisaje ya ha sido ocasionada con la actividad antropogénica desde años atrás. Sin embargo, es importante considerar los pasos de fauna para mantener la diversidad biológica y mantener la presencia regional de mamíferos medianos.

Las Áreas Naturales Protegidas de competencia federal en el Estado cubren 122,031.42 hectáreas y representan el 14.07% de la superficie potencial de protección. De esta superficie el 22% corresponde a tres Parques Nacionales, (fundamentalmente en bosques de coníferas y encino) y el 78% corresponde a una Reserva de la Biosfera.

Los subtramos carreteros ***no se ubican en algún Parque Nacional o en la Reserva de la Biósfera de Metztlán decretadas*** por la Federación para el Estado. En la siguiente imagen se indica la ubicación del tramo carretero con respecto a las ANP’s decretadas en el Estado.

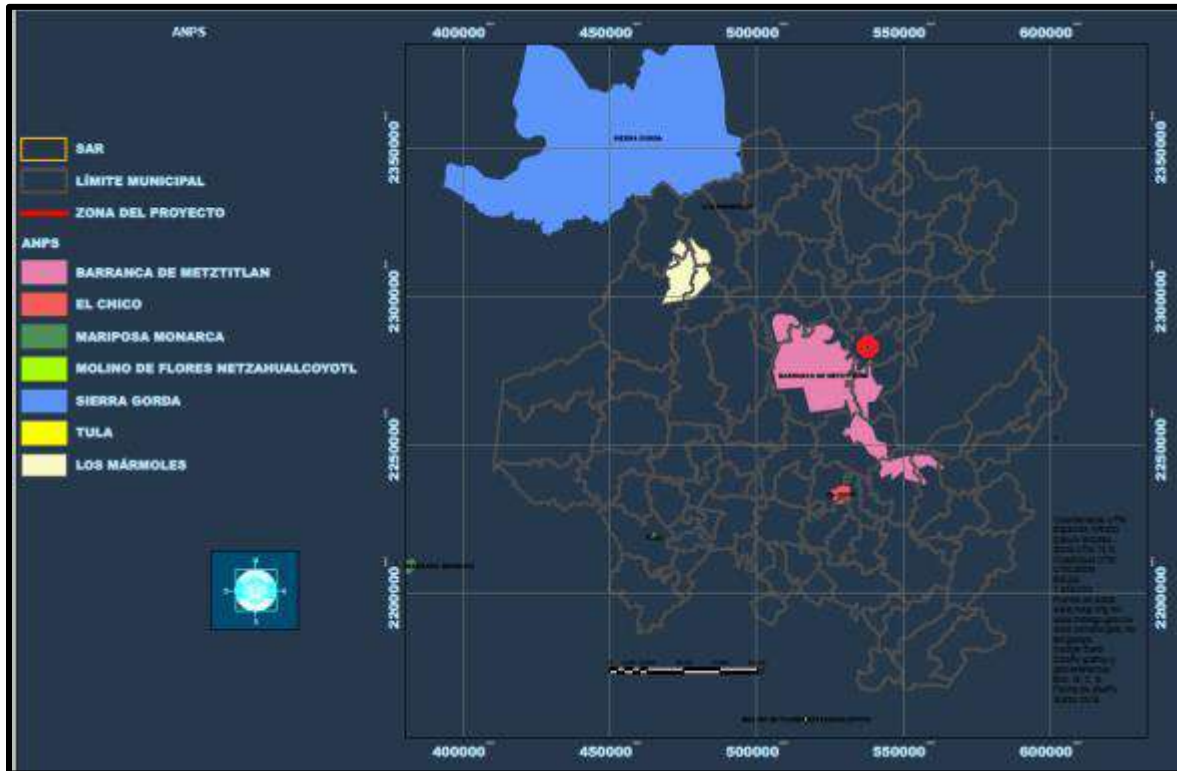


Figura IV.167 Ubicación de los subtramos carreteros con respecto a los Parques Nacionales y Reserva de la Biósfera decretados en el Estado.

Por otro lado, con respecto a las AICAS, los subtramos carreteros ***no se ubican*** en alguna de ellas. En la siguiente imagen se indica la ubicación del tramo carretero con respecto a las AICAS.



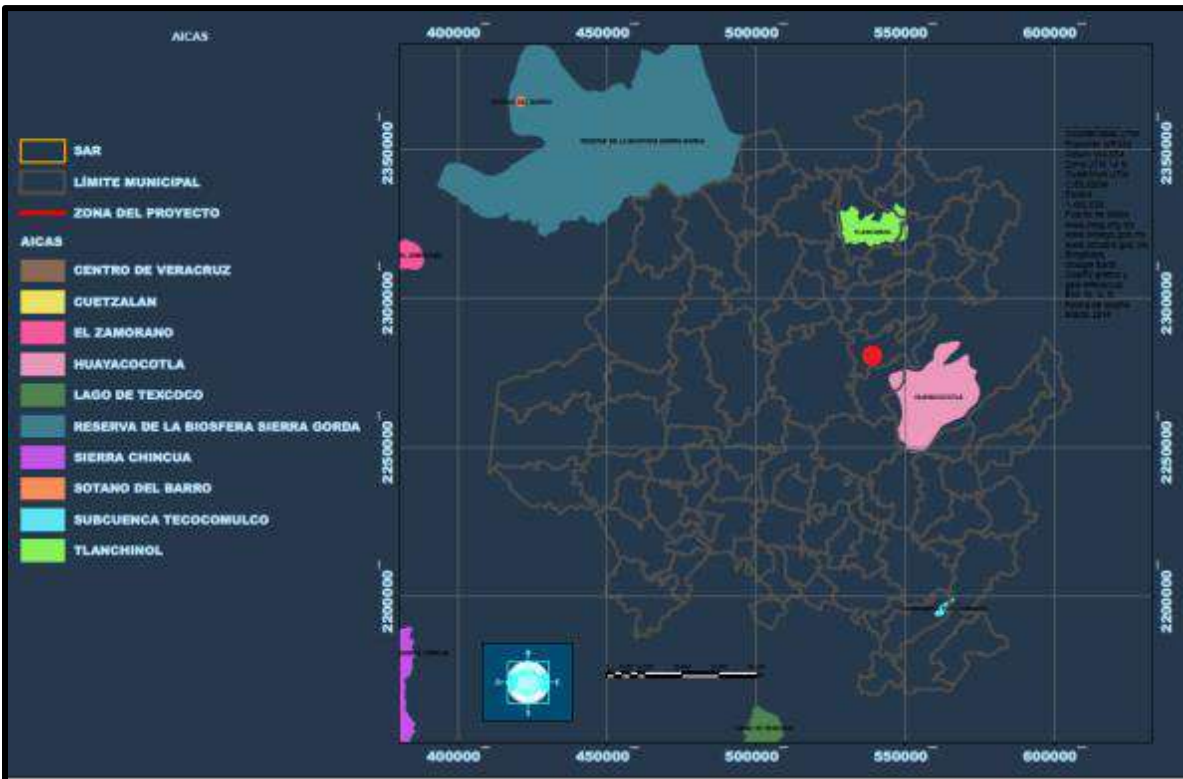


Figura IV.168 Localización de los subtramos carreteros, con respecto a las Áreas de Conservación de Aves registradas para el Estado.

Con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, reconocidas para el Estado de Hidalgo, se observa que la zona de los subtramos carreteros **se localiza dentro de la Confluencia de las Huastecas (RHP 75)**, ocupando las subcuencas de los ríos Metztlitlán y Calabozos, como se indica en la siguiente figura.

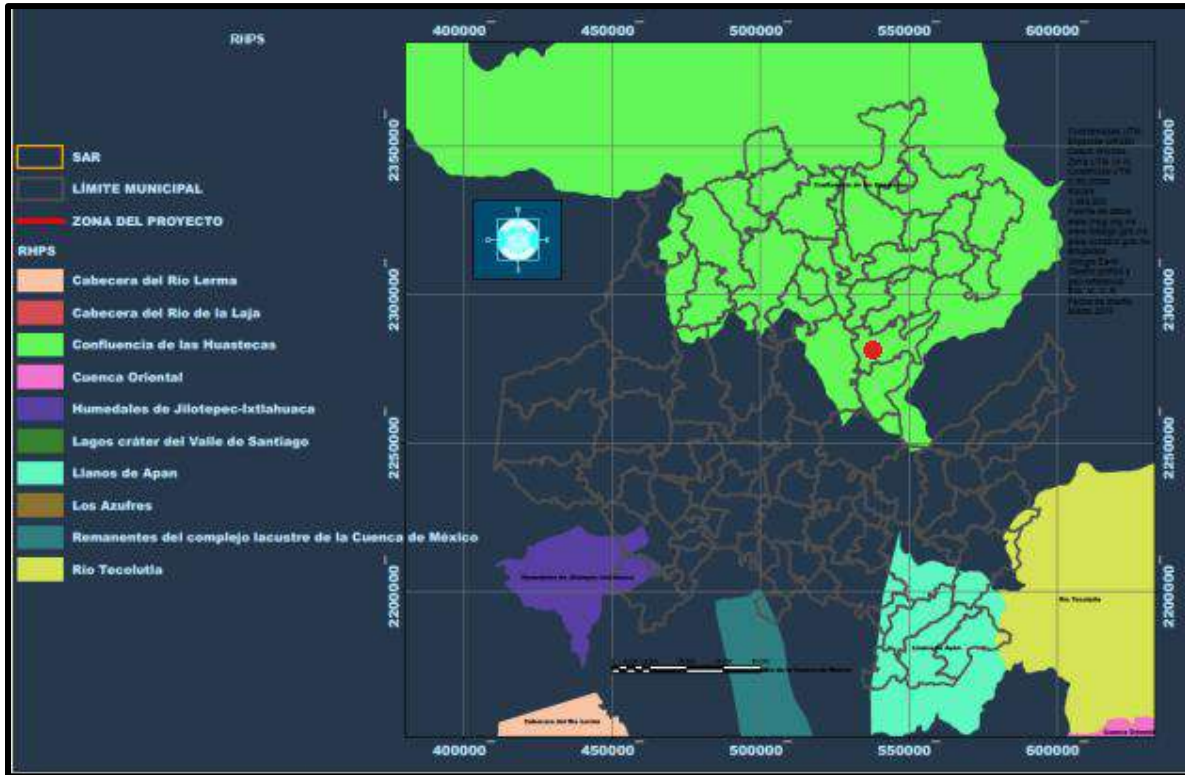


Figura IV.169 Ubicación de los subtramos carreteros con respecto a las Regiones Hidrológicas Prioritarias para el Estado de Hidalgo.

Las Áreas Naturales Protegidas de competencia estatal y municipal suman siete, las cuales cubren una superficie de 292.6 has, representando el 0.033% de la superficie potencial estatal. De esta superficie el 38% corresponde a una Reserva Ecológica Municipal, el 31% a un Parque Estatal, el 23.24% a Zonas de Preservación Ecológica de los Centros de Población y el resto (7.76%) corresponde a un área clasificada como Terrenos de Utilidad Pública (COEDE, 2004).

Respecto a las ANP’s de competencia estatal, el proyecto de los subtramos carreteros **no se ubica en ninguna de estas ANP’s estatales**. En la siguiente imagen se muestra su distribución.

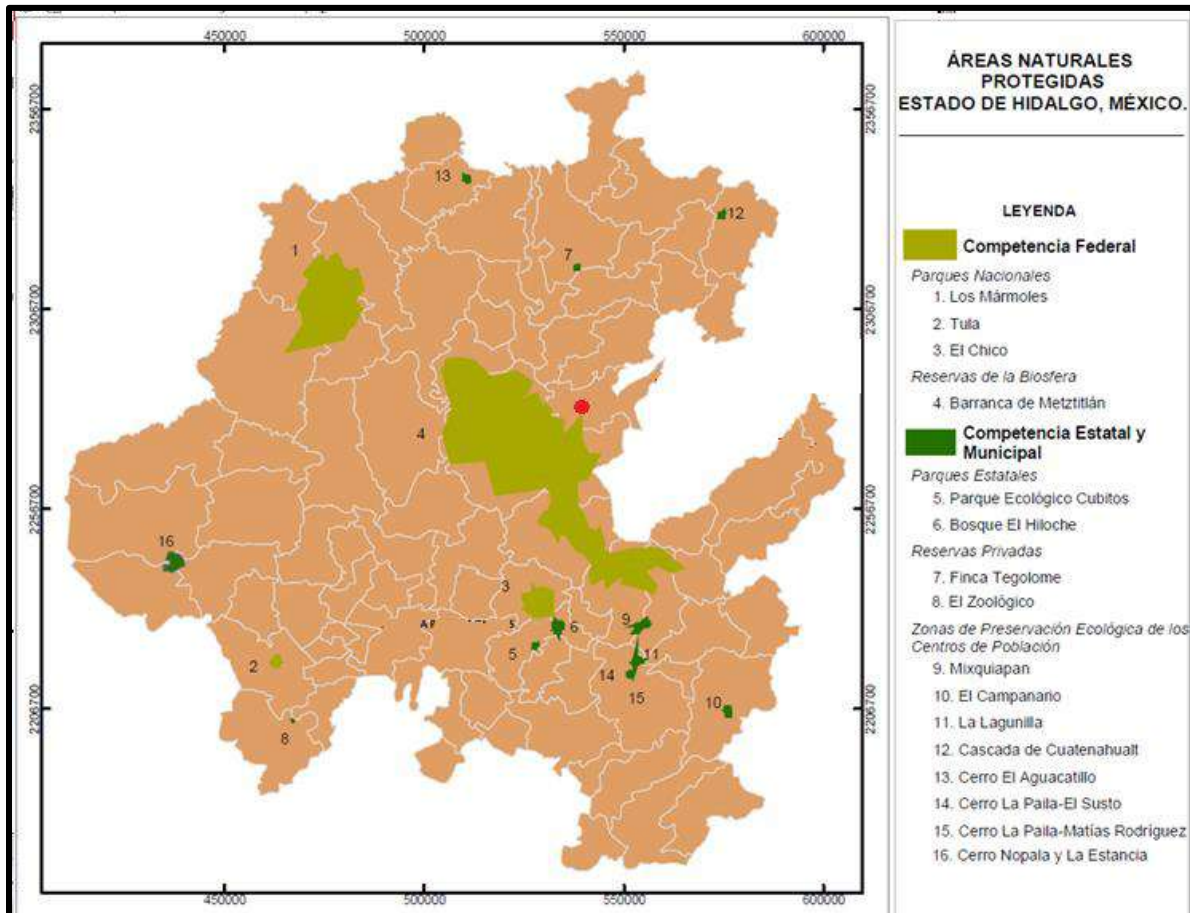


Figura IV.170 Ubicación de los subtramos carreteros (punto rojo) con respecto a las ANP's de competencia Estatal y Municipal.

#### IV.2.1.2.3.2 Evaluación del potencial y compatibilidad de uso del paisaje.

En el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo se realizó la evaluación del potencial y la compatibilidad de uso del paisaje, de acuerdo a las unidades geocológicas de las Unidades de Gestión Ambiental (UGA's).

Como referencia para evaluar el Potencial de Paisaje en un SAR, es necesario partir de la definición del concepto. El Potencial de Paisaje puede definirse entonces como la capacidad productiva, informativa y regulativa de los paisajes según la asociación de determinadas posibilidades y condiciones actuales para diferentes tipos de utilización, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la sociedad (Salinas, Ed., 1991). Habiendo definido este concepto se determinó la potencialidad de uso de paisaje y su compatibilidad con el uso actual.

Las Unidades de Gestión Ambiental se dividen en unidades de regionalización ecológica llamadas Unidades Geoecológicas, las cuales constituyen paisajes geográficos, que representan no sólo totalidades naturales, sino la forma en que la naturaleza ha sido moldeada por las sociedades en su devenir histórico.

La UGA XIII se divide en 2 unidades geoecológicas:

**Tabla IV.136 Unidades geoecológicas de la UGA XIII.**

UNIDAD GEOECOLÓGICA	DESCRIPCIÓN
2.4.2.	Montañas altas (1700-2500 m) estructuro-dentativas, formadas por calizas cristalinas y en ocasiones lititas con bosque mesófilo, pinares naturales densos, pin-encinares, pastizales y focos de agricultura temporal sobre rendzinas, litosoles y regosoles eúctico.
2.4.3.	Montañas altas (1700-2900 m) volcánicas, formadas por rocas extrusivas; basaltos, tobas ácidas, brechas y vulcanitas con pinares densos naturales, pin-encinares y focos de agricultura temporal sobre feozem háplico, litosoles, vertisoles y regosoles.

FUENTE: Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo.

De acuerdo a las altitudes y vegetación presente en el sistema ambiental y área de estudio se ubica en la unidad geoecológica 2.4.2. con presencia de bosque mesófilo, pinares naturales densos, pin-encinares, pastizales y focos de agricultura temporal sobre rendzinas, litosoles y regosoles eúctico

Sin embargo, el SAR se ubica en ambas unidades geoecológicas (2.4.2 y 2.4.3.) de la UGA XIII que presentan montañas altas (1700-2900 m) volcánicas, formadas por rocas extrusivas; basaltos, tobas ácidas, brechas y vulcanitas con pinares densos naturales, pin-encinares y focos de agricultura temporal sobre feozem háplico, litosoles, vertisoles y regosoles.

**Tabla IV.137 Capacidad productiva y compatibilidad de uso del paisaje en el SAR.**

UNIDADES DE LA REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA	POTENCIAL						USO ACTUAL	COMPATIBILIDAD DE USO
	AGRÍCOLA	PECUARIO	FORESTAL	MINERO	ECOLÓGICO	TURÍSTICO		
2.4.2.	Medio	Medio	Alto	Bajo	Alto	Alto	BMM, BPE, BP, BE, MC, pastizales y agricultura de temporal, predominantemente	Compatible
2.4.3.	Medio	Medio	Alto	Bajo	Alto	Alto	BMM, BPE, BP, BE, MC, pastizales y agricultura de temporal, predominantemente	Compatible

FUENTE: Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo.

El uso actual del paisaje en el sistema ambiental regional forestal y uso pecuario, presenta un alto potencial forestal, ecológico y turístico. En relación a las actividades agrícolas el potencial de uso de paisaje es medio ya que esta actividad está regulada por la explotación inadecuada de los recursos forestales. Mientras que para el potencial pecuario es medio y para el minero es bajo.

En general el uso de los paisajes ha sido compatible con sus potencialidades y recursos. Sin embargo, en las últimas décadas el incremento de la marginación y la pobreza del SAR ha propiciado la sobreexplotación de los recursos suelo y forestales, y de esta manera la intensificación de la deforestación, crecimiento de áreas de pastizal y pastoreo de ganado, la fragmentación y degradación de los suelos, la desecación y la eutroficación de los cuerpos de agua.

La comercialización de especies maderables como el encino, pino y maderas de bosques templados se ha desarrollado como alternativa económica que han implementado los habitantes del Sistema Ambiental Regional.

#### IV.2.1.3 Medio socioeconómico

##### Número y densidad de habitantes

El Sistema Ambiental tiene una extensión de 341,335,292.147 ha, las cuales, abarcan parte de cuatro municipios del estado de Hidalgo. De acuerdo al anuario estadístico y geográfico del estado de Hidalgo, el municipio de San Agustín Metzquititlán cuenta con una población de 9 437 habitantes, mientras que Metzquititlán 20 111 habitantes, Tianguistengo 15 122 habitantes y Zacualtipán de Ángeles 34 720 habitantes.

**Tabla IV.138 Habitantes por municipio del SAR**

MUNICIPIO	TOTAL	HOMBRES	MUJERES
San Agustín Metzquititlán	9 437	4 506	4 931
Metzquititlán	20 111	9 554	10 557
Tianguistengo	15 122	7 355	7 767
Zacualtipán de Ángeles	34 720	16 482	18 238
<b>TOTAL</b>	<b>79 390</b>	<b>37 897</b>	<b>41 493</b>

FUENTE: Anuario Estadístico y Geográfico del Estado de Hidalgo

Con la elaboración del proyecto se pretende beneficiar a 11,525 habitantes de 48 localidades, pertenecientes al SAR.

**Tabla IV.139 Habitantes por localidad del SAR**

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	HOMBRES	MUJERES
San Agustín Metzquititlán	Chichinapa	92	40	52
	El Durazno	74	34	40
	Ocuilcalco	21	8	13
	Tuzanapa	909	425	484
	Yerbabuena	370	173	197
	Zahuastipán	333	156	177
	El Banco	22	10	12
	Barrio Nuevo	114	45	69
	La Cañada	112	61	51
	El Enzuelado	141	74	67
	San Miguel	61	27	34
	Iglesia Vieja	35	15	20
	La Capilla	120	56	64
Metztitlán	Jiliapa	145	70	75
	Zoquiteno	64	35	29
Tianguistengo	Coatempa	91	48	43
	Ojo de Agua	103	55	48
	Oxpantla	52	25	27
	Soyatla	631	308	323
	Media Cuesta	43	18	25
	La Loma	70	36	34
	La Tejería	44	25	19
Zacualtipán de Ángeles	Ajacaya	58	29	29
	Atopixco	895	444	451
	Coatila	617	302	315
	La Cumbre de Alumbres	301	149	152
	La Cumbre de Ohuesco	80	41	39
	Matlatlán	220	108	112
	Mimiahuaco	63	31	32
	La Mojonera	839	394	445
	Papaxtla	79	38	41
	El Reparo	84	43	41
	San Bernardo	336	162	174

MUNICIPIO	LOCALIDAD	POBLACIÓN TOTAL	HOMBRES	MUJERES
	San Miguel (Ferrería San Miguel)	46	28	18
	Santo Domingo	370	175	195
	Sietla	332	157	175
	Tehuitzila	139	67	72
	Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	136	75	61
	Tizapán	769	378	391
	Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	1015	497	518
	Tzincoatlán	459	208	251
	Xicopantla (Jicopantla)	3	*	*
	Jiliapa	6	3	3
	La Obsidiana	98	41	57
	La Flor del Campo	27	14	13
	La Cumbre de Tlahuelompa	43	21	22
	Colonia los Pinos (El Crucero)	200	94	106
	Tejería	4	*	*
	Barrio Cozapa (Agua Bendita)	4	*	*
	Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	9	*	*
	Barrio Panotlán	5	*	*
	Barrio Tepanapa (Caparrosa)	24	12	12
	Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	122	56	66
	15 de Septiembre el Pantano	178	89	89
	Fraccionamiento Cozapa	215	101	114
	Colonia Benito Juárez	99	52	47
	La Galera	3	*	*
	<b>TOTAL</b>	<b>11525</b>	<b>5553</b>	<b>5944</b>

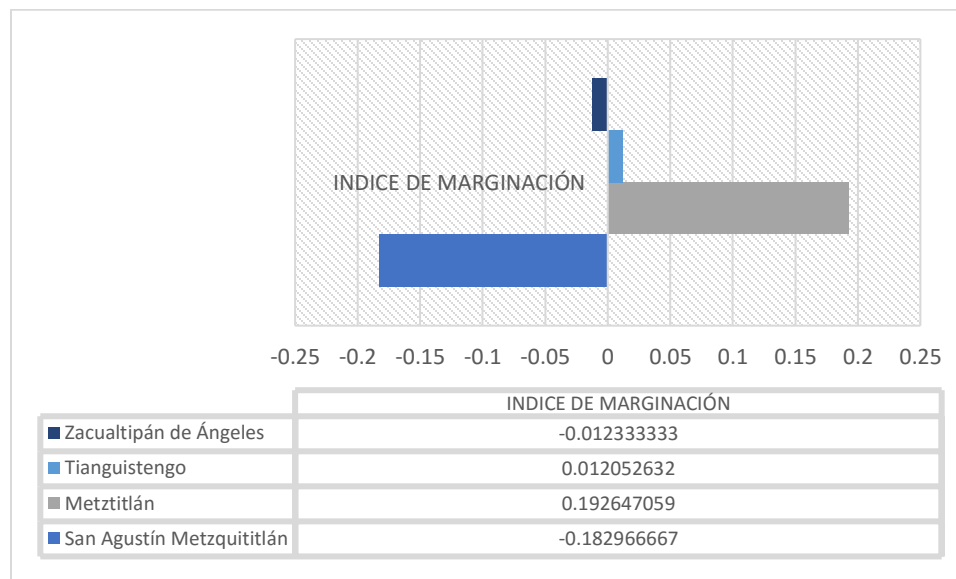
FUENTE: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010

## Índice de pobreza

De acuerdo al censo 2015 elaborado por la CONAPO, los ocho municipios dentro del Sistema Ambiental tienen el siguiente índice de marginación.

**Tabla IV.140 Índice de marginación por municipio del SAR**

MUNICIPIO	INDICE DE MARGINACIÓN	GRADO DE MARGINACIÓN
San Agustín Metzquititlán	-0.182966667	Medio
Metztitlán	0.192647059	Alto
Tianguiستengo	0.012052632	Muy alto y alto
Zacualtipán de Ángeles	-0.012333333	Medio


**Figura IV.171 índice de marginación de los municipios del SAR**

## Índice de alimentación

Del análisis de las encuestas realizadas a partir de 1957, así como de la obtenida a partir de estudios aislados se determinó que la llamada "dieta del mexicano" se basa principalmente en el consumo de maíz (tortilla de nixtamal principalmente), el frijol y el chile. En general, la dieta de la población marginada, como es el caso de la población que conforma el Sistema Ambiental, aportan cantidades insuficientes de energía, proteína y de algunas vitaminas y nutrimentos inorgánicos.

## Equipamiento

### Servicios básicos: agua potable, drenaje y energía eléctrica

De acuerdo con el catálogo de localidades de Sedesol al año 2010, en el SAR existen 3, 156 viviendas habitadas. A continuación, se muestran los datos en cuanto a servicios básicos en cada localidad dentro del SAR.

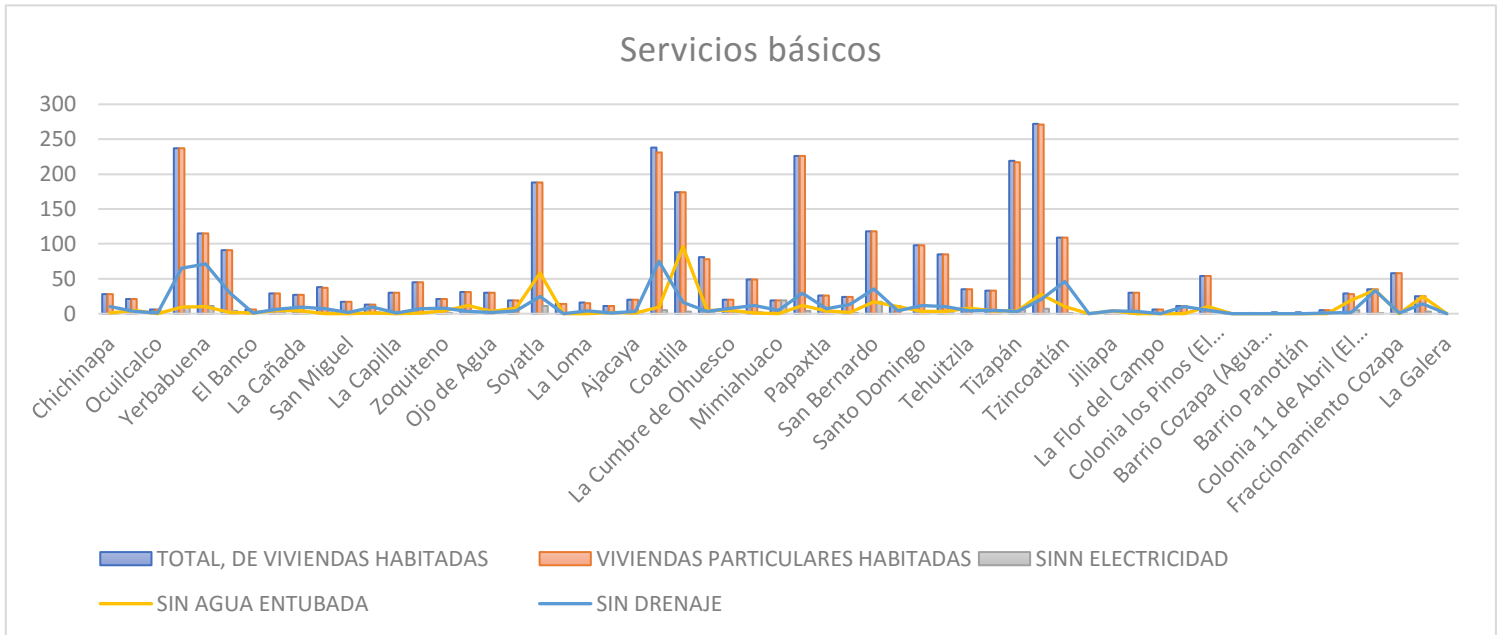


**Tabla IV.141 Servicios básicos en las viviendas del SAR**

LOCALIDAD	TOTAL, DE VIVIENDAS HABITADAS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	SIN ELECTRICIDAD	SIN AGUA ENTUBADA	SIN DRENAJE
Chichinapa	28	28	2	1	10
El Durazno	21	21	0	5	3
Ocuilcalco	6	6	0	0	1
Tuzanapa	237	237	10	9	65
Yerbabuena	115	115	11	10	71
Zahuastipán	91	91	4	2	30
El Banco	6	6	0	1	1
Barrio Nuevo	29	29	2	5	6
La Cañada	27	27	1	4	9
El Enzuelado	38	37	2	0	7
San Miguel	17	17	3	0	2
Iglesia Vieja	13	13	2	1	9
La Capilla	30	30	0	0	1
Jiliapa	45	45	1	1	7
Zoquiteno	21	21	1	4	8
Coatempa	31	31	1	12	3
Ojo de Agua	30	30	0	3	2
Oxpantla	19	19	0	8	4
Soyatla	188	188	11	58	25
Media Cuesta	14	14	0	0	0
La Loma	16	15	1	0	4
La Tejería	11	11	1	2	1
Ajacaya	20	20	2	1	3
Atopixco	238	231	5	9	75
Coatlila	174	174	3	96	16
La Cumbre de Alumbres	81	78	1	5	3
La Cumbre de Ohuesco	20	20	1	5	8
Matlatlán	49	49	2	1	12
Mimiahuaco	19	19	19	0	5
La Mojonera	226	226	4	12	29
Papaxtla	26	26	1	4	7

LOCALIDAD	TOTAL, DE VIVIENDAS HABITADAS	VIVIENDAS PARTICULARES HABITADAS	SIN ELECTRICIDAD	SIN AGUA ENTUBADA	SIN DRENAJE
El Reparó	24	24	1	2	13
San Bernardo	118	118	17	17	35
San Miguel (Ferrería San Miguel)	11	11	0	10	4
Santo Domingo	98	98	1	3	12
Sietla	85	85	2	3	10
Tehuiztla	35	35	0	8	4
Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	33	33	2	4	5
Tizapán	219	217	5	4	3
Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	272	271	7	28	20
Tzincoatlán	109	109	1	10	46
Xicopantla (Jicopantla)	1	*	*	*	*
Jiliapa	4	4	4	4	4
La Obsidiana	30	30	1	0	3
La Flor del Campo	6	6	0	0	0
La Cumbre de Tlahuelompa	11	11	0	0	10
Colonia los Pinos (El Crucero)	54	54	2	10	5
Tejería	2	*	*	*	*
Barrio Cozapa (Agua Bendita)	1	*	*	*	*
Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	2	*	*	*	*
Barrio Panotlán	2	*	*	*	*
Barrio Tepanapa (Caparrosa)	5	5	0	0	1
Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	29	28	5	19	2
15 de Septiembre el Pantano	35	35	1	34	33
Fraccionamiento Cozapa	58	58	1	0	1
Colonia Benito Juárez	25	25	3	25	14
La Galera	1	*	*	*	*
<b>TOTAL</b>	<b>3156</b>	<b>3131</b>	<b>144</b>	<b>440</b>	<b>652</b>

FUENTE: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.



**Figura IV.172 Servicios básicos en las viviendas del SAR**

### Disposición de residuos sólidos municipales.

En todos los municipios que conforman el Sistema Ambiental se cuenta con el servicio de limpia por parte del municipio y particulares concesionados, los cuales trasladan los residuos sólidos los lugares que se encuentran autorizados.

### Aspectos sociales

#### Demografía

#### Número de Habitantes

Según los Principales Resultados por Localidad, II Censo de Población y Vivienda (INEGI, 2010), el Sistema Ambiental tiene una población total de 11 525 habitantes. De acuerdo a los indicadores demográficos de México de 1970 a 2015, proporcionados por la CONAPO, para el año 2020 se estiman los siguientes parámetros en el estado:

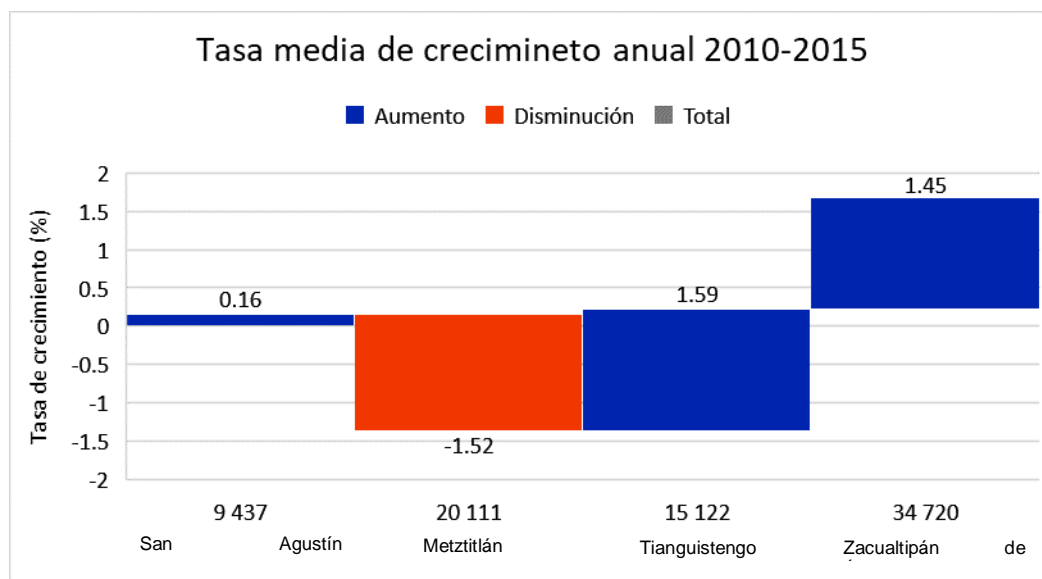
- Tasa bruta de natalidad: 16.91
- Tasa bruta de mortalidad: 6.33
- Tasa de crecimiento total: 1.14

En cuanto a la tasa de crecimiento por municipio del Sistema Ambiental Regional, se tienen los siguientes datos:

**Tabla IV.142 Tasa media de crecimiento anual en el SAR**

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL 2010	POBLACIÓN TOTAL 2015	TASA MEDIA DE CRECIMIENTO ANUAL 2010-2015 (%)
San Agustín Metzquitlán	9 364	9 437	0.16
Metztitlán	21 623	20 111	-1.52
Tianguistengo	14 037	15 122	1.59
Zacualtipán de Ángeles	32 437	34 720	1.45

FUENTE: Resultados definitivos XIII Censo de Población y Vivienda 2010 y la Encuesta Intercensal 2015, INEGI

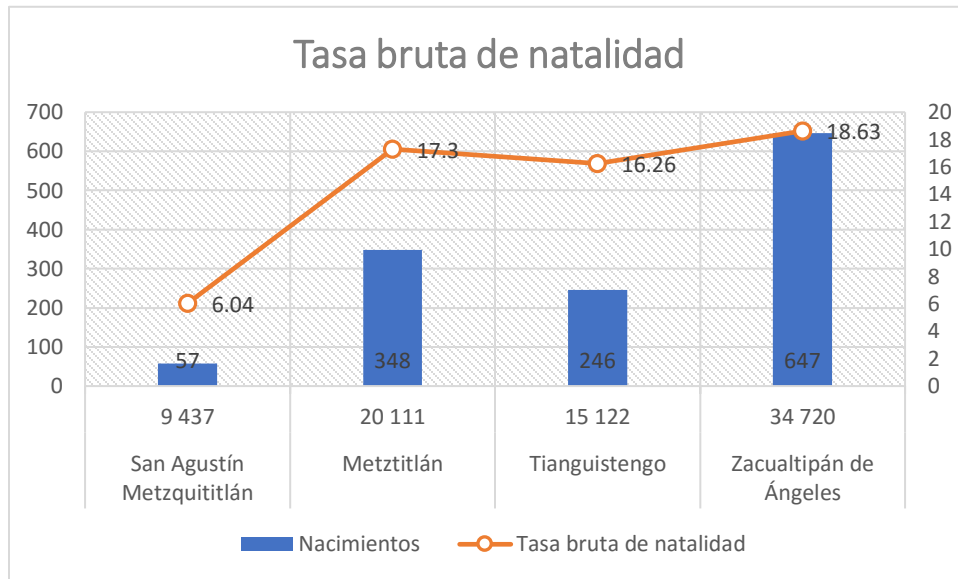


**Figura IV.173 Tasa media de crecimiento anual en el SAR**

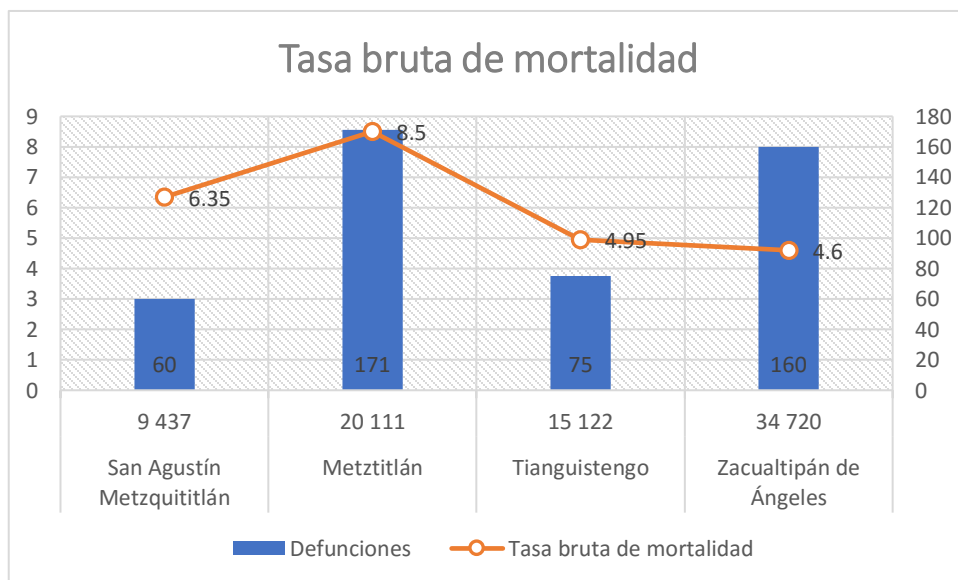
**Tabla IV.143 Tasas de natalidad y mortalidad en el SAR**

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL	NACIMIENTOS	TASA BRUTA DE NATALIDAD	DEFUNCIONES	TASA BRUTA DE MORTALIDAD
San Agustín Metzquitlán	9 437	57	6.04	60	6.35
Metztitlán	20 111	348	17.3	171	8.5
Tianguistengo	15 122	246	16.26	75	4.95
Zacualtipán de Ángeles	34 720	647	18.63	160	4.6

FUENTE: Nacimientos registrados por municipio de residencia habitual de la madre y sexo del registrado según edad y defunciones generales por municipio de residencia habitual del fallecido según sexo. INEGI, 2015.



**Figura IV.174 Tasa de natalidad en el SAR**



**Figura IV.175 Tasa de mortalidad en el SAR**

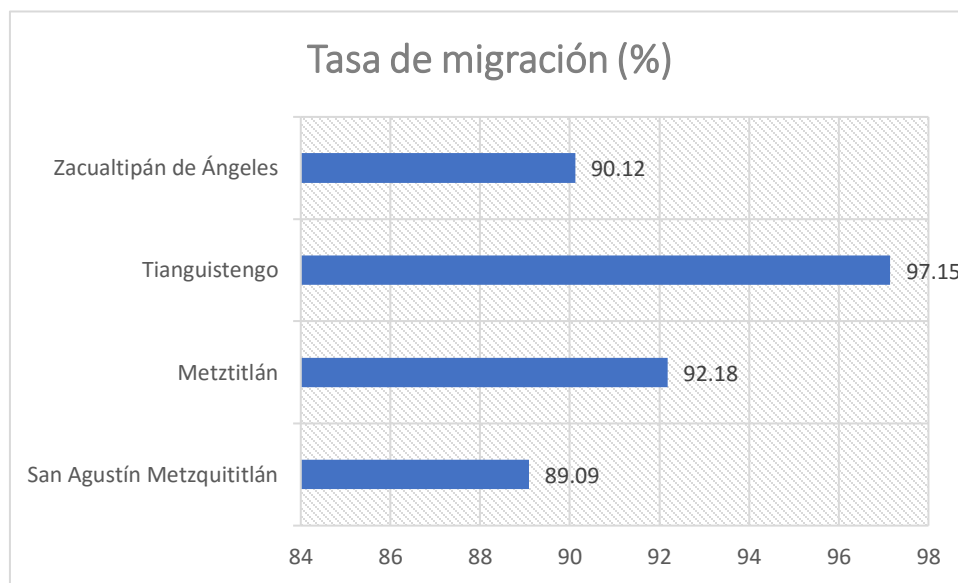
## Procesos migratorios

Las condiciones para mejorar la calidad de vida de la población y en ocasiones la falta de oportunidades que se tienen en los municipios que integran el Sistema Ambiental son elementos que intervienen para que se originen los flujos migratorios, convirtiéndose éstos en uno de los problemas que mayor atención requieren, ya que la migración representa el abandono de los lugares de origen.

**Tabla IV.144 Tasa de migración en los municipios del SAR**

MUNICIPIO	POBLACIÓN TOTAL 2010	POBLACIÓN NACIDA EN LA ENTIDAD	TASA DE MIGRACIÓN (%)
San Agustín Metzquititlán	9 364	8 343	89.09
Metztitlán	21 623	19 933	92.18
Tianguiestengo	14 037	13 637	97.15
Zacualtípán de Ángeles	32 437	29 233	90.12

FUENTE: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.


**Figura IV.176 Tasa de migración en el SAR**

### Presencia de grupos étnicos

Al año 2010 de acuerdo al Censo de Población y Vivienda del INEGI, se tiene una población total de 369 personas de 3 años y más que habla lengua Indígena en las localidades beneficiadas por el proyecto.

**Tabla IV.145 Porcentaje de hablantes de lengua indígena en el SAR.**

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MÁS QUE HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA	% DE HABLANTES DE LENGUA INDÍGENA
San Agustín Metzquititlán	8 343	89.09
Metztitlán	19 933	92.18

MUNICIPIO	POBLACIÓN DE 3 AÑOS Y MÁS QUE HABLA ALGUNA LENGUA INDÍGENA	% DE HABLANTES DE LENGUA INDÍGENA
Tianguistengo	13 637	97.15
Zacualtipán de Ángeles	1 273	3.92

FUENTE: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

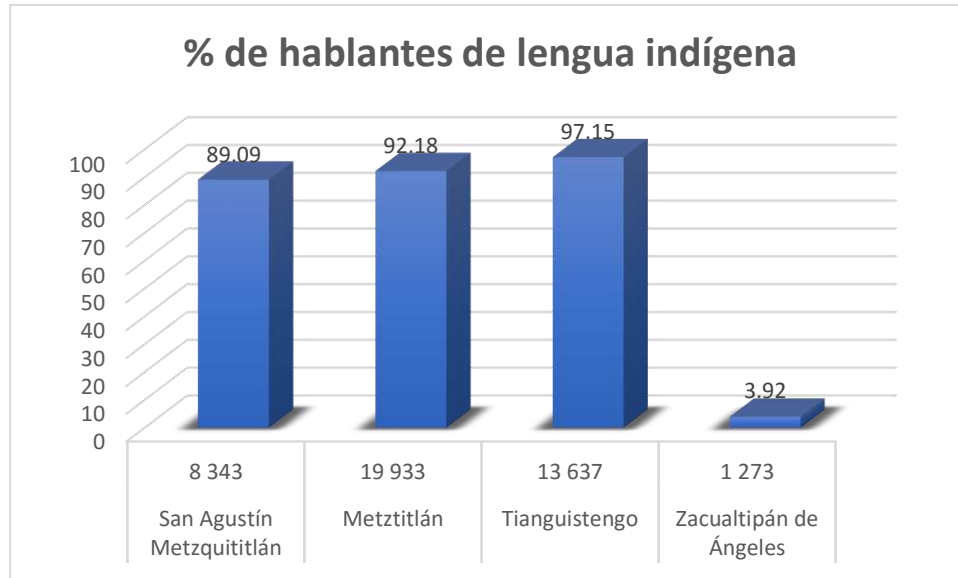


Figura IV.177 Porcentaje de hablantes de lengua indígena en el SAR

Tabla IV.146 Número de hablantes de lengua indígena por localidad del SAR

LOCALIDAD	HABLANTES DE LENGUA INDÍGENA
Chichinapa	0
El Durazno	0
Ocuilcalco	0
Tuzanapa	6
Yerbabuena	0
Zahuastipán	1
El Banco	6
Barrio Nuevo	1
La Cañada	0
El Enzuelado	3
San Miguel	0
Iglesia Vieja	0

LOCALIDAD	HABLANTES DE LENGUA INDÍGENA
La Capilla	0
Jiliapa	0
Zoquiteno	1
Coatempa	1
Ojo de Agua	8
Oxpantla	0
Soyatla	13
Media Cuesta	0
La Loma	19
La Tejeria	5
Ajacaya	2
Atopixco	3
Coatlila	4
La Cumbre de Alumbres	1
La Cumbre de Ohuesco	2
Matlatlán	53
Mimihuaco	2
La Mojonera	1
Papaxtla	0
El Reparo	0
San Bernardo	0
San Miguel (Ferrería San Miguel)	0
Santo Domingo	49
Sietla	2
Tehuiztla	7
Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	2
Tizapán	10
Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	29
Tzincoatlán	77
Xicopantla (Jicopantla)	*
Jiliapa	0
La Obsidiana	1
La Flor del Campo	1



LOCALIDAD	HABLANTES DE LENGUA INDÍGENA
La Cumbre de Tlahuelompa	2
Colonia los Pinos (El Crucero)	0
Tejería	*
Barrio Cozapa (Agua Bendita)	*
Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	*
Barrio Panotlán	*
Barrio Tepanapa (Caparrosa)	0
Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	17
15 de Septiembre el Pantano	33
Fraccionamiento Cozapa	1
Colonia Benito Juárez	6
La Galera	*
<b>TOTAL</b>	<b>369</b>

FUENTE: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

### Presencia de grupos religiosos

En los municipios del Sistema Ambiental se tiene que hay 10 757 personas que profesan la religión católica, 501 una religión no católica, 5 otro tipo de cultos o religiones y 103 no profesan ninguna religión. A continuación, se muestran los datos para cada localidad dentro del SAR.

Tabla IV.147 Grupos religiosos en las localidades del SAR

LOCALIDAD	CATÓLICA	NO CATÓLICA	OTRA RELIGIÓN	SIN RELIGIÓN
Chichinapa	89	0	0	3
El Durazno	69	4	0	1
Ocuilcalco	21	0	0	0
Tuzanapa	877	7	0	22
Yerbabuena	357	12	0	0
Zahuastipán	331	2	0	0
El Banco	21	1	0	0
Barrio Nuevo	113	1	0	0
La Cañada	112	0	0	0
El Enzuelado	123	12	2	1
San Miguel	60	1	0	0

LOCALIDAD	CATÓLICA	NO CATÓLICA	OTRA RELIGIÓN	SIN RELIGIÓN
Iglesia Vieja	34	1	0	0
La Capilla	88	20	0	8
Jiliapa	143	0	0	0
Zoquiteno	63	0	0	0
Coatempa	90	1	0	0
Ojo de Agua	99	4	0	0
Oxpantla	50	2	0	0
Soyatla	546	67	0	12
Media Cuesta	13	30	0	0
La Loma	67	0	0	0
La Tejería	29	15	0	0
Ajacaya	57	1	0	0
Atopixco	860	13	0	0
Coatlila	563	24	0	5
La Cumbre de Alumbres	270	5	0	17
La Cumbre de Ohuesco	80	0	0	0
Matlatlán	218	2	0	0
Mimiahuaco	63	0	0	0
La Mojonera	762	56	3	14
Papaxtla	79	0	0	0
El Reparó	74	10	0	0
San Bernardo	330	6	0	0
San Miguel (Ferrería San Miguel)	46	0	0	0
Santo Domingo	337	25	0	0
Sietla	326	0	0	6
Tehuiztla	120	19	0	0
Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	123	13	0	0
Tizapán	696	66	0	0
Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	1000	8	0	0
Tzincoatlán	429	7	0	0
Xicopantla (Jicopantla)	*	*	*	*
Jiliapa	6	0	0	0
La Obsidiana	98	0	0	0
La Flor del Campo	27	0	0	0

LOCALIDAD	CATÓLICA	NO CATÓLICA	OTRA RELIGIÓN	SIN RELIGIÓN
La Cumbre de Tlahuelompa	43	0	0	0
Colonia los Pinos (El Crucero)	183	11	0	6
Tejería	*	*	*	*
Barrio Cozapa (Agua Bendita)	*	*	*	*
Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	*	*	*	*
Barrio Panotlán	*	*	*	*
Barrio Tepanapa (Caparrosa)	18	6	0	0
Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	106	9	0	4
15 de Septiembre el Pantano	174	4	0	0
Fraccionamiento Cozapa	198	17	0	0
Colonia Benito Juárez	76	19	0	4
La Galera	*	*	*	*
<b>Total</b>	<b>10757</b>	<b>501</b>	<b>5</b>	<b>103</b>

FUENTE: Censo de Población y Vivienda, INEGI, 2010.

## Urbanización

La urbanización es el proceso económico y social, político y cultural, que conduce a la humanidad hacia formas nuevas de civilización, formas cada vez más urbanas, es decir, no agrícolas, por medio de implementar distintos servicios como: calles pavimentadas, agua entubada, luz eléctrica, drenaje, entre otros. A continuación, se muestran los servicios con los que cuentan el sistema ambiental.

Tabla IV.148 Infraestructura de las viviendas del SAR

LOCALIDAD	PISO DE MATERIAL DIFERENTE DE TIERRA	PISO DE TIERRA	CON ENERGÍA ELÉCTRICA	CON AGUA ENTUBADA	CON EXCUSADO O SANITARIO	CON DRENAJE	CON LUZ ELÉCTRICA, AGUA ENTUBADA DE LA RED PÚBLICA Y DRENAJE
Chichinapa	23	5	26	27	19	18	18
El Durazno	11	10	21	16	18	18	16
Ocuilcalco	6	0	6	6	5	5	5
Tuzanapa	224	13	227	228	230	172	163
Yerbabuena	100	15	104	105	79	44	41
Zahuastipán	73	18	86	89	89	61	59
El Banco	5	1	6	5	5	5	5
Barrio Nuevo	18	11	27	24	25	23	21

LOCALIDAD	PISO DE MATERIAL DIFERENTE DE TIERRA	PISO DE TIERRA	CON ENERGÍA ELÉCTRICA	CON AGUA ENTUBADA	CON EXCUSADO O SANITARIO	CON DRENAJE	CON LUZ ELÉCTRICA, AGUA ENTUBADA DE LA RED PÚBLICA Y DRENAJE
La Cañada	19	8	26	23	20	18	18
El Enzuelado	35	2	35	37	37	30	30
San Miguel	12	5	14	17	15	15	12
Iglesia Vieja	10	3	11	12	10	4	4
La Capilla	25	5	30	30	28	29	29
Jiliapa	43	2	44	44	39	38	38
Zoquiteno	18	3	20	17	13	13	11
Coatempa	31	0	30	19	30	28	19
Ojo de Agua	29	1	30	27	28	28	26
Oxpantla	19	0	19	11	16	15	9
Soyatla	183	5	177	130	184	163	122
Media Cuesta	14	0	14	14	14	14	14
La Loma	15	0	14	15	14	11	10
La Tejería	11	0	10	9	10	10	9
Ajacaya	13	7	18	19	17	17	14
Atopixco	220	10	226	222	220	155	149
Coatlila	161	13	169	77	171	156	72
La Cumbre de Alumbres	69	9	77	73	74	73	70
La Cumbre de Ohuesco	16	4	19	15	19	12	11
Matlatlán	43	6	47	48	48	37	37
Mimihuaco	6	13	0	19	9	14	0
La Mojonera	207	19	222	214	212	197	191
Papaxtla	24	2	25	22	20	19	16
El Reparó	23	1	23	22	22	11	11
San Bernardo	110	8	100	101	85	83	66
San Miguel (Ferrería San Miguel)	10	1	11	1	8	7	1
Santo Domingo	77	21	97	95	95	86	85
Sietla	80	5	83	82	78	75	75
Tehuiztla	32	3	35	27	34	31	25
Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	20	12	31	29	32	28	27

LOCALIDAD	PISO DE MATERIAL DIFERENTE DE TIERRA	PISO DE TIERRA	CON ENERGÍA ELÉCTRICA	CON AGUA ENTUBADA	CON EXCUSADO O SANITARIO	CON DRENAJE	CON LUZ ELÉCTRICA, AGUA ENTUBADA DE LA RED PÚBLICA Y DRENAJE
Tizapán	204	12	211	213	215	214	207
Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	231	39	261	242	262	250	224
Tzincoatlán	74	34	108	99	106	62	57
Xicopantla (Jicopantla)	*	*	*	*	*	*	*
Jiliapa	4	0	0	0	0	0	0
La Obsidiana	29	1	29	30	28	27	27
La Flor del Campo	6	0	6	6	6	6	6
La Cumbre de Tlahuelompa	9	2	11	11	11	1	1
Colonia los Pinos (El Crucero)	52	2	52	44	52	49	42
Tejería	*	*	*	*	*	*	*
Barrio Cozapa (Agua Bendita)	*	*	*	*	*	*	*
Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	*	*	*	*	*	*	*
Barrio Panotlán	*	*	*	*	*	*	*
Barrio Tepanapa (Caparrosa)	4	1	5	5	4	4	4
Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	17	11	23	9	26	26	9
15 de Septiembre el Pantano	27	8	34	1	3	2	0
Fraccionamiento Cozapa	58	0	57	58	57	57	57
Colonia Benito Juárez	19	6	22	0	25	11	0
La Galera	*	*	*	*	*	*	*

FUENTE: INEGI. Principales resultados por localidad, II conteo de población y vivienda 2010.

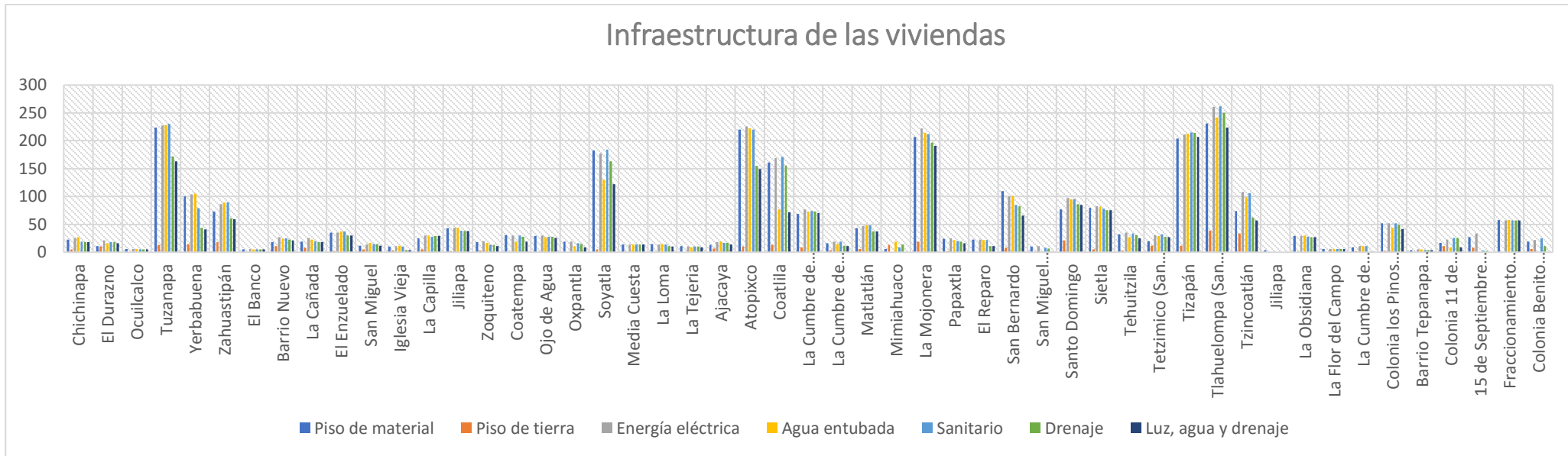


Figura IV.178 Infraestructura de las viviendas del SAR

## Salud y seguridad social

### Sistema y cobertura de la seguridad social

En el Sistema Ambiental cuenta con los servicios de salud como instituciones públicas denominadas: ISSSTE, IMSS, Cruz Roja y unidades médicas de la SSAH. En total hay 4275 personas derechohabientes y 7170 sin derecho a servicios de salud en el Sistema Ambiental.

**Tabla IV.149 Población con acceso a los servicios de salud en las localidades del SAR**

LOCALIDAD	POBLACIÓN NO DERECHOHABIENTE	POBLACIÓN DERECHOHABIENTE
Chichinapa	32	60
El Durazno	65	9
Ocuilcalco	9	12
Tuzanapa	304	605
Yerbabuena	271	99
Zahuastipán	14	319
El Banco	20	2
Barrio Nuevo	81	33
La Cañada	43	69
El Enzuelado	92	46
San Miguel	30	31
Iglesia Vieja	10	25
La Capilla	59	61
Jiliapa	41	104
Zoquiteno	60	3
Coatempa	76	15
Ojo de Agua	99	4
Oxpantla	31	21
Soyatla	523	107
Media Cuesta	2	41
La Loma	58	9
La Tejería	35	9
Ajacaya	19	39
Atopixco	708	166

LOCALIDAD	POBLACIÓN NO DERECHOHABIENTE	POBLACIÓN DERECHOHABIENTE
Coatilla	485	132
La Cumbre de Alumbres	129	163
La Cumbre de Ohuesco	71	9
Matlatlán	200	20
Mimiahuaco	15	48
La Mojonera	470	369
Papaxtla	72	7
El Reparó	58	26
San Bernardo	218	118
San Miguel (Ferrería San Miguel)	36	10
Santo Domingo	322	48
Sietla	104	228
Tehuiztla	116	23
Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	87	48
Tizapán	379	384
Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	607	405
Tzincoatlán	422	36
Xicopantla (Jicopantla)	*	*
Jiliapa	6	0
La Obsidiana	61	37
La Flor del Campo	25	2
La Cumbre de Tlahuelompa	28	15
Colonia los Pinos (El Crucero)	182	18
Tejería	*	*
Barrio Cozapa (Agua Bendita)	*	*
Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	*	*
Barrio Panotlán	*	*
Barrio Tepanapa (Caparrosa)	12	12
Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	57	62
15 de Septiembre el Pantano	152	26



LOCALIDAD	POBLACIÓN NO DERECHOHABIENTE	POBLACIÓN DERECHOHABIENTE
Fraccionamiento Cozapa	79	136
Colonia Benito Juárez	95	4
La Galera	*	*
TOTAL	7170	4275

FUENTE: INEGI. Principales resultados por localidad, II conteo de población y vivienda 2010.

## Características de la morbilidad y la mortalidad y sus posibles causas

La población infantil, es el grupo de población donde más se puede observar las desfavorables condiciones socioambientales de un territorio, sobre todo aquellas relacionadas con vivienda, educación, alimentación, degradaciones ecológicas e ingresos salariales y salud.

## Educación

### Enseñanza básica

Dentro de los municipios del sistema ambiental, la educación a nivel básico es de vital importancia para obtener herramientas de comunicación y conocimientos que ayudan a la interacción y el desarrollo de la vida social, se cuenta con instituciones de enseñanza básica con responsabilidad de la Secretaría de Educación del Gobierno del Estado y por particulares.

De toda la población del SAR, solo 200 habitantes de entre 18 y 24 años asisten a la escuela; 33 habitantes de 8 a 14 años son analfabetas y el grado promedio de estudios para la población es de 6 grados.

Tabla IV.150 Situación educativa de los habitantes del SAR

LOCALIDAD	6 A 11 AÑOS NO ASISTEN A LA ESCUELA	12 A 14 AÑOS NO ASISTE A LA ESCUELA	18 A 24 AÑOS ASISTE A LA ESCUELA	8 A 14 AÑOS ANALFABETAS	GRADO PROMEDIO DE ESTUDIOS
Chichinapa	0	0	1	0	7.33
El Durazno	1	0	0	0	5.36
Ocuilcalco	0	0	1	0	7.69
Tuzanapa	0	2	16	0	7.47
Yerabuena	1	0	10	0	6.84
Zahuastipán	1	0	2	0	5.32

LOCALIDAD	6 A 11 AÑOS NO ASISTEN A LA ESCUELA	12 A 14 AÑOS NO ASISTE A LA ESCUELA	18 A 24 AÑOS ASISTE A LA ESCUELA	8 A 14 AÑOS ANALFABETAS	GRADO PROMEDIO DE ESTUDIOS
El Banco	0	0	1	0	6.2
Barrio Nuevo	0	1	1	1	7.57
La Cañada	0	2	1	3	7.04
El Enzuelado	1	2	4	1	7.41
San Miguel	0	0	3	0	7.51
Iglesia Vieja	0	1	0	0	4.96
La Capilla	0	0	0	0	7.51
Jiliapa	1	1	0	2	6.33
Zoquiteno	0	0	0	0	4.06
Coatempa	0	1	0	0	6.45
Ojo de Agua	1	0	0	1	4.8
Oxpantla	0	0	2	0	6.09
Soyatla	2	6	5	3	5.47
Media Cuesta	0	2	0	0	2.73
La Loma	0	0	1	0	4.46
La Tejería	0	0	3	0	5.88
Ajacaya	0	1	0	0	5.53
Atopixco	3	3	14	4	7.05
Coatlila	0	13	7	0	5.14
La Cumbre de Alumbres	3	0	4	2	7.12
La Cumbre de Ohuesco	0	0	4	0	6.33
Matlatlán	0	0	6	0	5.5
Mimiahuaco	0	0	0	0	3.7
La Mojonera	2	1	6	1	7
Papaxtla	1	0	2	0	5
El Reparó	0	0	0	0	6.02
San Bernardo	0	0	7	1	5.43
San Miguel (Ferrería San Miguel)	0	0	0	0	6.68
Santo Domingo	0	1	9	1	6.25
Sietla	1	3	8	0	6.51
Tehuitzila	0	1	2	0	6.32
Tetzimico (San Bartolo Tetzimico)	0	2	3	0	5.76
Tizapán	0	4	13	2	7.03

LOCALIDAD	6 A 11 AÑOS NO ASISTEN A LA ESCUELA	12 A 14 AÑOS NO ASISTE A LA ESCUELA	18 A 24 AÑOS ASISTE A LA ESCUELA	8 A 14 AÑOS ANALFABETAS	GRADO PROMEDIO DE ESTUDIOS
Tlahuelompa (San Francisco Tlahuelompa)	2	4	46	4	7.31
Tzincoatlán	1	2	2	1	5.57
Xicopantla (Jicopantla)	*	*	*	*	*
Jiliapa	0	0	0	0	0.17
La Obsidiana	0	0	0	0	7.53
La Flor del Campo	0	0	0	0	8.28
La Cumbre de Tlahuelompa	0	0	1	0	6
Colonia los Pinos (El Crucero)	0	1	5	1	7.18
Tejería	*	*	*	*	*
Barrio Cozapa (Agua Bendita)	*	*	*	*	*
Barrio J. Trinidad Hernández Ibarra	*	*	*	*	*
Barrio Panotlán	*	*	*	*	*
Barrio Tepanapa (Caparrosa)	0	0	0	0	6.25
Colonia 11 de Abril (El Depósito Viejo)	0	2	1	1	6.31
15 de Septiembre el Pantano	0	2	1	1	5.19
Fraccionamiento Cozapa	0	1	7	1	10.5
Colonia Benito Juárez	1	1	1	2	5.27
La Galera	*	*	*	*	*
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>60</b>	<b>200</b>	<b>33</b>	<b>6.12568627</b>

FUENTE: INEGI. Principales resultados por localidad, II conteo de población y vivienda 2010.

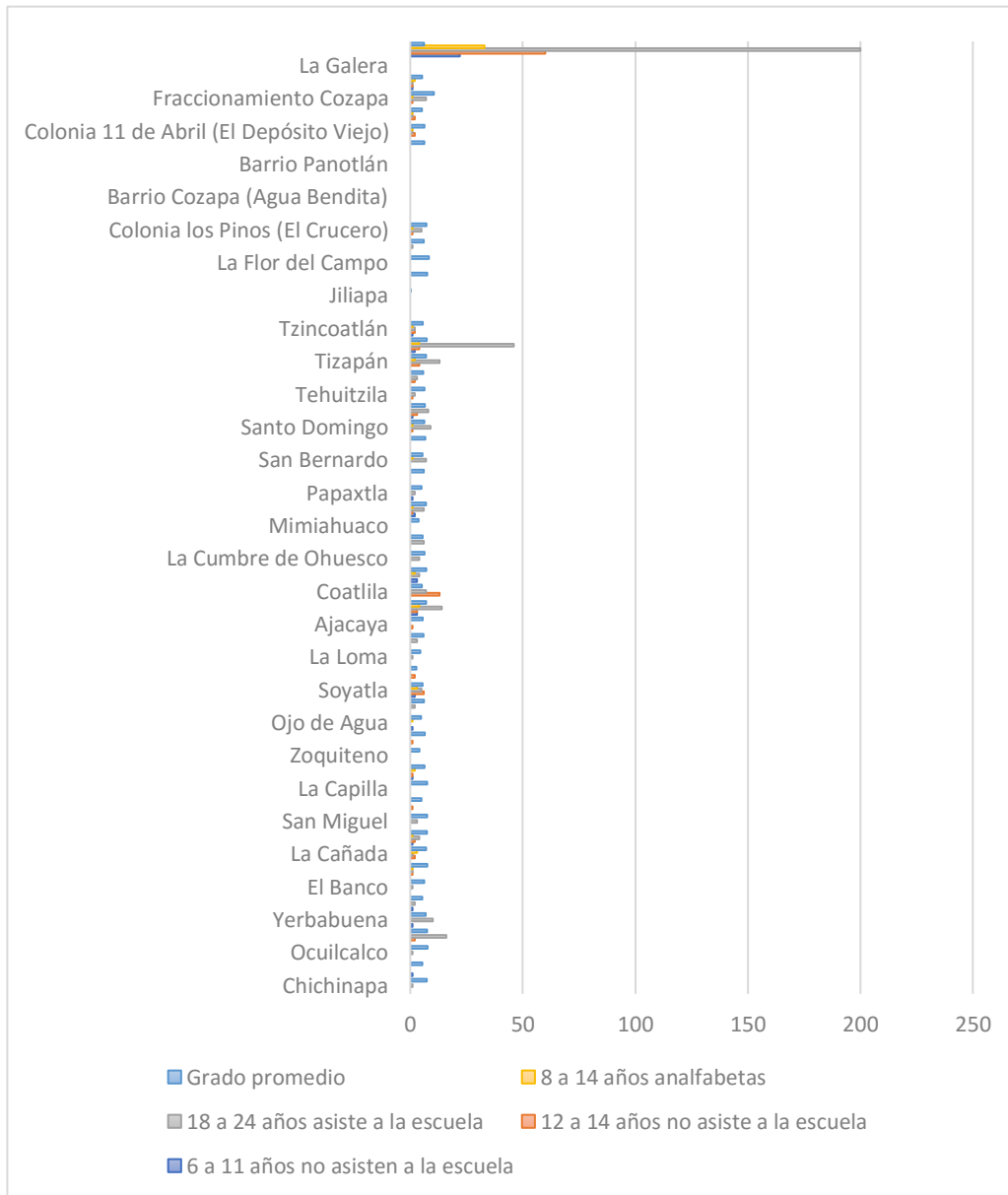


Figura IV.179 Situación educativa de los habitantes del SAR

## Aspectos culturales y estéticos en el área del proyecto

### Fiestas, Danzas y Tradiciones

**San Agustín Metzquititlán:** Aquí encontramos la tradicional fiesta del segundo viernes de cuaresma, que se celebra anualmente en honor al Señor de la Salud, esta fiesta es ampliamente conocida y beneficia mucho a la economía de los habitantes, ya que se

congregan varios miles de fieles que provienen de diferentes partes de la república, que año con año, agradece al Sr. de la Salud los favores recibidos.

Esto es acompañado de una procesión suntuosa e impresionante, además de su gran colorido, ya que asisten indígenas luciendo sus indumentarias típicas y danzas autóctonas. A su paso se colocan arcos de flores y de cohetes multicolores; además, en varias casas se lanzan lluvias de confeti, serpentinas, flores, globos, etc., esto aunado a la gran veneración y respeto con que se pasea la hermosa imagen del Señor de la Salud en hombros de jóvenes y señores que se ofrecen a cargarla.

Es tradición del municipio la celebración de fiestas populares en las cuales no puede faltar la música en sus distintas modalidades, destacando entre ellas las bandas de viento.

### **Metztitlán:**

#### **Fiestas Populares**

- Del 3 al 7 de marzo se celebra en el Municipio la fiesta anual con feria popular.
- El 15 de mayo se celebra el día de san Isidro labrador, patrono de los agricultores, se festeja con la salida de todos los tractores de los agricultores, desde la iglesia hasta la vega donde se festeja una misa en honor al Santo Patrono, al terminar la misa se hace una "comida", conviviendo todos los agricultores.
- El 4 de julio se celebra el día de nuestra Sra. del Refugio, patrona del pueblo de Metztitlán. La fiesta comienza el día 3 de julio y termina el día 5 de julio, con feria popular y juegos pirotécnicos.
- El 15 y 16 de septiembre se celebran las fiestas de la Independencia.
- El 31, 1 y 2 de noviembre se celebra a todos los santos y fieles difuntos.
- El 12 de diciembre se celebra el día de nuestra Sra. de Guadalupe, se festeja con feria popular y juegos pirotécnicos.

#### **Tradiciones**

El carnaval lo celebran con cuadrillas de disfrazados y música, danzan por todo el pueblo, durante los días domingo, lunes, martes y antes de empezar la cuaresma.

Culmina el día martes con un concurso de disfraces otorgando premio al mejor, al terminar da comienzo la harinaada, que consiste en echarse harina unos a otros.

El segundo viernes de cuaresma hacen presentaciones de la procesión y la judía; durante el Viernes Santo los fieles, vestidos con túnicas negras y encapuchados, desfilan en la noche por las calles portando imágenes e iluminados sólo por las velas; y representaciones de la procesión de las tres caídas y el santo entierro.

## Leyendas

Se cuenta que los primitivos acostumbraban atacar a sus enemigos por la noche aprovechando la luz de la luna, de ahí su nombre de Metztlánecas, "Los de la Luna".

## Música

Es tradición del municipio la celebración de fiestas populares en las cuales no puede faltar la música en sus distintas modalidades, destacando entre ellas las bandas de viento.

**Tianguistengo:** El 16 de Julio de 1916, en el lugar conocido como Huayatlapa, se origino una batalla, tras los constantes saqueos, robos y asesinatos, así como las dificultades políticas entre el Sr. Daniel Padilla y el Sr. Roberto Cerna originario de Calnali, uniéndose este último con Valentín Carbajal, apodado el general "Huarache" del cual ya hemos hablado antes, venían a quemar Tianguistengo, trayendo gentes de diferentes pueblos.

El 12 de diciembre y 26 de julio hay peregrinaciones de las siguientes comunidades a la Parroquia de Santa Ana, Tlapixhueca, Ocotol, Cantinas, Matlenco y Santa Mónica.

En la comunidad de Pemuxco en el segundo viernes hay diferentes peregrinaciones de las comunidades cercanas las cuales llevan una cruz de madera, sus danzas y bandas musicales.

Entre los tianguistenguenses es una tradición los baños de temascal y en forma especial en la comunidad de Santa Mónica, por lo general todas las casas tienen temascal, originalmente la pared era de piedra y lodo con techo de madera y embarre, en la actualidad es de pared y azotea de dos aguas, tienen por costumbre bañarse para descansar después de largas jornadas de trabajo con el baño recobran su resistencia, dentro del temascal se frotan con hierbas y al salir se cubren perfectamente para evitar un enfriamiento.

## Fiestas

La fiesta del dos de febrero, día de la candelaria, con anterioridad en la cabecera municipal y comunidades, bendecían semillas (maíz, frijol, etc), veladoras, agua y al niño Dios. La bendición de las semillas era para que la cosecha sea mejor y las veladoras, tiene por costumbre encender una cada mes. En la actualidad esta fiesta ha decaído por falta de interés en la gente joven.

La fiesta Tradicional del Carnaval es una de las más antiguas que se celebra con gran entusiasmo en la mayoría de las comunidades tianguistenguenses, se organizan por medio de capitán o mayordomo, en esta fiesta los habitantes se disfrazan, en su mayoría hombres recorren bailando todas las calles visitando a los vecinos quienes pagan porque

bailen una pieza en su casa, la música que los acompaña es de huapangueros o bandas de música de viento, la cooperación que reúnen durante los tres días de juego es para premiar al mejor disfraz o pagar parte del costo de la música del baile. Al tercer día se hace el concurso de disfraces esto engalanado por la reina del carnaval que unas horas antes fue elegida; ella entrega el premio al mejor disfraz el cual consiste en dinero o trofeo. Esta fiesta culmina con un animado baile, año con año se celebra con mayor interés.

En la fiesta del segundo viernes de cuaresma (Comunidad de Pemuxco), se celebra al Señor de los Trabajos, gran cantidad de gente viene a cumplir con alguna promesa o manda; un promedio de ocho comunidades se presenta con su peregrinación, hay procesión, repique de campanas, cohetes, alabanzas, misas, rezos, fuegos artificiales y música de banda de viento.

Otra de las fiestas importantes es la de Semana Santa o Semana Mayor en la comunidad, ya que en esta festividad se recuerda la muerte de Jesucristo, se inicia en domingo de Ramos día en que la gente lleva a la iglesia a bendecir ramos de palma, de flores (manzanilla, romero, etc.), para continuar con los días santos lunes, martes, miércoles, jueves; el día viernes Santo es el recorrido acostumbrado en el lugar conocido como “La Estación” con procesión en donde se lleva acabo la dramatización en vivo por los fariseos o romanos quienes hacen todo el simulacro de semana santa. Como complemento hay torneo de gallos, baile y finaliza el domingo de resurrección con la quema del judas y fuegos artificiales.

El 26 de julio se festeja el día del Santo Patrono del municipio “Santa Ana”, esta fiesta se celebra con mañanitas, cohetes y repique de campanas, confirmaciones bautizos y procesión acompañada por banda de música de viento, mariachis y el adorno de la imagen es con papel de china y flores naturales, se lleva a cabo una misa con rezos, por la noche fuegos artificiales y baile popular.

La fiesta de Todos Santos es una tradición arraigada en la Sierra Alta Hidalguense o también conocida como la fiesta del Xantolo, es costumbre que tiempo antes de estos festejos engordan el “cochino” o seleccionan el palache (guajolote) para preparar la ofrenda y del día treinta de octubre al dos de noviembre realizan altares con adornos de papel de china, flores de zempoaxuchil y variedad de comidas como tamales de mole, de xala, pan, frutas de horno, chocolate, zacahuil y el tradicional arco de xantolo. El día tres, finaliza con una misa en el panteón donde todos llevan flores a sus muertos; también hay intercambio de canastas con ofrendas entre compadres y familiares.

En la mayoría de las comunidades se celebra el día doce de diciembre, día de la Guadalupana, con mañanitas, misa, cohetes, repique de campanas, adornos a la imagen

con papel de china, flores naturales y banda de música de viento, en ocasiones hay bailes, danzas y fuegos artificiales.

El día 16 de diciembre comienzan las festividades Navideñas con la primera posada, se entrega a diferentes vecinos durante nueve días a los santos peregrinos (María y José), la persona que recibe dicha posada, organiza un grupo que canta dentro de la puerta y fuera está la persona que va a entregar los santos, estos con cantos piden y dan posada, una vez entregados los santos la fiesta continúa con piñatas, reparten ponche, fruta y bolsas con dulces, colaciones y confeti.

Por lo regular como complemento de estas festividades organizan juegos deportivos, fútbol, basquetbol y otros, peleas de gallos, fuegos artificiales, presentación de bandas y danzas; esto es usando el tlanes (intercambio entre comunidades).

**Zacualtipán de Ángeles:** En el Municipio de Zacualtipán de Angeles se llevan a cabo las siguientes celebraciones:

- Fiesta del 2 de la Candelaria. - en donde se tiene por costumbre bendecir las semillas de maíz, frijol, etc., para que la cosecha sea mayor y se encienden veladoras una cada mes o cuando existe tempestad.
- Fiesta Tradicional de Carnaval. - es una de las tradiciones más antiguas que se celebra en el Municipio, los habitantes que en su mayoría son hombres se disfrazan y recorren bailando todas las calles, visitando a los vecinos, la música que los acompaña es de huapangueros o bandas de música de vientos.
- También en el Municipio se lleva a cabo la celebración de Semana Santa o Semana Mayor.
- La comida es el pescado seco o fresco, sardina y las tradicionales ensaladas de verduras.
- Día de la Santa Cruz. - la gente del Municipio y de las comunidades tienen por costumbre hacer una cruz de madera nueva, adornada con papel china o flores naturales, ésta la colocan en los pozos, en las casas y en los terrenos de siembra, acompañada de cohetes, en ocasiones con grupos musicales.
- Fiesta de San Juan Bautista. - Es una celebración que fue motivo de alegría y convivencia entre los jóvenes y adultos se congregaban en pozos para lavarse el pelo, esto según creencias es para que les creciera, llevaban antojitos y guitarras para cantar.
- La Celebración de Todos Santos. - Esta tradición de la sierra alta hidalguense es la más arraigada en el Municipio. La cual se lleva a cabo los días 30 de octubre al 3 de noviembre.



- La Fiesta Guadalupana del 12 de diciembre se celebra el día de la Virgen de Guadalupe con mañanitas, cohetes, repique de campanas, adornos a la imagen con papel, flores naturales y bandas de música de viento, en ocasiones hay baile, danza y juegos pirotécnicos.

## Monumentos históricos

**San Agustín Metzquitlán:** Podemos encontrar dentro de este rubro, la Torre del Reloj, construcción de gran belleza arquitectónica de aproximadamente 25 metros de altura, ubicándose dentro de la plaza principal; se empezó a construir en el año de 1975, gracias al presidente municipal de entonces, Primitivo Hernández Coronado, es un monumento de cantera cuyo reloj fue donado por el entonces gobernador Matías Rodríguez, dada su simpatía por el pueblo. En su parte más alta se posa una altiva águila de bronce que fue traída de la ciudad de México.

La Plaza Constitución, fue creada por decreto del H. Ayuntamiento en 1850, esta obra se planeó con bastante amplitud dada la necesidad de dar cabida a los numerosos comerciantes.

**Metztitlán:** Se encuentra el exconvento de los Santos Reyes, construido por los agustinos en el siglo XVI, posee portada plateresca, su bóveda de cañón y sus claros son grandes arcos de medio punto.

Es el más antiguo de los cuatro grandes conventos platerescos que edificaron los agustinos en la entidad.

Otro monumento característico de la región es la cárcel la cual fue construida en el siglo XVI.

Se encuentra el monumento dedicado a los Niños Héroe, el cual está ubicado en la escuela secundaria. También se encuentra una escultura llamada “la Pila Bautismal”.

**Tianguistengo:** El municipio cuenta con diferentes monumentos arquitectónicos construidos por los misioneros agustinos, situados en diferentes puntos del municipio; de los más antiguos que se tiene en la cabecera municipal es la construcción de la Iglesia que fue en el año de 1540 dedicada a Santa Ana Tianguistengo adscrita a la doctrina de Molango, la parroquia desde su construcción contó con una bóveda de cañón bien adornada, así como sacristía y bautisterio. Su primer encargado Fray Pedro de Agurto; en este lugar se encontraba un convento de San Agustín con Cura de dicha orden, como anexo un cuerpo de construcción con entrada y dos bodegas en las bajas y tres piezas altas destinadas al curato, antiguo patio y tres cuartos.

Otro de los monumentos es la Parroquia de Santo Tomás comunidad de Tlacolula; por el año de 1545 fue construida con convento de orden agustino, donde se encontraban 270 familias de nativos. Originalmente construido con techo de zacate a dos aguas y pared de rajas, después cambia su construcción de mampostería y bóveda de cañón, al lado oriente se levanta una torre, único resto del exconvento que existió en ese sitio, cuenta con una casa sacerdotal, sacristía, atrio que se utiliza como cementerio, rodeado de mampostería. Actualmente se destina al culto Católico.

Con la llegada de los misioneros agustinos, bautizan con el nombre de Santa Mónica su capilla que fue construida en el año de 1715 por Fray Juan de Alarcón y Pérez, de la orden agustina (datos tomados del archivo de la capilla).

El predio se compone de capilla, sacristía y atrio-cementerio; en la actualidad ya no se usa como cementerio. La capilla es de una sola pieza construida originalmente con techo de tejamanil y piso de cal, posteriormente cambia a tejado de lámina de zinc y piso de cemento, el campanario es de mampostería con tres campanas pequeñas de las llamadas esquilas de recién construcción (1921), una sacristía, el atrio está limitado por una barda, su conservación es buena. Actualmente se destina al culto Católico.

Existe en la comunidad de Tlacolula junto al río un lugar que le dicen El Charro, ahí se localiza una cueva-tunel que sale hasta Llamatlán a esta cueva le llaman “La Cueva del Burro” en ella han encontrado varios objetos (muñecos de barro, ollas, cazuelas, etc.), en esta misma comunidad existe un cerro que se le conoce como “Los Muñecos”, en este lugar se encuentran pinturas rupestres, en las cuales se observa el sol, la luna, las estrellas.

En Tonochintlán está una piedra que le dieron la forma de un muñeco al cual se le conoce como “Tonchi”

En la plaza principal se encuentra el monumento al cura don Miguel Hidalgo y Costilla; como héroes locales se encuentra un busto de bronce del señor Gabriel Alarcón Chargoy nacido en este lugar.

**Zacualtipán de Ángeles:** Arquitectónicos. - En el Municipio se encuentra la Parroquia de Dolores; la Capilla de Jesús Nazareno es de construcción agustina y data de 1572 y la Casa de Piedra, labrada en una roca de gran tamaño por un prófugo de la justicia a principios de siglo XVIII.

También se encuentra el Templo Parroquial Santa María de la Encarnación, su construcción data de 1734.

Históricos. - En el Municipio se encuentra el monumento a Miguel Hidalgo, en el barrio de la Garita; el monumento a los Misioneros Culturales ubicado en la calle Felipe Angeles; el monumento al Maestro ubicado en la calle Juárez y el monumento al Profr. Alfonso Hernández Morales ubicado en la calle Independencia.

## Aspectos económicos

### San Agustín Metzquitlán

Tabla IV.151 Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010

INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	% HOMBRES	% MUJERES
Población económicamente activa (PEA)(1)	3488	2504	984	71.79	28.21
Ocupada	3368	2396	972	71.14	28.86
Desocupada	120	108	12	90	10
Población no económicamente activa (2)	3779	902	2877	23.87	76.13

Notas:

(1) Personas de 12 años y más que trabajaron, tenían trabajo, pero no trabajaron o buscaron trabajo en la semana de referencia. (2) Personas de 12 años y más pensionadas o jubiladas, estudiantes, dedicadas a los quehaceres del hogar, que tenían alguna limitación física o mental permanente que le impide trabajar

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. INAFED.

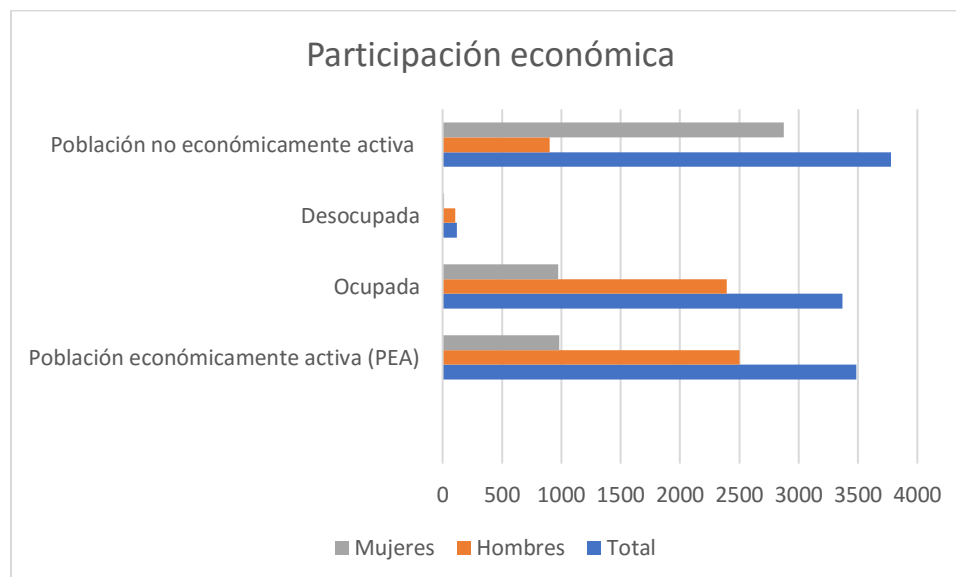


Figura IV.180 Participación económica de San Agustín Metzquitlán

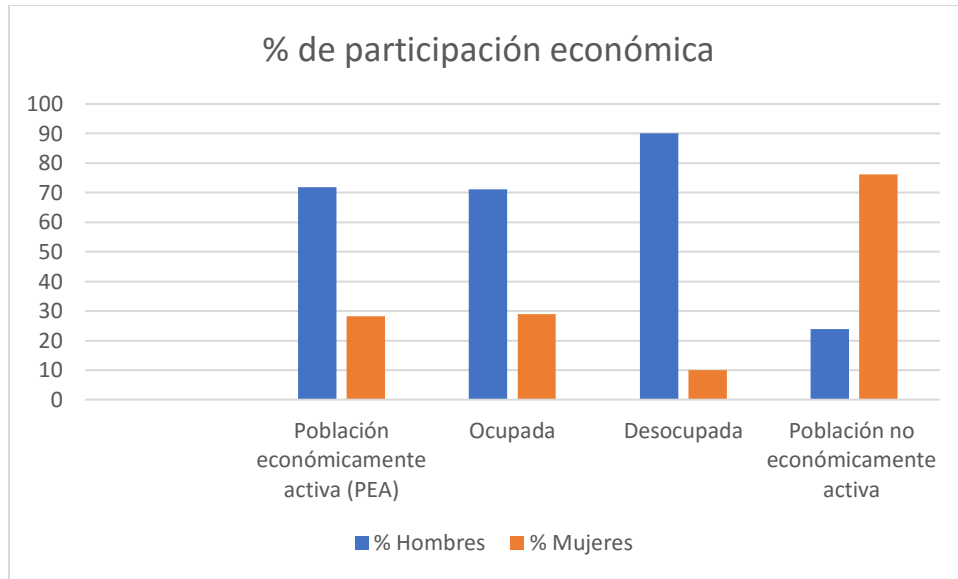


Figura IV.181 % de participación económica de San Agustín Metzquitlán

## Metztitlán

Tabla IV.152 Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010

INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	% HOMBRES	% MUJERES
Población económicamente activa	7552	5756	1796	76.22	23.78
Ocupada	6865	5141	1724	74.89	25.11
Desocupada	687	615	72	89.52	10.48
Población no económicamente activa	9214	2044	7170	22.18	77.82

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. INAFED.

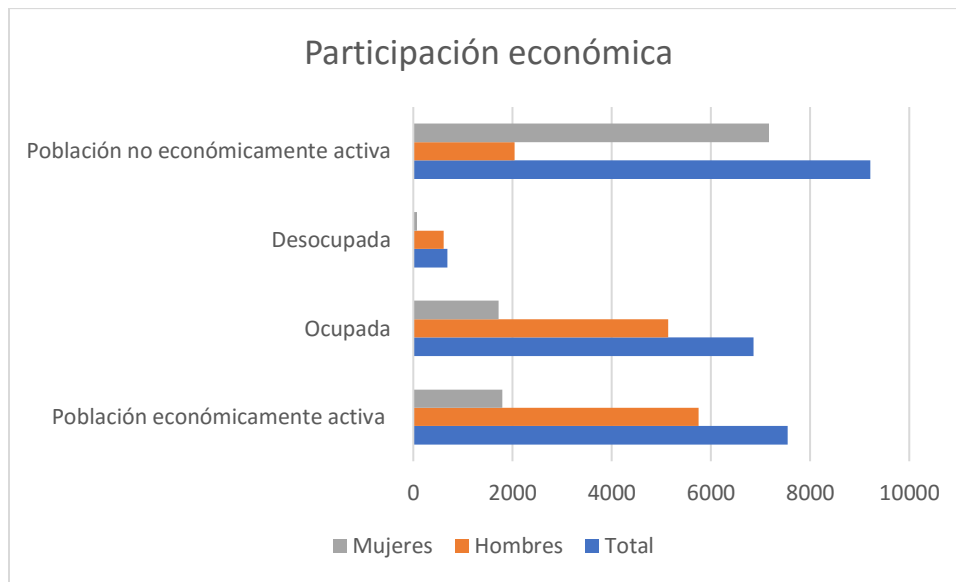


Figura IV.182 Participación económica de Metztitlán

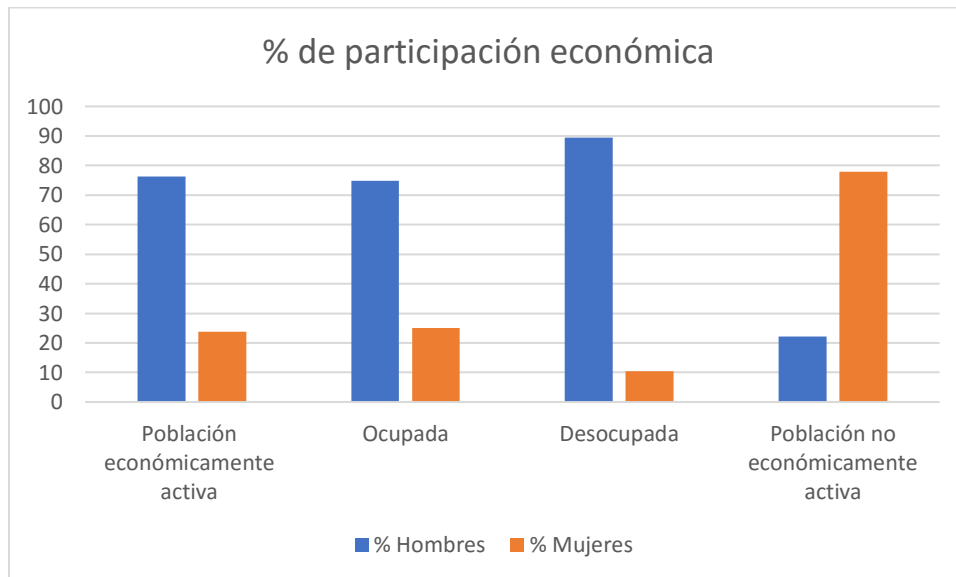


Figura IV.183 % de participación económica de Metztitlán

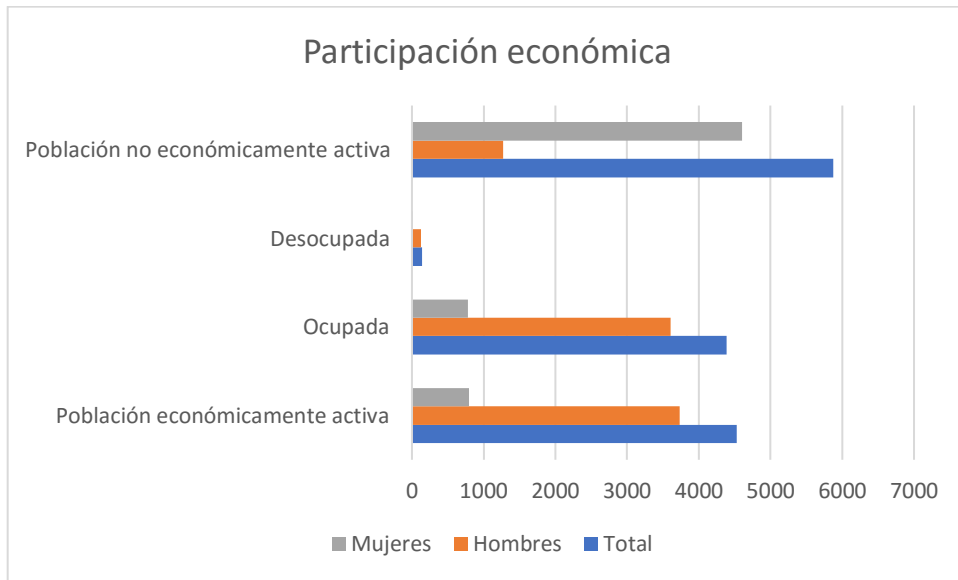
## Tiangüstengo

Tabla IV.153 Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010

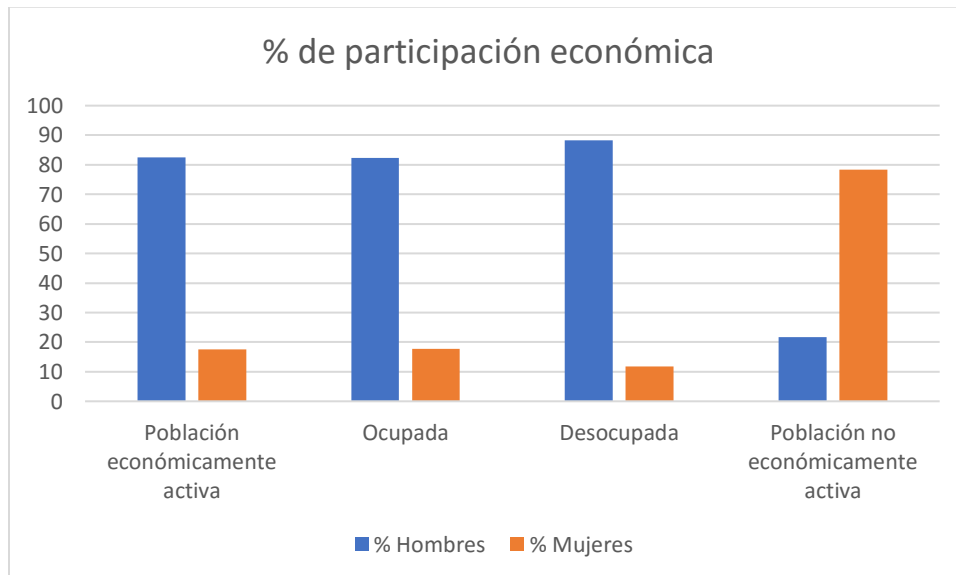
INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	% HOMBRES	% MUJERES
Población económicamente activa	4530	3736	794	82.47	17.53
Ocupada	4386	3609	777	82.28	17.72

INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	% HOMBRES	% MUJERES
Desocupada	144	127	17	88.19	11.81
Población no económicamente activa	5871	1272	4599	21.67	78.33

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. INAFED.



**Figura IV.184 Participación económica de Tianguistengo**



**Figura IV.185 % de participación económica de Tianguistengo**

## Zacualtipán de Ángeles

Tabla IV.154 Distribución de la población por condición de actividad económica según sexo, 2010

INDICADORES DE PARTICIPACIÓN ECONÓMICA	TOTAL	HOMBRES	MUJERES	% HOMBRES	% MUJERES
Población económicamente activa	12651	8617	4034	68.11	31.89
Ocupada	12253	8277	3976	67.55	32.45
Desocupada	398	340	58	85.43	14.57
Población no económicamente activa	11498	2625	8873	22.83	77.17

Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. INAFED.

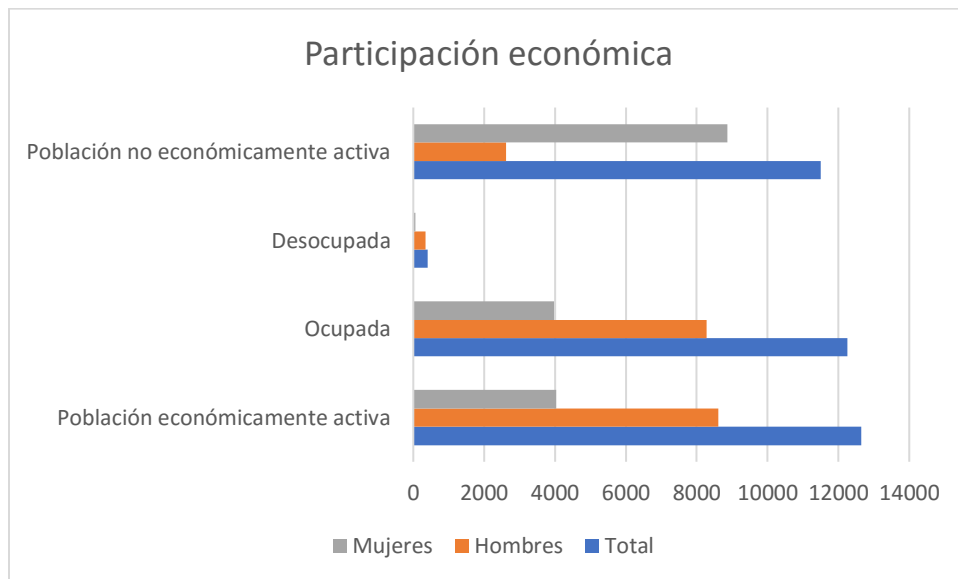
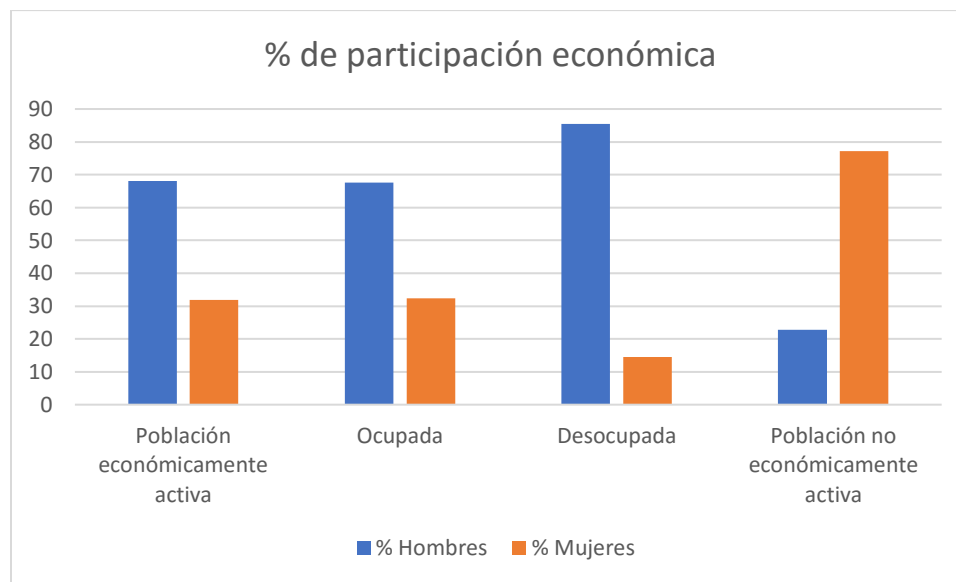


Figura IV.186 Participación económica de Zacualtipán de Ángeles



**Figura IV.187 % de participación económica de Zacualtipán de Ángeles**

#### IV.2.1.4 Paisaje.

La descripción del paisaje presenta la dificultad de encontrar una sistemática objetiva para medirlo ya que en todos los métodos propuestos existe un componente subjetivo. Sin embargo, se considerará la fragilidad visual del paisaje para evaluarlo. Para lo cual se utilizará el modelo general de fragilidad visual (Rojas y Kong, 1996), el cual analiza y clasifica los paisajes, o porciones de él, en función de una selección de los principales componentes del paisaje, dividido en 4 factores: Biofísico, Accesibilidad, Visualización y Singularidad.

La Fragilidad del Paisaje indica la vulnerabilidad o el grado de deterioro que puede experimentar un paisaje en una zona forestal, ante los cambios generados por actividades antropogénicas. Y se evalúa a partir de la acción combinada de factores de visibilidad, características naturales del paisaje y la accesibilidad del paisaje al hombre.

Por el contrario, la Capacidad de Absorción Visual es la capacidad de recibir alteraciones sin deterioro de la calidad visual. Por lo que se establece que a mayor fragilidad menor capacidad de absorción visual y viceversa:

- Fragilidad visual Alta: Baja capacidad de absorción visual
- Fragilidad visual Media: Media capacidad de absorción visual
- Fragilidad visual Baja: Alta capacidad de absorción visual



Un paisaje tiene mayor fragilidad visual cuando: es muy accesible a través de carreteras y caminos, su relieve es plano, la superficie de la cuenca visual es grande y presenta un alto número de observadores potenciales.

Para el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560” de acuerdo su área de influencia, la fragilidad de paisaje se considera alta debido a que se trata de una modernización y ampliación de un camino existente y en operación, por consecuencia se tiene una baja capacidad de absorción visual.

### Fragilidad del Paisaje

Para evaluar la fragilidad del paisaje se considerará únicamente la zona del proyecto, y se considerarán los siguientes factores:

#### Factor biofísico.

Para evaluar el factor biofísico se consideran las características de relieve y especies de vegetación presentes en el Área de Influencia para el Subsistema vial La Cañada.

**Tabla IV.155 Factor biofísico en el Área de Influencia del proyecto.**

ELEMENTOS DE INFLUENCIA	ALTA	MEDIA	BAJA
<b>Pendiente</b>	Pendientes de más de un 30 %, laderas muy modeladas, erosionadas y abarrancadas o con rasgos muy dominantes	Pendientes entre 15 y 30 %, vertientes con modelado suave u ondulados	Pendientes entre 0 y 15%, vertientes con poca variación, sin modelado y sin rasgos dominantes.
<b>Vegetación (Densidad)</b>	Cubierta vegetal discontinuo, presencia de agrupaciones aisladas, grandes espacios sin vegetación	Cubierta vegetal casi continua, con presencia de claros en el bosque	Grandes masas boscosas, 100% de ocupación de suelo
<b>Vegetación (Contraste)</b>	Cultivos monoespecíficos, escasez vegetacional,	Diversidad de especies media con contrastes evidentes,	Alto grado en variedad de especies, contrastes fuertes y gran estacionalidad

ELEMENTOS DE INFLUENCIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	contrastes evidentes	poco pero sobresalientes	no
<b>Vegetación (Altura)</b>	Vegetación arbustiva o herbácea, no sobrepasa los dos metros de altura	No hay gran altura de las masas (<metros) ni gran diversidad de estratos	Gran diversidad de estratos, alturas sobre los 20 metros

Para evaluar el factor biofísico se consideran las características de relieve y especies de vegetación presentes en la zona del proyecto, por lo que se determina que la **fragilidad visual es media-baja y por lo tanto la capacidad de absorción visual es media-alta** debido a que el terreno presenta una pendiente entre 15 y 30%, la cubierta vegetal es continua en las diferentes comunidades vegetacionales, por lo que la densidad y diversidad en los estratos es elevada, sin embargo, existen pequeños espacios con usos de suelo de tipo asentamientos humanos, por lo cual carecen de vegetación debido a las actividades antropogénicas. Por último, existen comunidades vegetacionales de bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña en las colindancias del proyecto, por esta razón se observa que el estrato arbóreo sobrepasa los veinte metros de altura.

### Factor accesibilidad.

El factor accesibilidad se evalúa a partir de las características de la cuenca visual que se tiene:

Tabla IV.156 Factor de accesibilidad en el Área de Influencia del proyecto.

ELEMENTOS DE INFLUENCIA	ALTA	MEDIA	BAJA
Visual	Percepción visual alta, visible a distancia y sin mayor restricción	Visibilidad media, ocasional, combinación de ambos niveles	Baja accesibilidad visual, vistas repentinas, escasas o breves
Tamaño de la cuenca visual	Visión de carácter cercana o próxima (0 a 300 m)	Visión media (300 a 1000 m)	Visión de carácter lejano o a zonas distantes (>1000 m)
Forma de la cuenca visual	Cuencas alargadas, generalmente	Cuencas irregulares, mezcla de ambas categorías	Cuencas regulares extensas, generalmente redondeadas

ELEMENTOS DE INFLUENCIA	ALTA	MEDIA	BAJA
	unidireccionales en el flujo visual		
Compacidad	Vistas panorámicas abiertas	Vistas simples o múltiples	Vistas cerradas u obstaculizadas

El factor accesibilidad se evalúa a partir de las características de la cuenca visual para la zona del proyecto, por lo que se determina que la **fragilidad visual del paisaje es media-baja**, por lo tanto, la **capacidad de absorción visual es media-alta**, por esta razón el área de influencia del proyecto tiene una **percepción visual alta**, visible a la distancia, está compuesta por un sistema de laderas tendidas con lomeríos, lo que ocasiona que su factor de accesibilidad se considere alto sin grandes obstáculos solamente los característicos del relieve presente, así mismo se tienen presentes vistas panorámicas abiertas.

#### Factor singularidad.

El factor singularidad se evalúa a partir de la unicidad del paisaje.

Tabla IV.157 Factor de singularidad en el Área de Influencia del proyecto.

ELEMENTOS DE INFLUENCIA	ALTA	MEDIA	BAJA
Unicidad de paisaje	Paisajes singulares, notables con riqueza de elementos únicos y distintivos	Paisajes de importancia visual pero habituales, sin presencia de elementos singulares	Paisajes comunes sin riqueza visual o muy alterado

El factor singularidad para la zona del proyecto se evalúa a partir de la unicidad del paisaje y se determina a partir de la fragilidad y la capacidad de absorción visual del paisaje. El área de influencia del proyecto está compuesta por elementos importantes de comunidades vegetacionales de bosque pino-encino, bosque mesófilo de montaña y matorral crasicaule, lo que da como resultante que el factor de singularidad sea **alto**.

## Unidades de paisaje.

En el Programa de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo se realizó la regionalización de las unidades ecológicas de acuerdo a las zonas terrestres presentes en el estado, para el área de influencia del proyecto la descripción temática es la siguiente:

**Tabla IV.158 Descripción temática de Unidades Ambientales para el Área de Influencia**

UNIDADES DE LA REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA	POTENCIALES						USO ACTUAL	COMPATIBILIDAD DE USO
	AGRÍCOLA	PECUARIO	FORESTAL	MINERO	ECOLÓGICO	TURÍSTICO		
<b>2.3.3.</b> Montañas altas (1700- 2500 m) volcánicas, formadas por rocas extrusivas; basaltos, tobas ácidas, brechas y vulcanitas con pinares, pinencinares, focos de agricultura temporal y matorral xerófilo sobre feozem háplico, litosoles y regosoles.	Bajo	Bajo	Alto	Bajo	Alto	Alto	Bosques, rotestal, matorrales y agricultura de temporal.	Compatible
<b>2.3.4.</b> Mesetas, altiplanos y valles volcánicos (1700-3000m) formados por basaltos y vulcanitas en parte cubiertos por aluvios con agricultura temporal, pastizales, agricultura de riego y matorral xerófilo sobre feozem háplico y calcárico, vertisoles, rendzinas y litosoles.	Alto	Alto	-	-	Bajo	Bajo	Agricultura de temporal, de riego, pastizales y matorrales.	Compatible

UNIDADES DE LA REGIONALIZACIÓN ECOLÓGICA	POTENCIALES						USO ACTUAL	COMPATIBILIDAD DE USO
	AGRÍCOLA	PECUARIO	FORESTAL	MINERO	ECOLÓGICO	TURÍSTICO		
<b>2.4.2.</b> Montañas altas (1700-2500 m) estructuro-denutivas, formadas por calizas cristalinas y en ocasiones lititas con bosque mesófilo, pinares naturales densos, pin-encinares, pastizales y focos de agricultura temporal sobre rendzinas, litosoles y regosoles eútico.	Bajo	Bajo	Alto	Medio	Alto	Alto	Bosques, forestal, pastizales y agricultura de temporal.	Compatible

Para evaluar el Potencial de Paisaje en el área de influencia del proyecto, es necesario partir de la definición del concepto. El Potencial de Paisaje puede definirse entonces como la capacidad productiva, informativa y regulativa de los paisajes según la asociación de determinadas posibilidades y condiciones actuales para diferentes tipos de utilización, con el objetivo de satisfacer las necesidades de la sociedad (Salinas, Ed., 1991). Habiendo definido este concepto se determinó la potencialidad del paisaje y sus aptitudes para usos y actividades principales del territorio de acuerdo a las propiedades del suelo:

**Terrenos con potencial forestal.** Se definen cuatro clases de capacidad de uso, en función de los tipos de utilización que se pueden implantar para aprovechar adecuadamente la vegetación natural dominante en un terreno.

- **Clase F1.** Terrenos que permiten una explotación forestal con propósitos industriales, comerciales y para uso doméstico.
- **Clase F2.** Terrenos que permiten una explotación forestal con propósitos comerciales y para uso doméstico.
- **Clase F3.** Terrenos cuya vegetación natural puede ser aprovechada sólo para uso doméstico.

- **Clase F4.** Comprende a los terrenos que no son aptos para llevar a cabo ningún tipo de uso o explotación forestal, por estar desprovistos de vegetación natural aprovechable.

**Terrenos con potencial agrícola.** Corresponden a aquellas áreas en las que la precipitación media anual es igual o superior a 60 mm; la pendiente es menor del 6%, y los suelos son fértiles y ricos en materia orgánica y nutrientes, para el área de influencia se tiene la aptitud es de medio a bajo.

**Terrenos con potencial pecuario.** Para el área de influencia se tiene que la aptitud es media ya que se trata de zonas con limitación por erosión, implicando una mayor inversión económica para el desarrollo de la actividad agrícola, por lo que las condiciones son más adecuadas para el desarrollo de pastizales.

### IV.3 Diagnóstico ambiental.

#### IV.3.1 Descripción de la estructura y función del Sistema Ambiental Regional.

El Sistema Ambiental Regional se localiza en la Región Hidrológica 26 del río Pánuco, en la cuenca Río Laja (12H), subcuencas del río Metztlán y río Calabozos, microcuencas de los ríos del Arroyo El Zarco, el río Panotlán y el Amalae. De acuerdo a sus características geohidrológicas, se identifican dos acuíferos dentro del SAR; el acuífero Metztlán y el Calabozo, pertenecientes a la cuenca Río Moctezuma. En el Sistema Ambiental Regional se presentan el clima Templado húmedo C(fm), Templado subhúmedo C(w<sub>0</sub>)(w), Templado húmedo C(m), Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w<sub>2</sub>), Semicálido, templado húmedo (A) C (fm), Semiseco Templado BS1 k w (w) y Semiseco Semicálido BS<sub>0</sub>hw.

Fisiográficamente el Sistema Ambiental se ubica en la provincia denominada Sierra Madre Oriental, caracterizada por presentar una topografía abrupta representada por sierras altas y profundos cañones, constituidas principalmente por rocas sedimentarias marinas de composición predominantemente calcárea y arcillosa de edad Triásico–Cretácico, afectadas en general por una tectónica compresiva-distensiva, en donde se desarrollaron fuertes plegamientos, cabalgaduras, fallamientos inversos, fallas normales y fracturas asociadas. Las unidades litológicas presentes son, aluvial, basalto, caliza, caliza-lutita, lutita-arenisca, arenisca-conglomerado y toba ácida.

En este sistema se presentan suelos con un alto contenido de carbonatos derivados de calizas por la acción de la precipitación y la temperatura; compuestos por

asociaciones de principalmente de Acrisol ortico (Ao), Cambisol vértico (Bv), Feozem háplico (Hh), Fluvisol calcárico (Jc), Luvisol crómico (Lc), Luvisol férrico (Lf), Luvisol órtico (Lo), Regosol calcárico (Rc), Regosol dístrico (Rd), Regosol éutrico (Re), Rendzina y Vertisol pélico (Vp).

Las comunidades vegetacionales que se presentan en el SAR son:

- Asentamientos humanos. En el SAR se tiene una superficie de 647.69 ha, de las cuales, 0.94 ha serán afectadas por el proyecto.
- Bosque Mesófilo de Montaña. En el SAR se tiene una superficie de 6529.19 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Bosque de Pino. En el SAR se tiene una superficie de 2212.59 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Bosque de Pino - Encino. En el SAR se tiene una superficie de 5666.64 ha, de las cuales, 8.92 ha serán afectadas por el proyecto.
- Bosque de Encino. En el SAR se tiene una superficie de 552.61 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Bosque de Encino - Pino. En el SAR se tiene una superficie de 472.5 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Cuerpo de agua. En el SAR se tiene una superficie de 42.67 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Matorral Crasicaule. En el SAR se tiene una superficie de 17.77 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Matorral Submontano. En el SAR se tiene una superficie de 2358.84 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Pastizal cultivado. En el SAR se tiene una superficie de 4627.52 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.
- Pastizal inducido. En el SAR se tiene una superficie de 3249.73 ha, que no se verán afectadas por el proyecto.

- Agricultura de riego anual. En el SAR se tiene una superficie de 839.04 ha, que no se verán afectadas por la realización del proyecto.
- Agricultura de temporal anual. En el SAR se tiene una superficie de 5114.96 ha, que no se verán afectadas por la realización del proyecto.
- Agricultura de temporal anual y permanente. En el SAR se tiene una superficie de 607.68 ha, que no se verán afectadas por la realización del proyecto.
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. En el SAR se tiene una superficie de 572.92 ha, de las cuales, 0.73 ha serán afectadas por el proyecto.
- Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña. En el SAR se tiene una superficie de 65.48 ha, de las cuales, 4.64 ha serán afectadas por el proyecto.
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino. En el SAR se tiene una superficie de 310.73 ha, que no se verán afectadas por la realización del proyecto.
- Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino. En el SAR se tiene una superficie de 120.04 ha, que no se verán afectadas por la realización del proyecto
- Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule. En el SAR se tiene una superficie de 124.86 ha, de las cuales, 1.60 ha serán afectadas por el proyecto.

En el área del proyecto se distinguen las siguientes comunidades vegetacionales: bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule y vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña. Siendo el bosque de pino-encino la vegetación más predominante a lo largo del subtramo carretero, este bosque llega a rebasar los 12 m, el estrato arbóreo está dominado por *Pinus sp.*, aunque existen manchones en que la dominancia cambia hacia *Quercus sp.* Otros árboles asociados son *Alnus acuminata.*, *Arbutus glandulosa* y *A. xalapensis*. La composición florística del bosque tiene afinidades predominantemente holárticas o boreales.

Es importante resaltar que **en el área de afectación de proyecto no se registra ninguna especie listada** en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010 que determina las especies y subespecies de flora en peligro de extinción, amenazadas, raras



y las sujetas a protección especial; que establece especificaciones para su protección, publicado en el Diario Oficial de la Federación En el Sistema Ambiental Regional, sin embargo en el Sistema Ambiental Regional **si se registran especies** bajo algún estatus.

**Dentro del SAR, las especies de flora se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo los siguientes estatus, son:**

**Amenazada.**

*Psilotum complanatum*

*Tillandsia imperialis*

*Fagus grandifolia subsp. mexicana*

*Magnolia schiedeana*

**Protección Especial.**

*Ostrya virginiana*

*Aporoctus flagelliformis*

*Echinocactus platyacanthus*

*Ferocactus histrix*

*Cyathea fulva*

*Laelia speciosa*

**Peligro de extinción.**

*Aporoctus flagelliformis*

*Litsea glaucescens*

**Dentro del SAR, las especies de fauna se encuentran listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 bajo los siguientes estatus, son:**

**Amenazada.**

Anfibios y reptiles

*Charadrahyla taeniopus*

*Scincella silvicola*

*Leptophis diplotropis*

*Leptophis mexicanus*

Aves

*Ramphastus sulfuratus*

Mamíferos

*Choeronycteris mexicana*

*Leptonycteris nivalis*

*Peromyscus boylii*

*Peromyscus leucopus*

*Galictis vittata*

*Potos flavus*

**Protección especial.**

Anfibios y Reptiles

*Craugastor decoratus*

*Eleutherodactylus verrucipes*

*Lithobates berlandieri*

*Rhinophrynus dorsalis*

*Bolitoglossa platydactyla*

*Chiropetrotriton chondrostega*

*Abronia taeniata*

*Barisia imbricata*

*Basiliscus vittatus*

*Corytophanes hernandesii*

*Laemactus serratus*

*Sceloporus grammicus*

*Scincella gemmingeri*

*Tantilla rubra*

*Tropidodipsas sartorii*

Aves

*Xenotriccus mexicanus*

*Myadestes occidentalis*

*Crypturellus cinnamomeus*

*Micrastur semitorquatus*

*Accipiter striatus*

Mamíferos

*Microtus quasiater*

**Peligro de extinción.**

Anfibios y reptiles

*Lithobates johni*

Aves

*Catharus mexicanus*

Sin embargo, el desarrollo del proyecto no afectará estas especies ya que las áreas de distribución para las especies corresponden al Sistema Ambiental Regional.

Para el área de influencia se tiene que la fragilidad de paisaje se considera media-baja y una capacidad de absorción visual media-alta, debido a que la modernización y ampliación del proyecto se realizará en una zona conservada de bosque de pino-encino y bosque mesófilo de montaña, sin embargo, el proyecto se desarrollará sobre una carretera ya existente y en operación. Además, en el factor biofísico se tiene que es alto ya que se tiene un sistema de laderas tendidas con lomeríos, lo que ocasiona que su factor de accesibilidad se considere alto sin grandes obstáculos solamente los característicos del relieve presente, así mismo se tienen presentes vistas panorámicas abiertas con aptitud para uso potencial de tipo forestal, ecológico, turístico de agricultura y pecuario.

El proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, no se encuentra dentro de ninguna Región Terrestre Prioritaria, así mismo no se ubica en alguna de las Áreas importantes para la Conservación de las Aves (AICAS). Sin embargo, es importante mencionar que de acuerdo con la CONANP, entre las colindancias del proyecto se encuentra la ANP “Reserva de la biósfera Barranca de Metztitlán”.

Dentro del trazo y en los terrenos adyacentes a los subtramos carreteros se presentan suelos con uso para asentamientos humano, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule. Entre las colindancias del proyecto se encuentra un cuerpo de agua, en el subtramo que va del km 89+000 al km 94+920.

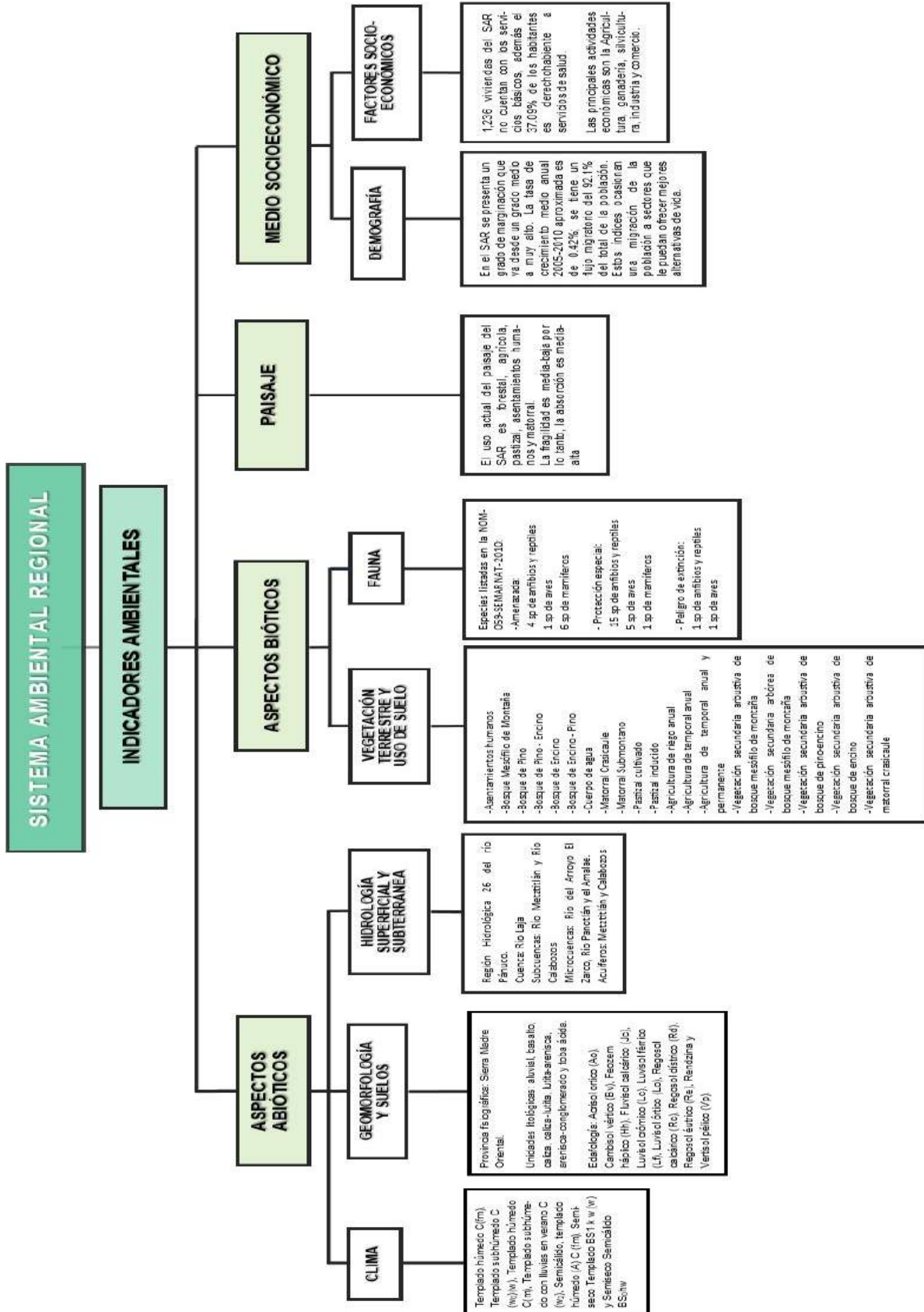
El Sistema Ambiental Regional del proyecto tiene una extensión de 341,335,292.147 ha, las cuales, abarcan parte de cuatro municipios del estado de Hidalgo. Desacuerdo al anuario estadístico y geográfico del estado de Hidalgo, el municipio de San Agustín Metzquititlán cuenta con una población de 9,437 habitantes, mientras que Metztitlán 20,111 habitantes, Tianguistengo 15,122 habitantes y Zacualtipán de Ángeles 34,720 habitantes. con un grado de marginación muy alto y alto para Tianguistengo, alto para Metztitlán y medio para Zacualtipán de Ángeles y San Agustín Metzquititlán.

La población económicamente activa representa el 35.55% y la población económicamente no activa el 38.24% de la población total del Sistema Ambiental Regional, de las cuales el 97.19%. En los municipios de San Agustín Metzquititlán y

Zacualtipán de ángeles hay 4,275 personas derechohabientes y 7,170 sin derecho a servicios de salud.

### **Síntesis del inventario**

A continuación, se presentan la síntesis del inventario ambiental en forma de diagrama de bloques, lo que permitirá resumir los aspectos abióticos, bióticos, del paisaje y del medio socioeconómico del Sistema Ambiental Regional para posteriormente ser evaluados los impactos ambientales que ocasionarán las actividades del proyecto.



## **Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.**

La mayor fuente de cambios en el uso del terreno, desde antaño en los dos municipios, proviene del crecimiento de los asentamientos humanos, y zonas de agropecuarias. Las localidades de El Banco, El Enzuelado, La Obsidiana, La Mojonera, Los Pinos, Benito Juárez y la cabecera municipal de Zacualtipán, así como, diferentes comunidades del municipio de San Agustín Metztlán, han elevado en la cantidad de habitantes, de acuerdo con la encuesta intercensal 2015 de INEGI, el municipio de Zacualtipán de Ángeles tiene una tasa de crecimiento del 6.57% por lustro, lo que significa una creciente demanda de asentamientos humanos en los últimos años, concentrada en su gran mayoría en las localidades de la cabecera municipal. En una proporción considerable, este crecimiento se ha dado sobre áreas de vegetación secundaria arbustiva y arbórea de bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino y vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, afectando la distribución de las especies fragmentando ecosistemas.

### **Elementos vegetacionales primarios.**

La comunidad vegetal predominante corresponde a bosque mesófilo de montaña que en total suman 6,529.19 ha representado un 19.13% de la superficie del SAR, seguido de bosque de pino-encino con una superficie dentro del SAR de 5,666.64 ha que representa el 16.60% del mismo. Destacan también 2,358.84 ha de matorral submontano y en menor proporción, matorral crasicaule con 17.77 ha.

En el Sistema Ambiental Regional actualmente estos sistemas ya se encuentran alterados por actividades antrópicas de agricultura de temporal y riego, así como pastizal inducido y asentamientos humanos. Los elementos vegetacionales que se verán afectados por el proyecto son **8.92 ha de bosque de pino-encino** que equivale al **0.157 % de la superficie del SAR**, **4.64 ha de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña** que corresponde al **7.086 % de la superficie del SAR**, **0.73 ha de vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña** que concierne al **0.127 % del SAR** y **1.60 ha de matorral crasicaule** que equivale al **1.28 % del SAR**.

Estos cambios de la vocación original son producto de los usos de suelo presentes en esta área del tramo carretero que corresponden a:

- Asentamientos humanos

## Suelo

El suelo es otro recurso muy presionado por diferentes factores. El cambio en el uso suelo es una de las acciones que afecta y seguirá afectando de manera directa la vocación natural del suelo en el Sistema Ambiental Regional. Principalmente el suelo para uso agrícola- pecuario y asentamientos humanos de los alrededores y áreas cercanas a la zona del proyecto, sin embargo, **no existirá** erosión hídrica con el proyecto debido a que el uso de suelo corresponderá a zona urbana (tramo carretero) en toda la superficie sujeta a CUS.

Otros factores que afectan al suelo en el Sistema Ambiental Regional son la deforestación (a través de la explotación forestal), la explotación de especies vegetales utilizadas con fines de autoconsumo para construcción, habilitación y combustible doméstico, así como la afectación por el incremento de los riesgos erosivos.

## Biodiversidad (flora y fauna)

Para la mayoría de las personas que habitan el estado es difícil percibir el grado de afectación que se da a los ecosistemas y particularmente a algunos de sus componentes, el efecto que se tendrá en los márgenes del camino en la realización del proyecto se tiene una disminución temporal de sitios de alimentación.

El área del proyecto está caracterizada por la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña.

La vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule presenta numerosos elementos mamillaria, mimosas, acacias y opuntias que proveen de alimento y refugio. Mientras que, el bosque de pino-encino es la comunidad es la mejor conservada de los diferentes subtramos carreteros. Está dominada por el estrato arbóreo de pino y encino mismos que ejercen una influencia en la composición orgánica del suelo y desarrollo de las especies del sotobosque, sin embargo, destaca la abundancia de pastizales y helechos. Dentro de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña las condiciones de humedad favorecen de una forma importante la abundancia de helechos, que es una comunidad numerosa. La cobertura arbórea cerrada mantiene una tasa de humedad constante. Finalmente, el número elevado de helechos y gramíneas en la vegetación secundaria arbustiva del Bosque mesófilo de montaña es indicativo de este tipo de comunidad.

En los subtramos carreteros se observan cambios significativos en la modificación de la estructura de sus elementos naturales originales, estos cambios son: el incremento de especies invasoras, como la zarzamora, en el mesófilo secundario arbóreo y arbustivo, el predominio de algunas especies por la modificación de la estructura original de los bosques y matorral y presencia de pastizales, originado por el mantenimiento de la carretera.

Los diferentes géneros muestran un patrón de distribución uniforme respecto a las superficies de la comunidad. Siendo la comunidad de bosque de pino-encino la mayor afectada con 120,554 individuos, dentro de la cual destaca la especie de *Pinus patula* con 10,057 individuos a remover, seguida de la comunidad vegetal de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con 119,932 individuos, donde destaca *Parapolystichum glabellum* con 22,504 individuos, detrás de esta, encontramos a la otra comunidad de bosque mesófilo de montaña de vegetación secundaria dominada con 18,987 individuos a remover, entre los cuales destacan los pastos con 5,081 individuos. Finalmente, los individuos desplazados para la comunidad de la vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule son 4,104, destacando *Mammillaria magnimamma* con 1,232 individuos.

La fauna registrada del Sistema Ambiental Regional muestra al igual que la vegetación una diversidad singular, sin embargo, actualmente los sistemas ecológicos se encuentran fuertemente perturbados y sólo están presentes fragmentos remanentes de la vegetación original, esto se debe al desarrollo de las actividades agropecuarias, asentamientos humanos y sobreexplotación de los recursos que origina cambios en la abundancia, diversidad y distribución de los organismos nativos. Las zonas de mayor altitud se encuentran mejor conservadas donde se encuentra un número importante de mamíferos, aves, reptiles, anfibios y una gran variedad de insectos.

Las áreas más seguras donde se desplazará la fauna, resultado del proyecto **“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”**, son:

- Áreas aisladas y mejor conservadas de las diferentes comunidades vegetacionales.
- Laderas y cañadas de difícil acceso dentro de la topografía de la zona
- Áreas de pastizales y zonas agrícolas.



## Capacidad productiva del Paisaje

La capacidad productiva del paisaje para el Sistema Ambiental Regional en lo concerniente a la agricultura y pecuario presenta un potencial bajo a alto, mientras su potencial forestal es alto, lo cual concuerda con su uso actual de suelo predominante para: bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, pastizal cultivado, agricultura de temporal anual, pastizal inducido, matorral submontano y bosque de pino, mientras que el uso de suelo menos representativo lo ocupa la agricultura de riego anual, asentamientos humanos, agricultura de temporal anual y semipermanente, vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y matorral crasicaule.

## Infraestructura y servicios

En el área del proyecto la infraestructura de la red carretera corresponde la carretera federal 105 Pachuca-Huejutla, la cual consta de 260 km de longitud, de los cuales, 216 km se encuentran en el estado de Hidalgo y 44 km en el estado de Veracruz. Por lo que conecta la región metropolitana del estado con la región de la huasteca Hidalguense debido a que pasa por los municipios de Pachuca de Soto, Mineral del Monte, Omitlán de Juárez, Atotonilco el Grande, San agustín Metzquititlán, Zacualtipán de Ángeles, Molango, Lolotla, Ixtlahuaco, Acatipa y Huejutla de Reyes. Por lo anterior, es importante realizar la modernización y ampliación de los caminos existentes y en operación, para poder incrementar el intercambio de bienes y servicios a la población, además de acortar los tiempos de traslado de los habitantes y incrementar la seguridad. Otro punto de referencia en este apartado es la falta de control de residuos sólidos municipales y domésticos que generan problemas de sanidad e higiene en algunas de las localidades del SAR, generando la propagación de enfermedades y provocando la contaminación de pozos, ríos y manantiales por lixiviación, ya que es la principal fuente de suministro del recurso agua.

### IV.3.2 Evaluación del diagnóstico ambiental

Para realizar el diagnóstico ambiental se ha tomado como marco conceptual el modelo de **Presión – Estado – Respuesta (PER)**, establecido por la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), el cual se basa en el concepto de causalidad: las actividades humanas ejercen presiones en el ambiente, cambiando la cantidad y calidad de los recursos naturales en su estado natural. La sociedad responde

a estas variaciones implementado respuestas ambientales, económicas y sociales, que buscan corregir las tendencias negativas detectadas. Estas respuestas (medidas) se dirigen con carácter cautelar, contra los mismos mecanismos de presión, o bien, con carácter corrector, directamente sobre los factores afectados del medio, como consecuencia se supone, o espera, una mejoría del estado del medio ambiente. Lo anterior con la finalidad de representar o conceptuar la realidad siguiendo tres parámetros básicos que son:

**Indicadores de Presión.** Están relacionadas con las actividades humanas efectuadas sobre el ambiente incluyendo los recursos naturales. Se incluyen las presiones indirectas, que actúan dirigiendo el comportamiento de algunos aspectos ambientales, así como las presiones directas.

**Indicadores de Estado.** El Estado o las condiciones ambientales se relacionan con la calidad del ambiente, sus efectos o impactos, y la calidad y cantidad de los recursos naturales, así como aspectos de calidad de vida y salud.

**Indicadores de Respuesta.** Muestran el grado en el cual la sociedad responde a las preocupaciones ambientales a través de políticas ambientales, económicas y sociales, y a través de cambios en su conciencia y comportamiento. Se refieren a acciones colectivas y reacciones que intentan: mitigar, adaptar o prevenir efectos negativos en el ambiente; detener o revertir el daño ambiental ya infringido, y preservar o conservar la naturaleza y sus recursos.

Estos parámetros se presentan con las siguientes características en el SAR:

### ***Indicadores de Presión.***

Actividades como la agricultura de temporal y riego, así como la inducción de pastizales y áreas para asentamientos humanos han repercutido directamente en la reducción de la cubierta vegetal por cambio de uso de suelo y prácticas de deforestación, así como la explotación de los recursos naturales maderables, quebrantan los recursos bióticos, el paisaje y la calidad atmosférica del SAR.

El desarrollo y nivel de vida que pueden alcanzar las localidades del SAR dependen, en gran medida, de la riqueza y el aprovechamiento racional de los recursos naturales que poseen. De manera antagónica, muchas actividades y procesos que conllevan a lograr estos beneficios han impactado de una manera directa en los recursos naturales, causando su degradación.

Se puede observar que el crecimiento poblacional en el SAR ocasiona que los tiempos de traslado se incrementen por el tipo de vías de comunicación que cuenta, así como la disminución en la seguridad vial que presentan, y por consecuencia se vea disminuido el intercambio de bienes y servicios.

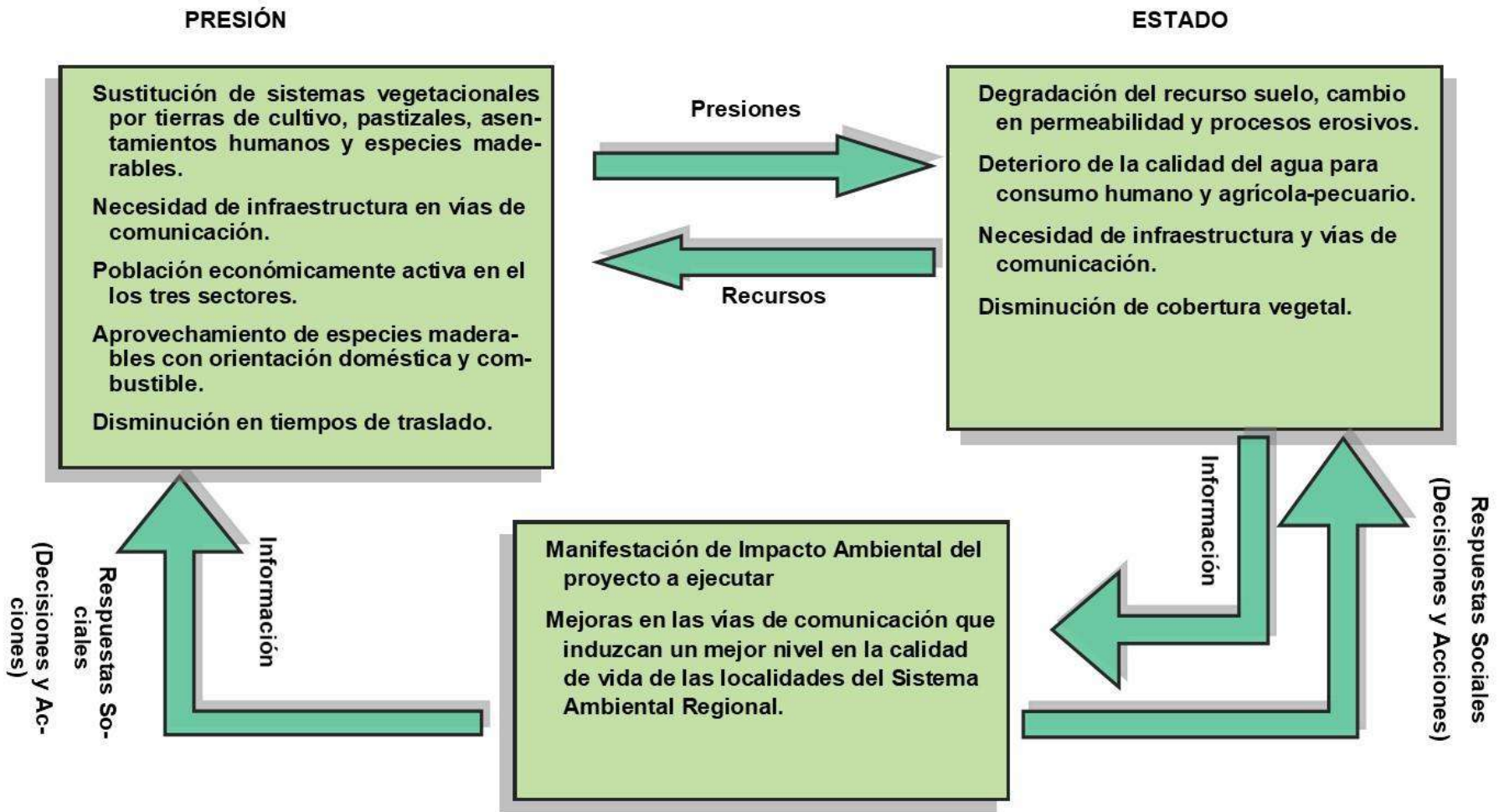
### ***Indicadores de Estado.***

La población que se desarrolla en el SAR es urbana y rural, se encuentra en crecimiento poblacional demandan superficie a ocupar de forma constante, así como un suministro de agua potable y drenaje; estas condiciones afectan la calidad del agua disponible y modifican la vocación del suelo, por la eliminación de cobertura vegetal original y finalmente un aumento en el uso inadecuado de los recursos.

Los habitantes del Sistema Ambiental Regional desarrollan la actividad de la agricultura de temporal y de riego, así como la inducción de pastizales, por lo que han sustituido áreas de matorral xerófilo, además de modificar las áreas forestales con la plantación de especies maderables para su aprovechamiento. Estas actividades han alterado este recurso de forma irreversible modificando sus permeabilidades y provocando la erosión progresiva de los mismos, que afecta también la calidad de los cuerpos de abastecimiento de agua que existen el SAR.

### ***Indicadores de Respuesta.***

La modernización y ampliación de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560; subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560, surge como contestación a las necesidades de infraestructura en vías de comunicación que existen en el Sistema Ambiental Regional. Sin embargo, esta mejora en servicios de infraestructura implica diversas actividades de preparación, construcción y operación que repercuten e impactan de manera irreversible y/o de forma sustancial al medio físico y biótico. Por esta razón es imprescindible contar con un estudio o manifestación de impacto ambiental que permita establecer medidas de mitigación para prevenir, minimizar o inhibir los impactos negativos que genere la ejecución de la obra. De igual forma el estudio de impacto ambiental puede considerarse como una herramienta que asegure que las transiciones biofísicas que puedan generarse por implementación de nueva infraestructura no pongan en riesgo el desarrollo sustentable del medio biofísico para futuras generaciones, aportando de este modo progresos en la calidad de vida de los habitantes del SAR.



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

### V.1. Identificación de impactos.

Una vez analizada la estructura del Sistema Ambiental Regional (SAR), detectadas las áreas y componentes ambientales críticos, realizado el diagnóstico ambiental, así como los procesos de cambio y tendencias, en este sentido, la estructura y funciones del SAR puede ser modificada por impactos ocasionados en algún componente ambiental, para asegurar que todos los factores ambientales que contiene el SAR sean incluidos en el análisis.

El desarrollo del proyecto del **“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”** con ubicación en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, genera diversos impactos sobre las Características físicas y químicas; Factores bióticos; Factores culturales; Relaciones Ecológicas; y Otros, tanto en sus etapas de Preparación del sitio; Construcción; Operación y mantenimiento. En función del tipo de actividad y/u obra así como de las características ambientales y área de influencia, los impactos hacia el medio ambiente pueden ser de diversa magnitud e importancia.

La evaluación de impactos ambientales del proyecto contribuirá a:

- I. Detener procesos degenerativos.
- II. Evitar problemas ecológicos.
- III. Aumentar la calidad de vida y su entorno.
- IV. Mejorar el proyecto.

Para ser de utilidad, los indicadores deben cumplir los criterios ambientales de evaluación: carácter, intensidad, temporalidad, ocurrencia, reversibilidad, mitigación y extensión. Considerando lo anterior, para la elaboración del análisis, se identificaron y seleccionaron los indicadores de impacto más representativos para valorar los efectos de las acciones relacionadas con el desarrollo del proyecto.

Para identificar los impactos que el proyecto generará sobre el entorno donde se ubicará, es necesario determinar en primer término, las acciones que debido a la ejecución

del proyecto van a actuar sobre el medio ambiente y después se detallarán cuáles son los componentes ambientales que puedan verse afectadas por dichas acciones. Para el proyecto se consideran 3 etapas en las cuales se distinguen las siguientes fuentes de cambio o acciones de proyecto.

1. *Etapas de Preparación del Sitio.*

- Limpieza, trazo y nivelación.
- Desmonte y despalme.
- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Transporte y disposición de material producto de la limpieza.

2. *Etapas de Construcción.*

- Cortes, excavaciones y rellenos.
- Preparación de la cama de corte y cuerpo de terraplén.
- Colocación de la capa subrasante, sub-base y base hidráulica.
- Riegos asfálticos y colocación de la carpeta asfáltica.
- Obras complementarias.
- Colocación de señalamientos y pintura.
- Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.
- transporte y disposición del material producto de corte y excavación.

3. *Etapas de Operación y Mantenimiento.*

- Circulación de vehículos automotores.
- Mantenimiento y conservación de la carretera.
- Mantenimiento a obras complementarias, señalización y pintura.

No se considera etapa de abandono, por lo que una vez terminada la vida útil del proyecto se llevará a cabo su rehabilitación o sustitución.

Posteriormente, con el objeto de definir adecuadamente los impactos negativos que se pueden causar en la zona del proyecto, es necesario determinar los daños potenciales que generará el desarrollo del proyecto.

Actualmente, en el Sistema Ambiental Regional (SAR) existe ya un deterioro, debido al cambio de uso de suelo forestal a suelo agrícola, pecuario y a la presión antropogénica. En el área de proyecto, la preservación de las comunidades vegetacionales

muestran un regular estado de conservación, resultado de las acciones antrópicas a las márgenes de la carrera, donde se observa la dominancia de especies herbáceas y arbustivas. Además de veredas, el paso continuo de animales domésticos y el depósito de residuos sólidos.

El proyecto de *“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”*, incrementará la modificación de la estructura vegetal por la pérdida de su cobertura, y se estima que la superficie de total de afectación será de 16.83 ha, donde la mayor parte de la superficie corresponde a bosque de pino – encino con 9.46 has, seguido de la Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con 5.04 ha, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule con 1.60 ha y 0.73ha de vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña; lo que corresponde al 9.271% de la superficie del SAR, produciendo impactos residuales al entorno del proyecto.

Derivado de la disminución en la cobertura de la vegetación, el suelo es susceptible a la erosión eólica o hídrica, por lo que el proyecto contribuirá con este proceso de deterioro del suelo, sin embargo, sólo será en las áreas de afectación mencionadas. Así mismo, se verá afectado el paisaje por la pérdida de vegetación forestal. A pesar de que ambientalmente contribuirán al deterioro del Sistema Ambiental Regional, el área del proyecto se encuentra actualmente impactada por las actividades antrópicas en los predios colindantes a la zona como son el uso de suelo urbano y las vías de comunicación.

En el Sistema Ambiental Regional se reportan especies florísticas que se encuentran listadas bajo alguna categoría de riesgo, según la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, en área del proyecto no se observó la presencia de ninguna especie bajo alguna categoría.

Así mismo, derivado de las actividades constructivas a realizar, se generarán residuos sólidos urbanos y residuos sólidos peligrosos, además de que se producirán emisiones contaminantes, aunque en pequeñas cantidades.

Referente a los factores sociales, la realización del proyecto no sólo permitirá disminuir los tiempos de traslado entre las localidades y municipios, sino que contribuirá a la reducción de las condiciones de marginación, mediante mejores oportunidades para introducir los servicios básicos, infraestructura en salud y educación, así como la comercialización de sus productos agrícolas, ganaderos y artesanales en centros de comercio de los municipios vecinos.

Además, con la realización del proyecto, se demandará mano de obra calificada y no calificada, generando un efecto positivo si se emplea a la población local, coadyuvando de esta manera a mejorar su nivel de ingresos de manera temporal.

Por lo tanto, es indispensable evaluar el proyecto en términos de integración con su entorno y tomar las medidas preventivas necesarias para mitigar los efectos adversos de las actividades de ampliación y modernización del tramo carretero sobre el área del proyecto, el área de influencia del mismo y sobre el Sistema Ambiental Regional.

### **V.1.1. Metodología para identificar y evaluar los impactos ambientales.**

Numerosos tipos de métodos han sido desarrollados y usados en el proceso de evaluación de impacto ambiental. Sin embargo, ningún tipo de método por sí solo, puede satisfacer la variedad y tipo de actividades que intervienen en un estudio de impacto, por lo que, el tema clave está en seleccionar adecuadamente el método más apropiado para las necesidades específicas del proyecto.

Las metodologías no proporcionan respuestas a todas las preguntas sobre los impactos de un posible proyecto que conduzcan a un fin con solo seguir las indicaciones. Además, que deben seleccionarse a partir de una valoración apropiada producto de la experiencia profesional y con la aplicación continua de juicio crítico sobre los insumos de datos y el análisis e interpretación de resultados. No existe una metodología única y universal. Ello no impide desconocer la necesidad de disponer de metodologías aplicables a la diversidad de actividades a ser evaluadas, a la diversidad de medios y factores ambientales potencialmente afectados, y a la complejidad de las interacciones entre factores y el entorno.

Una vez definidas las actividades y los elementos ambientales que entrarán en interacción y que darán como resultado impactos ambientales, se hará uso de diferentes metodologías que permitirán identificar, describir y caracterizar los impactos identificados. El proceso de selección de la metodología apropiada para la evaluación del proyecto en particular, consideró la calidad y utilidad de la información que será obtenida después de la aplicación de la misma, así como para salvar los potenciales obstáculos para la obtención de la información necesaria para cuantificar los impactos del proyecto sobre los elementos del ambiente.

De acuerdo a las características que se tiene del proyecto, es necesario llevar a cabo la identificación y evaluación de los impactos mediante el empleo de más de una metodología, complementarias entre sí.



Existe un amplio criterio de metodologías de evaluación, que van desde las más simples, donde no se pretende evaluar numéricamente el impacto global que se produce, sino exponer los principales impactos, a aquellas más complejas en las que, a través de diferentes procesos de ponderación, se intenta dar una visión global de la magnitud del impacto. La selección de la metodología que se usa depende básicamente de las características del proyecto y de los objetivos que se requieran alcanzar.

Teniendo en cuenta lo anterior, los métodos utilizados nos permiten llegar a la determinación de los impactos desde una perspectiva general a una específica, lo cual proporciona ideas claras de los distintos fenómenos y acontecimientos que afectarán el ambiente, estableciendo los sitios de ocurrencia y el entorno ambiental del lugar donde ocurrirá dicho impacto, de manera que facilite la posterior aplicación de las medidas de mitigación.

### Indicadores de impacto.

Para identificar los impactos que el proyecto generará sobre el entorno donde se ubicará, es necesario determinar en primer término los indicadores de impacto que puedan verse afectados debido a las actividades del proyecto

Para las características del escenario ambiental se consideran los siguientes indicadores de impacto:

- A) Abióticos.
- B) Bióticos.
- C) Estético.
- D) Socioeconómicos.
- E) Otros.

#### a) Indicadores abióticos.

**Tabla 5.1. Indicadores abióticos de impacto.**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Tierra	Los suelos son el soporte de la productividad vegetal y son extremadamente sensibles a las actuaciones humanas y susceptibles a la erosión cuando el uso de suelo se ve modificado. De igual manera, tiene una relación con la hidrología superficial y subterránea, en los procesos de infiltración. Así mismo, en forma indirecta existen impactos sobre los recursos minerales y materiales de construcción, que son utilizados en cualquier proceso constructivo, por la explotación de los yacimientos minerales.

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Agua	Este indicador se analiza a través de las aguas superficiales, subterráneas y su calidad. También existe una estrecha relación con las actividades agrícolas, urbanas e industriales como fuente de abastecimiento y posteriormente por la descarga de aguas residuales que generan la contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
Atmósfera	Este indicador se analiza a través de la calidad del aire, originado por su relación con la eliminación de la vegetación.

## b) Indicadores bióticos.

**Tabla 5.2. Indicadores bióticos de impacto.**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Flora	Este indicador se analiza a través de las diferentes especies vegetales. El clima y el tipo de suelo determinan en cierta medida la existencia de especies vegetales que sirven como hábitat a la fauna, sin embargo, las actividades antrópicas influyen de manera tajante en su alteración, ya que las actividades de preparación del sitio impactarán directamente y en forma permanente sobre este indicador.
Fauna	Este indicador se analiza a través de las diferentes especies animales. Tiene una estrecha relación con la vegetación que será eliminada, ya que proporcionan hábitats para los animales, brindan alimento, refugio y/o anidación.

## c) Indicadores estéticos.

Este indicador se analiza a través del paisaje que se encuentra estrechamente relacionado con los indicadores antes descritos. Cualquier alteración en las características físicas y químicas o en las condiciones biológicas modifica el paisaje.

## d) Indicadores socioeconómicos.

**Tabla 5.3. Indicadores socioeconómicos de impacto.**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Nivel cultural	Este indicador se analiza a través de la densidad de población y empleo. Interactúa de manera importante con el uso de suelo, ya que las actividades de construcción generan fuentes de empleo.
Infraestructura y servicios	Este indicador se analiza a través de las necesidades de servicio e infraestructura como son vivienda, red de servicios, red de transporte y disposición de residuos.

## e) Otros.

**Tabla 5.4. Otros indicadores de impacto.**

INDICADOR	DESCRIPCIÓN
Ruido	El ruido es un indicador ambiental de las actividades antrópicas, ya que mientras duren las actividades constructivas, la maquinaria empleada en la obra está considerada como la principal fuente de emisión sonora al medio ambiente.

**Identificación y descripción de las fuentes de cambio, perturbaciones y efectos.**

Como se ha mencionado para el proyecto se consideran 3 etapas en las cuales se distinguen las siguientes fuentes de cambio o acciones de proyecto:

1. Preparación del sitio.
2. Construcción.
3. Operación y mantenimiento

**Tabla 5.5 Descripción de fuentes de cambio y efectos en la estructura del SAR para la etapa de Preparación del Sitio.**

PREPARACIÓN DEL SITIO		
FUENTE DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS
LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACIÓN	El trazo se realiza mediante equipo de topografía, se verifican las cotas y niveles existentes que se ubican dentro del proyecto. Posteriormente se realiza la limpieza general a base de rastrilleo y machete, con el fin de retirar la maleza y hierba existente.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de actividades sobre los terrenos adyacentes al camino a modernizar y ampliar.</li> <li>• Disminución de la cobertura vegetal.</li> <li>• Erosión.</li> <li>• Alteración del paisaje.</li> <li>• Generación de material orgánico producto de deshierbe.</li> <li>• Contaminación de suelo.</li> <li>• Perturbación de fauna.</li> </ul>
DESMONTE Y DESPALME	<p>El desmonte es la remoción de la capa vegetal, la tala, roza y limpia se efectuará en áreas de construcción de terracerías, conforme lo disponga el proyecto. El desenraice se efectuará exclusivamente en la superficie que será ocupada de manera directa.</p> <p>El despálme consiste en la remoción de la capa superficial del terreno</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de la cubierta vegetal alterando drásticamente la estructura y el número de especies dentro del ecosistema.</li> <li>• Mayor fragmentación del hábitat y microhábitat para las especies.</li> <li>• Reducción en los rangos de distribución, como consecuencia de eliminación del espacio habitable y fuentes de alimento.</li> <li>• Cambios locales de temperatura y humedad por la remoción de vegetación.</li> </ul>

PREPARACIÓN DEL SITIO		
FUENTE DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS
	natural para eliminar el material que se considera inadecuado para la construcción de terracerías.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la cantidad y calidad del agua por pérdida en infiltración.</li> <li>• Disminución de la calidad del hábitat y distribución por el desmonte, eliminando nichos ecológicos y alimento.</li> <li>• Pérdida de suelo debido a la remoción de la capa orgánica.</li> <li>• Disminución en cada una de las comunidades vegetales del número de especies, así como de su abundancia.</li> <li>• Incremento en los riesgos erosivos.</li> <li>• Generación de material orgánico producto del desmonte y material pétreo producto del despalme.</li> <li>• Alteración del paisaje.</li> <li>• Contaminación del aire por la presencia de partículas suspendidas.</li> <li>• Incremento en los niveles de ruido.</li> </ul>
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	Funcionamiento adecuado de la maquinaria y equipo que será utilizado en las actividades que así lo requieran.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de aire por la presencia de gases de combustión y partículas.</li> <li>• Incremento en los niveles de ruido debido a la operación de maquinaria pesada.</li> <li>• Desplazamiento de la fauna local por aumento en la perturbación de su hábitat.</li> <li>• Perturbación de habitantes.</li> <li>• Generación de residuos peligrosos por mantenimiento de maquinaria y equipo.</li> <li>• Compactación y contaminación del suelo por fugas y derrames de los combustibles y aceites de maquinaria y equipo.</li> </ul>
<b>TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DEL MATERIAL PRODUCTO DE LA LIMPIEZA</b>	Retiro y acarreo del material producto del desmonte y despalme fuera del área de construcción del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contaminación de aire por la presencia de gases de combustión generados por vehículos automotores y partículas suspendidas producto del acarreo de material vegetal.</li> <li>• Incremento en los niveles de ruido debido a la operación de maquinaria pesada.</li> <li>• Generación de residuos no peligrosos.</li> <li>• Contaminación de suelo.</li> </ul>

**Tabla 5.6 Descripción de fuentes de cambio y efectos en la estructura del SAR para la etapa de Construcción.**

<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
<b>FUENTE DE CAMBIO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>EFFECTOS</b>
<b>CORTES Y EXCAVACION Y RELLENOS</b>	<p>Se realizarán cortes con maquinaria pesada con una altura máxima de 10.5 m. Se empezará desde la parte más alta y hacia abajo. Posteriormente con cargador frontal se elimina el exceso de material en las partes bajas, añadiéndolo a los camiones volteo. Se realiza el afine de taludes de manera manual.</p> <p>Las excavaciones se realizarán para albergar estructuras de obras complementarias de drenaje como alcantarillas; para posteriormente rellenarlas</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la calidad del aire por la generación de polvo y suspensión de partículas durante la excavación en cortes laterales.</li> <li>• Cambios abruptos en el relieve.</li> <li>• Incremento en los riesgos erosivos.</li> <li>• Aumento de ruido debido al uso de maquinaria.</li> <li>• Disminución de la cubierta vegetal de cada una de las comunidades presentes en el ecosistema.</li> <li>• Disminución en el número de especies e individuos, produciendo pérdida en los espacios vitales y áreas de alimentación para la fauna.</li> <li>• Cambios temporales y/o permanentes en el paisaje.</li> <li>• Pérdida de capacidad de infiltración en zonas cercanas a cortes.</li> <li>• Generación de material pétreo producto de cortes y excavaciones.</li> <li>• Pérdida de capas intermedias del suelo y lecho rocoso.</li> </ul>
<b>TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DEL MATERIAL PRODUCTO DE CORTE Y EXCAVACION</b>	<p>Retiro y acarreo del material producto de corte y excavación fuera del área de construcción del proyecto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la calidad del aire por la presencia de partículas suspendidas.</li> <li>• Disposición de residuos no peligrosos.</li> <li>• Perturbación de fauna.</li> <li>• Arrastre y depósito de materiales en el suelo, afectando sus características originales de vegetación y uso de suelo.</li> <li>• Incremento en los niveles de ruido debido a la operación de las unidades que transportan el material.</li> </ul>
<b>PREPARACION DE LA CAMA DE CORTE Y CUERPO DE TERRAPLEN</b>	<p>El tendido de terraplén es la colocación de material pétreo necesario para alcanzar el nivel de la rasante del proyecto. Esta actividad se llevará a cabo con materiales seleccionados producto de cortes y</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Susceptibilidad a la erosión.</li> <li>• Disminución de la calidad del aire por la presencia de gases de combustión y partículas suspendidas.</li> <li>• Aumento de ruido debido al uso de maquinaria.</li> </ul>

CONSTRUCCIÓN		
FUENTE DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS
	excavaciones, previo oreado y homogeneización del material y/o con materiales procedentes de banco que cumplan con los requisitos de calidad que se indican en la especificación de referencia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio de relieve para la estabilidad del camino.</li> <li>• Disminución de la capacidad de infiltración por compactación de materiales.</li> <li>• Cambios temporales y/o permanentes en paisaje.</li> <li>• Perturbación de fauna.</li> </ul>
<b>COLOCACION DE CAPA SUBRASANTE, SUBBASE Y BASE HIDRAULICA</b>	<p>La capa subrasante tendrá dos capas que se compactarán hasta alcanzar el 95% de su peso volumétrico seco máximo.</p> <p>Posteriormente se coloca la capa subbase, se tenderá en una capa, y se compactará al 95% de su peso volumétrico seco máximo.</p> <p>Finalmente se coloca la base hidráulica y consiste en una capa de materiales granulares que cumplan con los requisitos de construcción.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Susceptibilidad a la erosión.</li> <li>• Contaminación de aire por la presencia de gases de combustión y partículas suspendidas.</li> <li>• Aumento de ruido debido al uso de maquinaria.</li> <li>• Pérdida de capacidad de infiltración de terrenos afectados.</li> </ul>
<b>RIEGOS ASFÁLTICOS Y COLOCACION DE CARPETA ASFÁLTICA</b>	<p>El riego de impregnación y de liga es la aplicación de emulsiones catiónicas (materiales asfálticos) sobre la base hidráulica, posteriormente se coloca la el concreto asfáltico (carpeta asfáltica) que coronará la sección del pavimento, la cual se colocará en una de dos capas que se compactarán hasta alcanzar el 98% de su peso.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambios irreversibles en la unidad de paisaje.</li> <li>• Disminución en la superficie de infiltración de agua.</li> <li>• Sellamiento del suelo.</li> <li>• Alteraciones en la calidad del aire por la suspensión de partículas durante el tendido de bases y por la presencia de gases de combustión.</li> <li>• Cambio de temperatura en zonas colindantes al camino.</li> <li>• Incremento en los riesgos erosivos.</li> <li>• Aumento de ruido debido al uso de maquinaria.</li> </ul>
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	<p>Funcionamiento adecuado de la maquinaria y equipo que será utilizado en las actividades que así lo requieran.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Disminución de la calidad del aire por emisión de gases contaminantes provenientes de equipo y maquinaria.</li> <li>• Incremento en los niveles de ruido debido a la operación de maquinaria pesada.</li> <li>• Desplazamiento de la fauna local por aumento en la perturbación de su hábitat.</li> <li>• Perturbación de habitantes.</li> </ul>

CONSTRUCCIÓN		
FUENTE DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos peligrosos por mantenimiento de maquinaria y equipo.</li> <li>• Compactación y contaminación del suelo por fugas y derrames de los combustibles y aceites de maquinaria y equipo.</li> </ul>
<b>OBRAS COMPLEMENTARIAS (OBRAS DE DRENAJE)</b>	<p>Construcción de alcantarillas.</p> <p>Las cunetas son zanjas en ambos lados de la corona que permiten recoger y encauzar hacia afuera del corte el agua que escurre, para proteger el camino del efecto nocivo del agua.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos no peligrosos.</li> <li>• Contaminación de suelo.</li> <li>• Sedimentación de partículas y materiales pétreos.</li> </ul>
<b>COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTOS Y PINTURA</b>	<p>Se pintan los ejes y terminales de calzada con la pintura reglamentaria.</p> <p>Se colocan los señalamientos restrictivos e informativos de acero estructural y lámina de acero.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos no peligrosos.</li> <li>• Generación de residuos peligrosos (pinturas y solventes).</li> <li>• Contaminación de suelo.</li> </ul>

**Tabla 5.7 Descripción de fuentes de cambio y efectos en la estructura del SAR para la etapa de Operación y Mantenimiento.**

ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
FUENTE DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS
<b>CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES</b>	Tránsito diario de los vehículos que utilizarán la carretera.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de partículas a la atmósfera por combustión de automotores.</li> <li>• Emisión de ruido por tránsito de vehículos.</li> <li>• El movimiento de vehículos y personas desplazará a la fauna local hacia otros puntos o bien, la mayor accesibilidad favorecerá la captura de especies de interés económico.</li> </ul>
<b>MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA</b>	<p>Conjunto de acciones que deberán de llevarse a cabo para el adecuado mantenimiento de esta carretera, con el objeto de que tenga un adecuado funcionamiento y una mayor vida útil.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perturbación de fauna.</li> <li>• Disminución de la calidad del aire debido al uso de equipo y maquinaria, así como por las labores de bacheo.</li> <li>• Aumento en los niveles de ruido por uso de maquinaria y equipo durante el mantenimiento.</li> <li>• Perturbación del tránsito vehicular.</li> </ul>

ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
FUENTE DE CAMBIO	DESCRIPCIÓN	EFFECTOS
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos no peligrosos y residuos peligrosos.</li> </ul>
<b>MANTENIMIENTO A OBRAS COMPLEMENTARIAS, SEÑALIZACIÓN Y PINTURA</b>	Conjunto de acciones que se realizan a lo largo de la vida útil del proyecto para mantener en buen estado de operación las obras complementarias de drenaje, la señalización y la pintura.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Generación de residuos no peligrosos.</li> <li>• Generación de residuos peligrosos (pinturas y solventes).</li> <li>• Perturbación del tránsito vehicular.</li> </ul>

### Lista de chequeo.

La evaluación de los impactos ambientales puede definirse como una metodología diseñada para identificar, predecir e interpretar los impactos ambientales que un proyecto o actividad producirá sobre los factores ambientales físicos, químicos, biológicos, socioeconómicos, culturales y paisajísticos, con la finalidad de plantear alternativas que nos permitan corregir o mitigar dichos impactos.

Una vez determinadas las actividades de las etapas del proyecto o fuentes de cambio se proceden a determinar los componentes ambientales que potencialmente podrían ser afectados.

Según la clasificación de los métodos más usuales para la evaluación de impacto ambiental propuesta por Estevan Bolea (1984) la lista de chequeo y las matrices causa efecto son consideradas como sistemas de red y gráficos.

Para determinar los componentes ambientales se utilizará una lista de chequeo que consiste en una lista ordenada de éstos, que pueden ser potencialmente afectados por una acción humana, lo que nos permite detectar los impactos más importantes que pueden ocurrir durante la realización del proyecto.

La lista de chequeo está basada en los 88 factores ambientales considerados por Leopold (*et al*, 1971) para la estructuración de lo que se conoce como matriz de Leopold (matriz causa – efecto). El resultado de la lista de chequeo nos permitirá detectar aquellos factores ambientales de mayor riesgo y afectación, y nos permitirá excluir los factores ambientales que no tienen relación con el proyecto.



La **matriz de Leopold** considera como características del escenario ambiental 4 factores ambientales:

1. Características físicas y químicas.
2. Factores bióticos.
3. Factores culturales.
4. Otros.

Estos componentes se subdividen en factores ambientales que a continuación se presentan en la lista de chequeo y cuya interacción se señala con una “X”.

**Tabla 5.8 Lista de Chequeo del Sistema Ambiental Regional.**

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
<b>A. CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUIMICAS</b>			
<b>A.1. TIERRA</b>			
a. Recursos minerales		X	
b. Material de construcción		X	X
c. Suelos	X	X	
d. Geomorfología		X	
e. Campos magnéticos y radiactividad de fondo			
f. Factores físicos singulares			
<b>A.2. AGUA</b>			
a. Superficiales	X	X	X
b. Marinas			
c. Subterráneas	X	X	
d. Calidad	X	X	X
e. Temperatura			
f. Recarga			
g. Nieve, hielos y heladas			
<b>A.3. AIRE</b>			
a. Calidad (gases, partículas)	X	X	X
b. Clima (micro, macro)	X	X	
c. Temperatura	X	X	
<b>A.4. PROCESOS</b>			
a. Erosión	X	X	

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
<b>B. FACTORES BIOTICOS</b>			
<b>B.1. FLORA</b>			
a. Árboles	X		
b. Arbustos	X		
c. Hierbas	X		
d. Cosechas			
e. Microflora			
f. Plantas acuáticas			
g. Especies en riesgo			
h. Barreras, obstáculos			
i. Corredores			
<b>B.2. FAUNA</b>			
a. Aves	X	X	X
b. Animales terrestres, incluso reptiles	X	X	X
c. Peces y mariscos			
d. Organismos bentónicos			
e. Insectos	X	X	
f. Microfauna			
g. Especies en riesgo			
h. Barreras			X
i. Corredores	X		X
<b>C. FACTORES CULTURALES</b>			
<b>C.1. USOS DEL TERRITORIO</b>			
a. Espacios abiertos y salvajes			
b. Zonas húmedas	X		
c. Silvicultura			
d. Pastos			
e. Agricultura			
f. Zona residencial			
g. Zona comercial			
h. Zona industrial			
i. Minas y canteras		X	
<b>C.2. ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO</b>			
a. Vistas panorámicas y paisajes	X	X	
b. Naturaleza			

COMPONENTES Y FACTORES AMBIENTALES	ETAPAS DEL PROYECTO		
	PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO
c. Espacios abiertos			
<b>d. Paisaje</b>	X	X	X
e. Agentes físicos singulares			
f. Parques y reservas			
g. Monumentos			
<b>h. Especies o ecosistemas especiales</b>	X		
i. Lugares u objetos históricos o arqueológicos			
j. Desarmonías			
<b>C.3. NIVEL CULTURAL</b>			
a. Modelos Culturales (estilos de vida)			
<b>b. Salud y seguridad</b>			X
<b>c. Empleo</b>	X	X	X
<b>d. Densidad de población</b>			X
<b>C.4. SERVICIO E INFRAESTRUCTURA</b>			
a. Estructuras			X
<b>b. Red de transportes (movimiento, accesos)</b>	X	X	X
<b>c. Red de servicios</b>			X
<b>d. Disposición de residuos</b>	X	X	X
e. Barreras			
f. Corredores			
<b>D. OTROS</b>			
<b>a. Ruido</b>	X	X	X

Una vez evaluada la Lista de Chequeo se determina que los factores ambientales de interés que podrían verse afectados por la realización del proyecto son:

**Tabla 5.9 Lista de factores y componentes ambientales aplicables al SAR.**

FACTORES AMBIENTALES		COMPONENTES AMBIENTALES
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Recursos Minerales Material de construcción Suelo Geomorfología
	AGUA	Superficiales Subterráneas Calidad

FACTORES AMBIENTALES		COMPONENTES AMBIENTALES
	<b>ATMÓSFERA</b>	Calidad Microclima Temperatura
	<b>PROCESOS</b>	Erosión
<b>FACTORES BIOLÓGICOS</b>	<b>FLORA</b>	Árboles Arbustos Hierbas
	<b>FAUNA</b>	Aves Animales terrestres, incluso reptiles Insectos Barreras Corredores
<b>FACTORES CULTURALES</b>	<b>USOS DEL TERRITORIO</b>	Zonas húmedas Minas y canteras
	<b>ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO</b>	Vistas panorámicas y paisajes Paisaje Especies o ecosistemas especiales
	<b>NIVEL CULTURAL</b>	Salud y seguridad Empleo Densidad de población
	<b>SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA</b>	Estructuras Red de transporte (movimiento, accesos) Red de servicios Disposición de residuos
<b>OTROS</b>		Ruido

## V.2. Caracterización de los impactos.

Basándonos en la lista de factores y componentes ambientales aplicables a las tres etapas del proyecto: (1) preparación del sitio, (2) construcción y (3) operación y mantenimiento, se construye una matriz de causa – efecto en la cual las actividades de cada una de las etapas se colocaron en las columnas y los factores y componentes ambientales en las filas. Se procede a evaluar cada componente ambiental en las diferentes actividades del proyecto y se califica con los criterios de carácter (positivo o negativo) e intensidad (poco significativo, significativo, muy significativo).

<b>POSITIVOS</b>	<b>1 = POCO SIGNIFICATIVO</b>	<b>2 = SIGNIFICATIVO</b>	<b>3 = MUY SIGNIFICATIVO</b>
<b>NEGATIVOS</b>	<b>-1 = POCO SIGNIFICATIVO</b>	<b>-2 = SIGNIFICATIVO</b>	<b>-3 = MUY SIGNIFICATIVO</b>

### Identificación de impactos.

Como se menciona, los impactos generados por las tres etapas del proyecto: (1) preparación del sitio, (2) construcción y (3) operación y mantenimiento, serán evaluados mediante una matriz de causa – efecto en cada una de ellas, y serán calificadas con los criterios que se refirieron anteriormente.

### MATRIZ CAUSA – EFECTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				TOTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL		TOTAL POR FACTOR AMBIENTAL		
		Limpieza, trazo y nivelación	Desmonte y despalme	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Transporte y disposición del material producto de la limpieza	+	-	+	-	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Recursos Minerales	0	0	0	0	0	0	7	
		Material de construcción	0	0	0	0	0			
		Suelo	-1	-3	-1	-2	0			7
		Geomorfología	0	0	0	0	0			0
	AGUA	Superficiales	-1	-2	-1	-1	0	5	0	13
		Subterráneas	-1	-2	0	-1	0	4		
		Calidad	-1	-1	-1	-1	0	4		
	ATMÓSFERA	Calidad	0	-1	-1	-1	0	3	0	5
		Microclima	0	-1	0	0	0	1		
		Temperatura	0	-1	0	0	0	1		
PROCESOS	Erosión	-1	-3	-1	0	0	5	0	5	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Árboles	0	-3	0	0	0	3	0	9
		Arbustos	0	-3	0	0	0	3		
		Hierbas	-3	0	0	0	0	3		
	FAUNA	Aves	-1	-2	-1	-1	0	5	0	17
		Animales terrestres, incluso reptiles	-1	-2	-1	-1	0	5		
		Insectos	-1	-2	-1	0	0	4		
		Barreras	0	0	0	0	0	0		
		Corredores	-1	-2	0	0	0	3		

FACTORES AMBIENTALES		COMPONENTES AMBIENTALES	PREPARACIÓN DEL SITIO				TOTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL		TOTAL POR FACTOR AMBIENTAL	
			Limpieza, trazo y nivelación	Desmonte y despalme	Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo	Transporte y disposición del material producto de la limpieza	+	-	+	-
FACTORES CULTURALES	USOS DE TERRITORIO	Zonas húmedas	-1	-3	0	0	0	4	0	4
		Minas y canteras	0	0	0	0	0	0		
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes	-1	-2	0	0	0	3	0	10
		Paisaje	-1	-2	-1	-1	0	4		
		Especies o ecosistemas especiales	-1	-2	0	0	0	3		
	NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	0	0	0	0	0	0	6	0
		Empleo	+1	+1	+2	+2	6	0		
		Densidad de población	0	0	0	0	0	0		
	SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Estructuras	0	0	0	0	0	0	0	8
		Red de transporte (movimiento, accesos)	0	0	-1	-1	0	2		
		Red de servicios	0	0	0	0	0	0		
		Disposición de residuos	-1	-2	-1	-2	0	6		
	OTROS	Ruido	0	-1	-2	-1	0	4	0	5
	TOTAL POR ACTIVIDAD		+	1	1	2	2	6	0	6
-			17	40	13	13	0	82	0	83

En los resultados de la matriz de causa – efecto de la etapa de Preparación del Sitio se puede observar que, de los 62 impactos generados, dentro de los negativos se determinaron como muy significativos 6 y 12 como significativos; como positivos se determinaron 4 impactos poco significativos en el rubro de empleo. Entre los factores ambientales negativos muy significativos se encuentran: Tierra (suelo), Procesos (erosión), Flora (árboles, arbustos, hierbas) y usos del territorio (zonas húmedas); dentro de los impactos negativos significativos: Tierra (suelo), Agua (superficiales y subterráneas), Fauna (aves, animales terrestres, insectos, corredores), Estéticos y de Interés Humano (vistas panorámicas, paisaje y ecosistemas especiales), Servicios e infraestructura (disposición de residuos) y ruido.

### MATRIZ CAUSA - EFECTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	CONSTRUCCIÓN									TOTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL		TOTAL POR FACTOR AMBIENTAL	
		Cortes, excavación y rellenos	Preparación de la cama de corte y cuerpo de terraplén	Colocación de subrasante, subbase y base hidráulica	Riesgos asfálticos y colocación de carpeta asfáltica	Operación y mantenimiento de equipo y maquinaria	Transporte y disposición del material producto de corte y excavación	Obras complementarias	Colocación de señalamientos y pintura	+	-	+	-	
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Recursos Minerales	-1	-2	-2	-2	0	0	-1	0	0	8	0	34
		Material de construcción	-1	-2	-2	-3	0	0	-1	0	0	9		
		Suelo	-3	-2	-2	-3	-1	-1	-1	0	0	13		
		Geomorfología	-3	0	0	0	0	-1	0	0	0	4		
	AGUA	Superficiales	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	7	0	20
		Subterráneas	-1	-1	-2	-3	0	0	0	0	0	7		
		Calidad	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	6		
	ATMÓSFERA	Calidad	-1	-1	-1	-1	-2	-1	0	0	0	7	0	9
		Microclima	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1		
		Temperatura	0	0	0	-1	0	0	0	0	0	1		
PROCESOS	Erosión	-3	-2	-2	-3	-1	-1	0	0	0	12	0	12	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Árboles	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Arbustos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Hierbas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	FAUNA	Aves	-2	0	0	0	-2	-1	0	0	0	5	0	12
		Animales terrestres, incluso reptiles	-1	0	0	0	-1	-1	-1	0	0	4		
		Insectos	-1	0	0	0	-1	0	-1	0	0	3		
		Barreras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Corredores	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
FACTORES CULTURALES	USOS DE TERRITORIO	Zonas húmedas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
		Minas y canteras	-1	-2	-1	0	0	0	0	0	0	4		
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes	-2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	9
		Paisaje	-2	-1	-1	-1	-1	-1	0	0	0	7		

FACTORES AMBIENTALES	COMPONENTES AMBIENTALES	CONSTRUCCIÓN									TOTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL		TOTAL POR FACTOR AMBIENTAL	
		Cortes, excavación y rellenos	Preparación de la cama de corte y cuerpo de terraplén	Colocación de subrasante, subbase y base hidráulica	Riesgos asfálticos y colocación de carpeta asfáltica	Operación y mantenimiento de equipo y maquinaria	Transporte y disposición del material producto de corte y excavación	Obras complementarias	Colocación de señalamientos y pintura	+	-	+	-	
	Especies o ecosistemas especiales	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
	Empleo	+1	+1	+1	+1	+2	+2	+1	+1	10	0			
	Densidad de población	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Estructuras	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	
	Red de transporte (movimiento, accesos)	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	0	8			
	Red de servicios	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
	Disposición de residuos	-2	0	0	-1	-1	-2	-1	-1	0	8			
OTROS	Ruido	-2	-1	-1	-1	-2	-1	0	0	0	8	0	8	
TOTAL POR ACTIVIDAD	+	1	1	1	1	2	2	1	1	10	0	10	0	
	-	29	17	17	23	15	13	8	2	0	124	0	124	

En los resultados de la matriz de causa – efecto de la etapa de Construcción se puede observar que de los 98 impactos generados, dentro de los negativos, 6 de ellos se determinaron como muy significativos en el factor Tierra (material de construcción, suelo y geomorfología), Agua (subterráneas) y Procesos (erosión) y 19 de ellos como significativos en los factores: Tierra (recursos minerales, material de construcción, suelo y geomorfología), Agua (subterráneas), Atmósfera (calidad) Procesos (erosión), Fauna (aves), Usos del territorio (minas y canteras) Estéticos y de Interés Humano (vistas panorámicas y paisaje), Servicios e Infraestructura (disposición de residuos) y Ruido, aunque éstos se pueden controlar con las medidas de mitigación que se propondrán. Por último, los impactos positivos generados fueron 10 en el factor de empleo.



## MATRIZ DE CAUSA - EFECTO PARA LA EVALUACIÓN DE LA ETAPA OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

FACTORES AMBIENTALES		INDICADORES AMBIENTALES	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			TOTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL		TOTAL POR FACTOR AMBIENTAL	
			Circulación de vehículos automotores	Mantenimiento y conservación de la carretera	Mantenimiento a obras complementarias, señalización y pintura	+	-	+	-
CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS	TIERRA	Recursos Minerales	0	0	0	0	0	0	2
		Material de construcción	0	-1	-1	0	2		
		Suelo	0	0	0	0	0		
		Geomorfología	0	0	0	0	0		
	AGUA	Superficiales	-1	-1	+1	1	2	1	4
		Subterráneas	0	0	0	0	0		
		Calidad	-1	-1	0	0	2		
	ATMÓSFERA	Calidad	-1	0	0	0	1	0	1
		Microclima	0	0	0	0	0		
		Temperatura	0	0	0	0	0		
PROCESOS	Erosión	0	0	0	0	0	0	0	
CONDICIONES BIOLÓGICAS	FLORA	Árboles	0	0	0	0	0	0	0
		Arbustos	0	0	0	0	0		
		Hierbas	0	0	0	0	0		
	FAUNA	Aves	-1	0	0	0	1	3	4
		Animales terrestres, incluso reptiles	-1	0	+1	1	1		
		Insectos	0	0	0	0	0		
		Barreras	-1	0	+1	1	1		
Corredores	-1	0	+1	1	1				
FACTORES CULTURALES	USOS DE TERRITORIO	Zonas húmedas	0	0	0	0	0	0	0
		Minas y canteras	0	0	0	0	0		
	ESTÉTICOS Y DE INTERÉS HUMANO	Vistas panorámicas y paisajes	0	0	0	0	0	0	1
		Paisaje	-1	0	0	0	1		
		Especies o ecosistemas especiales	0	0	0	0	0		

FACTORES AMBIENTALES	INDICADORES AMBIENTALES	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO			TOTAL POR COMPONENTE AMBIENTAL		TOTAL POR FACTOR AMBIENTAL	
		Circulación de vehículos automotores	Mantenimiento y conservación de la carretera	Mantenimiento a obras complementarias, señalización y pintura	+	-	+	-
NIVEL CULTURAL	Salud y seguridad	+3	0	0	3	0	8	0
	Empleo	0	+1	+1	2	0		
	Densidad de población	+3	0	0	3	0		
SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA	Estructuras	+3	0	0	3	0	9	4
	Red de transporte (movimiento, accesos)	+3	-1	-1	3	2		
	Red de servicios	+3	0	0	3	0		
	Disposición de residuos	0	-1	-1	0	2		
OTROS	Ruido	-1	-1	0	0	2	0	2
TOTAL POR ACTIVIDAD	+	15	1	5	21	0	21	0
	-	9	6	3	0	18	0	18

En los resultados de la matriz de causa - efecto de la etapa de Operación y Mantenimiento se puede observar que, de los 27 impactos generados, sólo se identificaron impactos negativos como poco significativos; además se determinaron como positivos, 5 muy significativos dentro de los indicadores ambientales de Nivel Cultural (salud y seguridad y densidad de población) y Servicios e Infraestructura (estructuras, red de transportes y red de servicios) y 6 poco significativos.

### V.3. Valoración de los impactos.

#### Matriz de Cribado.

Una vez identificados los impactos ambientales en cada una de las actividades de las diferentes etapas del proyecto se realiza su evaluación de forma individual mediante una matriz de cribado en la cual las columnas presentan los indicadores relacionados con dicha actividad y en las filas se presentan todos los criterios ambientales de evaluación: carácter, intensidad, temporalidad, ocurrencia, reversibilidad, mitigación y extensión.

Los criterios de valoración de impacto ambiental considerados para la evaluación del proyecto son los siguientes:

**Carácter.** Son considerados como positivo (+) y negativo (-), según sea el efecto benéfico o perjudicial.

CARÁCTER		
<b>Positivo</b>	<b>+</b>	Aquel admitido como tal, tanto por la comunidad técnica y científica como por la población en general en el contexto de un análisis completo de los costos y beneficios genéricos y de las externalidades de la actuación contemplada.
<b>Negativo</b>	<b>-</b>	Aquel que se traduce en pérdida de valor naturalístico, estético, cultural, paisajístico, de productividad ecológica, o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, la erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico – geográfica, el carácter y la personalidad de una localidad determinada.

**Intensidad.** Grado de deterioro o beneficio de los indicadores ambientales. Pueden ser considerados como: poco significativos, significativos y muy significativos.

INTENSIDAD		
<b>Poco significativo</b>	<b>PS</b>	Los impactos al ambiente y las poblaciones no alteran las funciones normales de ningún sistema ambiental de manera que tenga consecuencias visibles o permanentes.
<b>Significativo</b>	<b>S</b>	Los impactos al ambiente y poblaciones pueden ser temporales (durante el tiempo que duren las actividades involucradas en el proyecto) local, si sólo abarca el área del proyecto y es reversible; es decir, que se pueden recuperar las condiciones iniciales en el área en un periodo de tiempo menor a un año.
<b>Muy significativo</b>	<b>MS</b>	Los impactos al ambiente y las poblaciones son permanentes o mayores de un año, el efecto es local o regional; es decir, pudiera abarcar el área del proyecto, la región fisiográfica o cuenca además, es irreversible (no es posible recuperar las condiciones iniciales prevalecientes.)

**Temporalidad.** Periodo de duración del impacto, puede ser: temporal o permanente.

TEMPORALIDAD		
<b>Temporal</b>	<b>T</b>	Cuando es reversible por el propio sistema en un plazo corto de (cinco años) o mediano plazo (< 15 años).
<b>Permanente</b>	<b>P</b>	Cuando su efecto durará más de 15 años.

**Ocurrencia.** Periodo de ocurrencia del impacto, puede ser: único, intermitente, momentáneo.

OCURRENCIA		
<b>Único</b>	<b>U</b>	Cuando su ocurrencia es una sola vez por un periodo de 20 años.
<b>Intermitente</b>	<b>In</b>	Cuando ocurre varias veces en un periodo de un mes a cinco años.
<b>Momentáneo</b>	<b>Mo</b>	Cuando ocurre durante la realización del proyecto.

**Reversibilidad.** La reversibilidad consiste en que el sistema, en forma natural y al cesar la acción de cambio, sea capaz de eliminar el efecto, puede ser reversible o irreversible.

REVERSIBILIDAD		
<b>Reversible</b>	<b>R</b>	Puede retornar a su estado natural al sistema
<b>Irreversible</b>	<b>I</b>	No puede retornar a su estado original al sistema

**Mitigación.** La mitigabilidad o recuperación supone que el daño puede eliminarse por acción humana. Puede ser mitigable, no mitigable.

MITIGACIÓN		
<b>Mitigable</b>	<b>M</b>	Cuando al realizarse acciones preventivas o correctivas, el efecto en el sistema es menor al esperado.
<b>No Mitigable</b>	<b>NM</b>	Cuando no es posible realizar actividades que disminuyen o eliminan los impactos.

**Extensión.** Área de impacto, puede ser puntual, local y regional.

EXTENSIÓN		
<b>Puntual</b>	<b>P</b>	Cuando su efecto no abarca más allá de los límites del proyecto o actividad
<b>Local</b>	<b>L</b>	Cuando el efecto ocasionado abarque un radio de afectación hasta 1000 m.
<b>Regional</b>	<b>R</b>	Cuando el efecto del proyecto tenga un radio de afectación por encima de 1000 m.

## ETAPA PREPARACIÓN DEL SITIO.

### 1. Limpieza, trazo y nivelación.

PREPARACIÓN DEL SITIO											
LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACIÓN											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-		-	-	-	-	-	+	-	
<b>INTENSIDAD</b>	PS	PS		PS	MS	PS	PS	PS	PS	PS	
<b>TIEMPO</b>	P	P		P	P	P	P	P	T	T	
<b>OCURRENCIA</b>	U	U		U	U	U	U	U	Mo	In	
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	I		I	I	I	I	I		I	
<b>MITIGACIÓN</b>	NM	NM		NM	M	M	NM	NM		M	
<b>EXTENSION</b>	P	L		P	P	L	P	L	R	R	

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

Cuando se efectuó la etapa de limpieza del terreno esta se realizará a base de rastrillo y machete para retirar la maleza y hierba existente entre las líneas de ceros que están marcadas en el polígono del proyecto, lo que origina la exposición del suelo y con ello se facilita la modificación de las características y composición físico químicas, considerados como significativos, de forma puntual y no mitigable.

Sin embargo, el impacto ambiental sobre la flora (hierbas) se considera significativo debido a la remoción que se efectuará de acuerdo con las áreas de afectación que se tienen en el proyecto; en cuanto a las zonas por donde pasará el trazo del camino se considera un impacto poco significativo, puesto que sólo se va a hacer una limpieza de maleza. En cuanto a la afectación a la fauna el impacto se considera poco significativo en esta actividad, de igual manera para las escorrentías, erosión, afectación al paisaje y disposición de residuos.

## 2. Desmote y despalmes.

PREPARACIÓN DEL SITIO											
DESMONTE Y DESPALME											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	MS	S	PS	MS	MS	S	MS	S	PS	S	PS
<b>TIEMPO</b>	P	P	T	P	P	P	P	P	T	T	T
<b>OCURRENCIA</b>	U	U	In	U	U	U	U	U	Mo	In	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	I	R	I	I	I	I	I		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	NM	NM	M	NM	M	M	NM	NM		M	M
<b>EXTENSION</b>	P	R	L	P	P	L	P	L	R	L	L

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

Esta actividad consiste en la remoción de la cobertura vegetal (desmonte) así como de la capa superficial del terreno natural (despalme) para eliminar el material que se considera inadecuado para la construcción de terracerías. Se estima que la superficie de total de afectación será de 16.83 ha, donde la mayor parte de la superficie corresponde a bosque de pino – encino con 9.46 has, seguido de la Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con 5.04 ha, vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule con 1.60 ha y 0.73ha de vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña; lo que corresponde al 9.271% de la superficie del SAR, produciendo impactos residuales al entorno del proyecto.

Impactos muy significativos se presentan en la flora y en lo referente a zonas húmedas por la disminución de cobertura vegetal, para la cuantificación de individuos afectados, se tomaron áreas de 4000 m<sup>2</sup> para el matorral, bosque de pino – encino y bosque mesófilo. Para la vegetación secundaria arbustiva del mesófilo se muestreó una superficie de 1000 m<sup>2</sup>; estos datos permitieron estimar el total de individuos de la vegetación desplazada por la ampliación de los subtramos carreteros, los datos se estimaron para el estrato arbóreo, arbustivo y herbáceo, los cuadros de individuos desplazados para cada una de las comunidades de vegetacionales fueron señaladas en el punto IV.2.2.1.9, las cuales refieren a una pérdida de vegetación abundante y diversa, así como afectación en usos del territorio. Además, estos impactos se consideran como permanentes, únicos, irreversibles, mitigables y puntuales.

El impacto de mayor importancia es la eliminación de la cubierta vegetal por la ampliación de la carretera existente y operación, alterando drásticamente la estructura y el número de especies dentro del ecosistema, ya que se verán afectadas las características físico químicas del suelo y con ello se incrementaran los riesgos de erosión, así como la afectación permanente al bosque de pino-encino, seguido de la Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, que afectará en forma significativa a su vez la diversidad de la fauna, causando la disminución de la calidad del hábitat y distribución por el desmonte, eliminando nichos ecológicos y alimento.

Es importante aclarar que se registran especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en el Sistema Ambiental Regional y en áreas con distribución indicadas, sin embargo, en visitas a campo no se encontraron en el área del proyecto. Cabe considerar, que es de suma importancia el hecho de que se elaboraron medidas para mitigar este impacto en caso de ser necesario.

Como respuesta a la pérdida de vegetación se manifiestan procesos de erosión eólica e hídrica, con efectos tales como el gradual adelgazamiento y la pérdida paulatina de la fertilidad del suelo debido al desgaste causado por el acarreo del material que lo

forma; el endurecimiento del suelo y la aparición de superficie de grava o rocas que se encuentran en capas profundas del suelo; formación de grietas por las que escurre agua y que pueden transformarse en cárcavas y la disminución gradual de la velocidad de regeneración de vegetación natural original. Por lo tanto, este impacto sobre el suelo y los procesos erosivos son considerados como muy significativos, permanentes, únicos, irreversibles, no mitigables en una extensión puntual.

La vegetación ayuda en los procesos de retención del agua de lluvia, lo que facilita la infiltración al subsuelo y se recarguen los acuíferos. La pérdida de la capacidad de retención del agua por el suelo y la desaparición de corrientes permanentes conducen a una gradual desertización de territorio erosionado. Las corrientes de agua que bajan de cuencas que sufren procesos erosivos van cargadas de sedimentos que vuelven turbias sus aguas, afectando la calidad de las mismas y por consiguiente la biota acuática, por lo tanto, el impacto que el proyecto tiene sobre las aguas superficiales es considerado como significativo; así mismo el suelo presenta baja permeabilidad en materiales no consolidados y por su composición y escaso fracturamiento se considera que la capacidad de infiltración se verá afectada de manera significativa.

La vegetación natural ofrece multitud de hábitats distintos por lo que en ellos se puede encontrar una gran variedad de especies de fauna. Al eliminar la vegetación, la fauna se ve obligada a buscar nuevos refugios y zonas donde realizar sus actividades básicas, por lo que el impacto en este rubro se considera significativo, ya que es la pérdida del hábitat natural y el desplazamiento de la fauna hacia zonas más seguras.

A nivel estético la remoción total de la vegetación origina fragilidad de paisaje y las vistas panorámicas por la pérdida de la diversidad y densidad de la población, por lo que el impacto ambiental se considera significativo, permanente, único, irreversible y no mitigable en una extensión local.

La generación de partículas y emisiones de gases a la atmosfera; así como el ruido provocado por la operación de la maquinaria y equipo, ocasionado por las actividades de desmonte y despilme se consideran un impacto como poco significativo en lo referente a la atmosfera y ruido.

En la disposición inadecuada de material producto de las actividades de desmonte y despilme se consideran como un impacto significativo.

### 3. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.

PREPARACIÓN DEL SITIO											
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-		-		-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	PS	PS	PS	PS		PS		PS	S	PS	S
<b>TIEMPO</b>	T	T	T	T		T		P	T	T	T
<b>OCURRENCIA</b>	In	In	In	In		In		U	Mo	In	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	I	R	I		R		I		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	M	M	M	M		M		NM		M	M
<b>EXTENSION</b>	P	L	L	P		L		L	R	L	L

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

En esta actividad encontramos un impacto poco significativo en la operación y mantenimiento de la maquinaria y equipo, ya se producen emisiones contaminantes bajas hacia la atmósfera, sin embargo, esto puede ser mitigable si se aplica un mantenimiento adecuado a la maquinaria y el ruido generado que puede perturbar a los vecinos y fauna puede ser en menor grado.

En cuanto a la generación de residuos peligrosos (aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, pinturas, etc.) producto del mantenimiento pueden ser controlados mediante prácticas adecuadas. Por lo tanto, en general se consideran como impactos temporales, generados en forma intermitente y mitigables en extensiones no más allá de lo local.

La generación de ruido por la operación de la maquinaria y equipo se considera un impacto significativo. Así mismo en cuanto a los movimientos que se tiene la red transporte local se verá afectado, de manera poco significativo siendo de forma local y temporal.



#### 4. Transporte y disposición del material producto de la limpieza.

PREPARACIÓN DEL SITIO											
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE LA LIMPIEZA											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
CARÁCTER	-	-	-			-		-	+	-	-
INTENSIDAD	S	PS	PS			PS		PS	S	S	PS
TIEMPO	P	P	T			T		P	T	P	T
OCURRENCIA	U	U	In			In		U	Mo	U	In
REVERSIBILIDAD	I	R	R			R		I		I	R
MITIGACIÓN	M	M	M			M		NM		M	M
EXTENSION	P	L	L			L		L	R	R	L

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUÍDO.

La generación de residuos sólidos proviene de las actividades de limpieza del terreno, tanto de las actividades de trazo y nivelación como de desmonte y despilme, así como la generación de basura orgánica e inorgánica generada por los trabajadores. El manejo de los residuos sólidos comprende las fases de almacenamiento, recolección, transporte y disposición. El depósito no controlado de estos residuos puede dañar el suelo, las aguas superficiales y subterráneas.

Debido a que no existe infraestructura en el Sistema Ambiental Regional para los servicios de disposición de residuos, se consideran impactos ambientales significativos los referentes a tierra y servicios e infraestructura de disposición de residuos, siendo éstos en general permanentes, únicos, irreversibles, mitigables a nivel puntual, local o regional.

#### **Impactos positivos en la etapa de Preparación del Sitio.**

Con el avance de las diferentes actividades incluidas en la etapa de preparación del sitio se contratará personal para la ejecución de los trabajos. La demanda del tipo de mano de obra (calificada y no calificada) dependerá de las labores requeridas. Este impacto positivo es significativo debido a que su duración será durante el tiempo que dure el proyecto, pero tendrá beneficios inmediatos.

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

### 1. Cortes, excavación y rellenos

CONSTRUCCIÓN											
CORTES, EXCAVACIÓN Y RELLENOS											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-		-	-	-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	MS	S	S	MS		S	PS	S	S	S	S
<b>TIEMPO</b>	P	P	T	P		T	P	P	T	T	T
<b>OCURRENCIA</b>	U	U	In	U		In	U	U	In	In	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	I	R	I		R	I	I		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	NM	NM	M	NM		M	NM	NM		M	M
<b>EXTENSION</b>	P	L	P	P		L	L	P	P	L	L

**CARÁCTER:**

 - = Negativo  
 + = Positivo

**INTENSIDAD:**

 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

**TIEMPO:**

 T = Temporal  
 P = Permanente

**OCURRENCIA:**

 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

**REVERSIBILIDAD:**

 R = Reversible  
 I = Irreversible

**MITIGACIÓN:**

 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

**EXTENSIÓN:**

 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

En lo concerniente a la actividad de corte, esta se ejecutará con maquinaria pesada, con las líneas de proyecto y sin alterar las áreas fuera de los límites del proyecto, indicados por las líneas de ceros que se marcan, además se realizarán de manera que se permita el drenaje natural del corte y con el correcto afine de taludes colocando el material de cobertura vegetal, además de incorporar vegetación con la finalidad de evitar la erosión.

Los impactos se consideran muy significativos en el suelo y la geomorfología provocando un incremento en los riesgos erosivos del área, de igual forma se modifica el curso de las escorrentías y la capacidad de retención del agua por el suelo, por lo que el agua superficial se ven afectadas en forma significativa; asimismo también se ven alterado el paisaje de la zona del proyecto al realizar la actividad de corte ya que el relieve se ve alterado por las características técnicas del proyecto.

Los impactos sobre la fauna se consideran significativos ya que las actividades de corte pueden perturbar a las especies durante la operación de la maquinaria por las emisiones de partículas, gases de combustión y ruido que generan.

Los impactos ambientales muy significativos sobresalientes son sobre tierra, agua, erosión y fauna, siendo permanentes, únicos, irreversibles y no mitigables en su mayoría. Por otro lado, se considera que la generación de partículas (polvos) producto de esta actividad, así como la generación de emisiones a la atmósfera generadas por la operación de la maquinaria y equipo impactarán de forma significativa en la calidad del aire.

En las zonas donde el proyecto lo requiera se realizarán rellenos con material pétreo adecuado, el uso de recursos minerales y materiales de construcción causan un impacto ambiental negativo indirecto sobre los bancos de materiales, debido a su explotación por lo cual se considera como significativo. Al realizar esta actividad, las características físicas químicas del suelo se verán afectadas de forma permanente y con ello se incrementan los riesgos erosivos en el tramo carretero, por lo que se consideran impactos significativos.

## 2. Preparación de la cama de corte, rellenos y cuerpo de terraplén.

CONSTRUCCIÓN											
PREPARACIÓN DE LA CAMA DE CORTE Y CUERPO DE TERRAPLEN											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-		-	-	-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	S	PS	PS	S			S	PS	PS	PS	PS
<b>TIEMPO</b>	P	P	P	P		T	P	T	T	P	T
<b>OCURRENCIA</b>	U	U	U	U		In	U	U	Mo	U	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	I	I	I		R	I	I		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	NM	NM	NM	NM		M	NM	M		M	M
<b>EXTENSION</b>	P	L	L	P		L	L	P	P	R	P

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

En las zonas donde el material lo permita, se mejorará la cama de corte mediante la compactación con equipo mecánico o bien se colocará una cama de material granular cuya finalidad es facilitar la compactación de las capas de terraplén o subrasante.

Los cuerpos de terraplén se construirán con materiales producto de las excavaciones, o con materiales de banco que cumplan con los requisitos de calidad, terminados los trabajos anteriores, se llevará a cabo la formación de la capa subrasante,

previo oreado y homogeneización del material, esta actividad de oreado y homogeneización deberá realizarse preferiblemente en una plataforma de trabajo, la cual se situará fuera de la zona de construcción. El uso de recursos minerales y materiales de construcción causa un impacto ambiental negativo indirecto de manera significativa sobre los bancos de materiales, debido a su explotación, de manera única, irreversible y no mitigable.

Al realizar la actividad de preparación de cama de corte y cuerpo de terraplén las características físicas químicas del suelo se verán afectadas de forma permanente y con ello se incrementan los riesgos erosivos en el trazo del camino, por ello se considera el impacto significativo.

La conformación de terracerías y construcción de estructuras del pavimento puede alterar o desviar los cauces de escurrimientos de aguas superficiales en la zona del proyecto.

De igual forma al realizar esta actividad se tendrá problemas en el tránsito local del camino que se encuentra en operación.

### 3. Colocación de capa subrasante, subbase, base hidráulica y riegos asfálticos.

CONSTRUCCIÓN											
COLOCACION DE CAPA SUBRASANTE, SUBBASE, BASE HIDRAULICA Y RIEGOS ASFÁLTICOS											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
CARÁCTER	-	-	-	-			-	-	+	-	-
INTENSIDAD	S	S	PS	S			PS	PS	PS	PS	PS
TIEMPO	P	P	P	P			P	T	T	P	T
OCURRENCIA	U	U	U	U			U	U	Mo	U	In
REVERSIBILIDAD	I	I	I	I			I	I		I	R
MITIGACIÓN	NM	NM	NM	NM			NM	M		M	M
EXTENSION	P	L	L	P			L	P	R	R	P

CARÁCTER:  
- = Negativo  
+ = Positivo

INTENSIDAD:  
MS = Muy significativo  
S = Significativo  
PS = Poco significativo

TIEMPO:  
T = Temporal  
P = Permanente

OCURRENCIA:  
U = Único  
In = Intermitente  
Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
R = Reversible  
I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
M = Mitigable  
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
P = Puntual  
L = Local  
R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

En el tendido del terraplén, será necesaria la compactación de las diferentes capas de materiales granulares para alcanzar el nivel de la rasante del proyecto. El material granular que se coloque modificará la composición natural del suelo modificando permanentemente las características físico químicas, lo que incrementará el proceso erosivo en la zona del proyecto, dado que disminuirá su capacidad de infiltración y el cambio en el uso de suelo será permanente, además la utilización de material pétreo para esta actividad, por lo que estos impactos son considerados como significativos, permanentes, únicos, irreversibles y no mitigables en el ámbito puntual.

En cuanto a los componentes ambientales de agua superficial, disposición de residuos los impactos se consideran poco significativos ya que la disposición adecuada de los residuos en los lugares ex profesos y autorizados disminuye considerablemente los efectos sobre el ecosistema que se tiene en el área del proyecto.

#### 4. Riegos asfálticos de impregnación y de liga, colocación de carpeta asfáltica.

CONSTRUCCIÓN											
RIEGOS ASFALTICOS DE IMPREGNACION Y DE LIGA, COLOCACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	R
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-				-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	MS	MS	PS	MS				PS	PS	PS	PS
<b>TIEMPO</b>	P	P	T	P				T	T	P	T
<b>OCURRENCIA</b>	U	U	In	U				In	Mo	U	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	I	R	I				R		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	NM	NM	M	NM				M		M	M
<b>EXTENSIÓN</b>	L	L	L	L				P	P	R	P

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

En esta parte final de la etapa constructiva en donde se realizan los riegos asfálticos será necesaria la compactación de las diferentes capas de materiales granulares que cumplan con los requisitos necesarios para su construcción para finalmente colocar la carpeta asfáltica. Dichas actividades modificarán permanentemente las características del suelo en el sitio del terraplén, dado que disminuirá su capacidad de infiltración. Por lo tanto,

el impacto ocasionado al suelo y el proceso erosivo se consideran significativos, permanentes, únicos, irreversibles y no mitigables.

La pavimentación del camino (modernización) considera las actividades de riego de impregnación, riego de liga y tendido de la carpeta asfáltica, que por su composición se convierten en áreas de afectación permanente, por lo que se considera impactos significativos en la explotación productos pétreos, por lo tanto, de manera significativa en el suelo, ya que se presentan en forma permanente, única, irreversible y no mitigables debido a la modificación de las características del mismo. Además, se considera que existe el riesgo potencial de derrames de productos asfálticos encauces de agua y suelo fuera del área de construcción.

Al modificar la composición natural del suelo con los materiales de la obra se anula completamente la permeabilidad del suelo, por consecuencia el impacto se considera significativo sobre aguas subterráneas; en cuanto a los demás impactos en agua, atmosfera, paisaje, disposición de residuos y ruido se consideran poco significativos debido a que las alteraciones en el entorno ya fueron realizadas en las actividades previas del proyecto.

### 5. Operación y mantenimiento de maquinaria y equipo.

CONSTRUCCIÓN											
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-		-		-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	PS	PS	S	PS		S		PS	MS	PS	S
<b>TIEMPO</b>	P	P	T			T		T	T	P	T
<b>OCURRENCIA</b>	U	U	In			In		U	Mo	U	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	R	R			R		I		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	NM	M	M			M		NM		M	M
<b>EXTENSION</b>	L	L	P			L		P	L	R	P

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

La maquinaria pesada y vehículos generarán gases de combustión que serán dispersados e integrados al aire. La calidad de los gases de combustión dependerá del mantenimiento que tenga cada equipo por lo que el impacto se considera significativo, aunque es principal el cambio continuo de aceite, filtros y bujías, que permiten bajos porcentajes de combustión de los combustibles que utilizan las unidades. Este impacto ambiental se evaluó como negativo, temporal, reversible con una intensidad significativa en y de extensión puntual.

Mientras que para los impactos que se pueden tener en suelo y por emisiones sonoras, se consideran poco significativos ya que se está estableciendo cumplir con la normatividad vigente y autorizada.

En cuanto al paisaje este se encuentra ya alterado por las actividades previas del proyecto, por lo que el impacto se considera como poco significativo.

Así mismo, en esta etapa se generarán residuos peligrosos (aceite lubricante gastado, sólidos impregnados de aceites lubricantes gastados, etc.) producto del mantenimiento, los cuales deberán ser controlados mediante prácticas adecuadas y destinados a lugares autorizados para su disposición. Por lo tanto, se considera como impacto temporal, generados en forma intermitente, irreversibles y mitigables.

6. *Transporte y disposición del material producto de corte y excavación.*

CONSTRUCCIÓN											
TRANSPORTE Y DISPOSICION DEL MATERIAL PRODUCTO DE CORTE Y EXCAVACION											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>	-	-	-	-		-		-	+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>	PS	PS	PS	PS		PS		PS	MS	MS	PS
<b>TIEMPO</b>	P	T	T	P		T		T	T	P	T
<b>OCURRENCIA</b>	U	U	In	U		In		U	Mo	U	In
<b>REVERSIBILIDAD</b>	I	R	R	I		R		I		I	R
<b>MITIGACIÓN</b>	M	M	M	M		M		M		M	M
<b>EXTENSION</b>	P	L	P	P		L		P	P	R	P

CARÁCTER:  
- = Negativo  
+ = Positivo

INTENSIDAD:  
MS = Muy significativo  
S = Significativo  
PS = Poco significativo

TIEMPO:  
T = Temporal  
P = Permanente

OCURRENCIA:  
U = Único  
In = Intermitente  
Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
R = Reversible  
I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
M = Mitigable  
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
P = Puntual  
L = Local  
R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

Es importante tener en cuenta los impactos negativos que puede originar la disposición final de los materiales producto de la limpieza, ya que pueden afectar la calidad del suelo, cambiar las escorrentías del agua pluvial y originar el desplazamiento de las especies animales a zonas más seguras, tomando en cuenta que la ubicación de los productos de corte y excavación puede afectar el sitio de residencia de animales de talla pequeña.

Durante la ampliación y modernización del tramo carretero se requerirá el transporte de materiales pétreos en camiones de volteo, desde el sitio del proyecto al banco de tiro determinado por la empresa constructora y deberá estar autorizado por la autoridad correspondiente, por lo que durante su transporte se generarán partículas suspendidas a lo largo de la trayectoria que se tenga que recorrer. Sin embargo, es importante considerar los impactos que este material sobrante puede generar por su inadecuada manipulación y disposición que pueden provocar impactos significativos.

Así mismo, se debe considerar este proyecto como una fuente de empleo ya que estas actividades requerirán de la contratación local de mano de obra no calificada, lo que representa un beneficio económico y social en términos de empleo inmediato y a corto plazo.

### 7. Obras complementarias (obras de drenaje menor).

CONSTRUCCIÓN											
OBRAS COMPLEMENTARIAS											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
CARÁCTER	-	-				-			+	-	
INTENSIDAD	PS	PS				PS			PS	PS	
TIEMPO	P	T				P			T	P	
OCURENCIA	U	U				U			Mo	U	
REVERSIBILIDAD	I	R				I				I	
MITIGACIÓN	NM	M				NM				M	
EXTENSION	P	L				L			P	L	

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.



La construcción de las obras complementarias (obras de drenaje menor), consiste en realizar excavaciones necesarias para la construcción de alcantarillas, cunetas, bordillos, lavaderos, para posteriormente rellenarlas, y se realizan de manera simultánea a la actividad de excavación y formación del cuerpo de terraplén.

El impacto significativo se observa en la tierra por la generación de residuos cuya inadecuada disposición puede generar contaminación de suelo principalmente. Así mismo, el manejo inadecuado de los materiales constructivos puede originar contaminación del aire y acarreo de materiales a los cuerpos de agua superficiales.

### 8. Colocación de señalamientos y pintura.

CONSTRUCCIÓN											
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTOS Y PINTURA											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
<b>CARÁCTER</b>									+	-	-
<b>INTENSIDAD</b>									PS	PS	PS
<b>TIEMPO</b>									T	P	T
<b>OCURRENCIA</b>									Mo	U	Mo
<b>REVERSIBILIDAD</b>										I	R
<b>MITIGACIÓN</b>										M	M
<b>EXTENSION</b>									P	L	L

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

En esta etapa las acciones se desarrollan sobre áreas previamente afectadas, por lo que no constituyen impactos ambientales adversos de importancia.

Es importante destacar la perturbación que se tiene a los habitantes de las localidades que se encuentran involucradas por el proyecto, y por el contrario, su colocación representa un beneficio permanente para la seguridad de los usuarios, además de resaltar el aspecto estético y de oportunidades que tiene la carretera para los mismos.

### Impactos positivos en la etapa de Construcción.

Durante el desarrollo de las diferentes actividades involucradas en la etapa de construcción se contratará personal para la ejecución de los trabajos. La demanda del tipo de mano de obra (calificada y no calificada) dependerá de las labores requeridas. Este impacto positivo es significativo debido a que su duración será durante el tiempo que dure el proyecto, pero tendrá beneficios inmediatos.

### ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

#### 1. Circulación de vehículos automotores.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
CARÁCTER		-	-			-		-	+	+	-
INTENSIDAD		PS	PS			PS		PS	MS	MS	PS
TIEMPO		P	P			P		P	P	P	T
OCURRENCIA		In	In			In		In	In	In	In
REVERSIBILIDAD		I	I			I		I			R
MITIGACIÓN		M	M			M		NM			M
EXTENSION		L	L			L		P	P	R	P

CARÁCTER:  
- = Negativo  
+ = Positivo

INTENSIDAD:  
MS = Muy significativo  
S = Significativo  
PS = Poco significativo

TIEMPO:  
T = Temporal  
P = Permanente

OCURRENCIA:  
U = Único  
In = Intermitente  
Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
R = Reversible  
I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
M = Mitigable  
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
P = Puntual  
L = Local  
R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

Se reconoce que la circulación de vehículos en la operación de los subtramos a ampliar y modernizar disminuirá ligeramente la calidad del aire por las emisiones que estos generan. No obstante, se trata de una zona abierta, por lo que la capacidad de dispersión de dichas emisiones en la zona es muy alta, reduciéndose al mínimo y de manera natural, por lo que dichas afectaciones al ambiente y a la salud humana, sean consideradas como poco significativas.

A nivel estético y de interés humano en lo relativo a paisaje se produce un impacto ambiental poco significativo debido a que parte del camino ya se encuentra en uso actualmente y su modernización y ampliación permitirá sólo el incremento del tránsito

vehicular y dará mayor accesibilidad a los pobladores y visitantes a las zonas adyacentes, por lo tanto, este impacto se considera como permanente, único, irreversible y no mitigable en una extensión local.

Cuando el camino este en operación, podría haber un incremento de residuos sólidos, sobre todo por los que deja la actividad humana, específicamente la basura generada por la gente que transite por el proyecto. La basura podría bloquear las escorrentías naturales y obras de drenaje, aunque este impacto sea poco significativo.

Así mismo, se tiene que pueden generarse perturbaciones a la fauna, debido a los riesgos de atropellamiento que existen por el tránsito vehicular del proyecto, sin embargo, se considera poco significativo ya que existirán señalamientos y reductores de velocidad para evitar este tipo de accidentes. La carretera como tal constituye una barrera física para las distintas especies de vertebrados (mamíferos pequeños y reptiles), generando el aislamiento de distintas especies de fauna presente en la zona.

El mayor impacto benéfico asociado a este proyecto a nivel regional, ya que implicará un transporte más eficiente de bienes y servicios, del mismo modo reducirá los tiempos de recorrido, así como a las demás localidades que conectan.

## 2. Mantenimiento y conservación de la carretera.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
CARÁCTER	-	-							+	-	-
INTENSIDAD	PS	PS							PS	PS	PS
TIEMPO	P	P							P	P	P
OCURRENCIA	In	In							In	In	In
REVERSIBILIDAD	I	I									I
MITIGACIÓN	M	M									M
EXTENSION	P	L							P	L	L

CARÁCTER:  
 - = Negativo  
 + = Positivo

INTENSIDAD:  
 MS = Muy significativo  
 S = Significativo  
 PS = Poco significativo

TIEMPO:  
 T = Temporal  
 P = Permanente

OCURRENCIA:  
 U = Único  
 In = Intermitente  
 Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:  
 R = Reversible  
 I = Irreversible

MITIGACIÓN:  
 M = Mitigable  
 NM = No mitigable

EXTENSIÓN:  
 P = Puntual  
 L = Local  
 R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

Las actividades de mantenimiento involucran reposición de señales que se encuentren en mal estado. Asimismo, la reparación de la tercería provocada por el tránsito vehicular y las condiciones meteorológicas pertenecientes al área del proyecto, se deben de retirar los materiales extraños como basura, desechos, etc.

La realización de esta actividad tendrá afectaciones que se darán principalmente sobre el tránsito vehicular, por el cierre temporal de los carriles y las maniobras realizadas por el personal, con el debido incremento en la carga vehicular, así como la pérdida económica y en tiempo que ello implica. Sin embargo, este impacto será por un periodo muy corto de tiempo y podrá mitigarse colocando la señalización adecuada. Ello, en contraste con los beneficios que aportarán estas acciones, proporcionará una mayor seguridad.

### 3. Mantenimiento a obras complementarias, señalización y pintura.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO											
MANTENIMIENTO A OBRAS COMPLEMENTARIAS, SEÑALIZACIÓN Y PINTURA											
IMPACTO	TI	AG	AT	ER	FL	FA	UT	ES	NC	SE	RU
CARÁCTER	-	+				-			+	-	
INTENSIDAD	PS	PS				PS			PS	PS	
TIEMPO	P	P							P	P	
OCURRENCIA	In	In							In	In	
REVERSIBILIDAD	I	I									
MITIGACIÓN	M	M									
EXTENSION	P	L							P	L	

CARÁCTER:

- = Negativo  
+ = Positivo

INTENSIDAD:

MS = Muy significativo  
S = Significativo  
PS = Poco significativo

TIEMPO:

T = Temporal  
P = Permanente

OCURRENCIA:

U = Único  
In = Intermitente  
Mo = Momentaneo

REVERSIBILIDAD:

R = Reversible  
I = Irreversible

MITIGACIÓN:

M = Mitigable  
NM = No mitigable

EXTENSIÓN:

P = Puntual  
L = Local  
R = Regional

AG= AGUA, TI=TIERRA, AT=ATMÓSFERA, ER=EROSIÓN FL=FLORA, FA=FAUNA, UT= USOS DEL TERRITORIO, ES=ESTÉTICO, NC=NIVEL ECONÓMICO, SE=SERVICIOS E INFRAESTRUCTURA, RU=RUIDO.

Los impactos ambientales pocos significativos son positivos por los beneficios que las obras de mantenimiento pueden traer a la población que utiliza el tramo carretero y a la de las poblaciones cercanas, mayor seguridad para los vehículos, mantener una vía de comunicación activa y en condiciones operables, y continuar con las mayores oportunidades de comercialización de los productos que ayudarán a mejorar la calidad de vida de la población actualmente.

Asimismo, el azolve de las obras de drenaje menor es un problema común en los caminos, ocasionando la obstrucción del flujo natural del agua. Por ello, las obras de drenaje requieren de mantenimiento, que asegure conservar las escorrentías naturales de la zona, y de esta manera también la fauna se ve beneficiada por la conectividad que se tiene entre los ecosistemas. Las actividades de mantenimiento involucran reposición de señales, defensas, postes y fantasmas que se encuentren en mal estado.

### **Impactos positivos en la etapa de operación y mantenimiento.**

El mayor beneficio de impactos positivos y que son significativos para los habitantes de las comunidades cercanas al área del proyecto dentro del Sistema Ambiental Regional y de otras localidades, se obtiene durante la etapa de operación y mantenimiento, puesto que con la operación de la carretera de contará con una infraestructura vial en buenas condiciones para el tránsito vehicular, lo que da mayor seguridad a los usuarios y mantendrá los beneficios citados referentes a la comercialización de productos y servicios, economía regional, transporte, y comunicación entre localidades.

### **Selección y descripción de los impactos significativos.**

#### **Etapa de Preparación del sitio.**

**Tabla 5.10 Descripción de los impactos significativos en la etapa de preparación del sitio.**

<b>PREPARACION DEL SITIO</b>		
<b>ACTIVIDAD</b>	<b>IMPACTO</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b>
<b>LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACIÓN</b>	Eliminación de la capa vegetal (hierbas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Durante el deslinde del terreno la presencia del personal y el desarrollo de esta actividad en donde el retiro de la vegetación se realiza a base de rastrilleo y de forma manual con machete, ocasionará la exposición de la superficie del suelo y/u horizonte, modificando su estructura y originando procesos erosivos. Asimismo, contribuye a la deforestación por la eliminación de especies herbáceas y existe mayor fragmentación del hábitat en el bosque de pino-encino, bosque mesófilo de montaña, matorral crasicale y vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña</li> </ul>
<b>DESMONTE Y DESPALME</b>	Incremento de riesgo a procesos erosivos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de la susceptibilidad a procesos erosivos del suelo y a su pérdida total.</li> <li>• Modificación de los patrones escurrimiento superficial y endurecimiento del suelo.</li> <li>• Disminución gradual de la velocidad de regeneración de vegetación natural original.</li> <li>• Gradual adelgazamiento y la pérdida paulatina de la fertilidad del suelo.</li> </ul>

PREPARACION DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	Eliminación de la capa vegetal.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eliminación de la cubierta vegetal y característica de la zona del proyecto, En el área se removerán <b>263,577</b> individuos, entre los que destacan: <i>Bursera fagaroides</i>, <i>Bouteloua sp.</i>, <i>Mammillaria magnimamma</i>, <i>Muhlenbergia sp</i>, <i>Parapolystichum glabellum</i>, <i>Phlebodium areolatum</i>, <i>Microsorium pustulatum</i>, <i>Microsorium diversifolium</i>, <i>Pteridium arachnoideum</i>, <i>Erigeron karvinskianus</i>, <i>Chenopodium album</i>, <i>Pteridium aquilinum</i>, entre otras. La descripción completa de las especies vegetales afectadas en el área de estudio se detalla en el capítulo IV. Es importante mencionar que, en el área del proyecto, no se encontraron individuos enlistados bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</li> <li>• Pérdida de suelo por remoción de cubierta vegetal, probable arrastre de partículas de material expuesto y cambio de sus propiedades fisicoquímicas.</li> <li>• Se modifica el uso de suelo y existe un cambio de la calidad debido a la alteración de su estructura.</li> <li>• Exposición de la superficie del suelo y/u horizonte, modifica estructura e incrementa los riesgos de erosión.</li> <li>• Contribuye a la deforestación por la eliminación de especies vegetales.</li> </ul>
	Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento de los niveles de polvo y partículas y gases de combustión de vehículos, maquinaria y equipo.</li> </ul>
	Contaminación de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El aporte de terrígenos asociados a estas actividades ocasiona modificaciones en la calidad del agua superficial, así como por los residuos sólidos producidos en el desmonte y despalme.</li> </ul>
	Perturbación y desplazamiento de la fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al modificar el hábitat natural la fauna se verá obligada a buscar nuevos refugios en zonas más seguras, con lo que se presentará un desplazamiento y se modificará el patrón de comportamiento, diversidad y distribución.</li> <li>• Es importante aclarar que a pesar de que se registran especies listadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 dentro del SAR, estas no se encuentran en el área del proyecto y por lo tanto ninguna se verá afectada por el desarrollo del mismo.</li> <li>• Modificación del patrón de comportamiento, diversidad y distribución de la fauna existente por la capa de suelo orgánico, eliminando nichos ecológicos y fuentes de alimento.</li> </ul>
	Modificación de paisaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modificación de la estructura y composición del paisaje, originado por la pérdida de la diversidad y densidad de la población vegetacional y la apertura de nuevos puntos focales que reducen la capacidad de absorción visual e incrementan la fragilidad visual del paisaje.</li> </ul>

PREPARACION DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>El manejo de maquinaria para la realización del proyecto tendrá emisiones de gases a la atmósfera, por encima de lo normal por el uso acostumbrado, aun teniendo en cuenta un el mantenimiento lo más adecuado.</li> <li>Aumento de los niveles de polvo y partículas de vehículos, maquinaria y equipo, lo cual provoca alteración en la calidad del aire.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el mantenimiento de la maquinaria y equipo los residuos peligrosos producto de esta actividad deberán hacerse su disposición en apego a lo establecido en la normatividad vigente, con la finalidad de evitar la disposición en suelo que se vería mermado en sus características y composición.</li> </ul>
	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>La operación continua de los equipos y maquinarias ocasionaran niveles sonoros que pueden provocar malestar a los trabajadores, así como también a la fauna presente en el área del proyecto, para lo cual se debe de apegar a lo establecido en la normatividad vigente.</li> </ul>
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE LA LIMPIEZA	Modificación de características del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación del suelo por traslado de materiales sólidos, esta actividad favorece procesos erosivos.</li> <li>Compactación por disposición de residuos sólidos y tránsito de camiones de acarreo.</li> </ul>
	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de los niveles de polvo, partículas y gases de combustión de vehículos automotores que operarán en las actividades de transporte y disposición de residuos vegetales.</li> </ul>
	Disposición de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El transporte y disposición de los residuos producto de la limpieza del terreno deberá hacerse en apego a lo establecido por las medidas de mitigación, con la finalidad de evitar la disposición en suelo que se vería mermado en sus características y composición, lo que facilitaría el proceso erosivo y para evitar el deterioro en la calidad del aire por emisión de gases de combustión por el uso de maquinaria y equipo de construcción y por vehículos de transporte y carga.</li> </ul>

### Etapa de Construcción.

Tabla 5.11 Descripción de los impactos significativos en la etapa de construcción.

CONSTRUCCION		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
EXCAVACIÓN Y CORTE	Modificación de características fisicoquímicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cambio en la morfología original del terreno, lo que origina desestabilización de laderas y un incremento de riesgo por derrumbes o deslaves.</li> <li>Contaminación del suelo por traslado de materiales sólidos. Se favorecen procesos erosivos.</li> </ul>

CONSTRUCCION		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
	Incremento en el riesgo de Erosión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los cortes favorecen los procesos erosivos en los taludes, por el cambio de las características y composición del suelo.</li> <li>Pérdida de suelo y modificación permanente de sus características y composición en toda la superficie de los terraplenes.</li> </ul>
	Modificación del drenaje superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminación de la capacidad del suelo para captar el agua pluvial y de escurrimientos superficiales a lo largo de la carretera.</li> <li>El aporte de terrígenos asociados a estas actividades ocasiona modificaciones en la calidad del agua, así como por los residuos sólidos generados.</li> <li>Perturbación en las escorrentías y calidad natural del agua por sólidos provenientes del suelo.</li> </ul>
	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aumento de los niveles de polvo y partículas y gases de combustión de vehículos, maquinaria y equipo.</li> </ul>
	Desplazamiento de la fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los cortes que se realizan terminan con nichos ecológicos que pudieron haber sido salvados.</li> <li>Incrementa la pérdida de hábitats para animales de talla pequeña que sean propiamente de hábitos subterráneos.</li> <li>Desplazamiento de la fauna a causa de las actividades y alteraciones de la zona donde se tendrá el proyecto.</li> </ul>
	Modificación del paisaje.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación de la estructura y composición del paisaje, originado por la apertura de nuevos puntos focales que reducen la capacidad de absorción visual e incrementan la fragilidad visual del paisaje.</li> <li>Modificaciones de manera irreversible del relieve.</li> </ul>
	Disposición de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El transporte y disposición de los residuos producto de los cortes deberá hacerse en apego a lo establecido por las medidas de mitigación, con la finalidad de evitar la disposición en suelo que se vería mermado en sus características y composición.</li> </ul>
<b>TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DEL MATERIAL PRODUCTO DE CORTE Y EXCAVACIÓN</b>	Modificación del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Modificación de la estructura y composición del paisaje por su integración al medio en las áreas donde se van a depositar los materiales producto de las excavaciones y cortes.</li> </ul>
	Afectación a la fauna.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los sitios para la disposición del material pueden afectar a las comunidades animales, si no se tiene un adecuado manejo de los productos de residuo.</li> </ul>
	Disposición de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La disposición final inadecuada de los residuos, que se realice de forma directa en el suelo modificará su calidad.</li> </ul>
<b>PREPARACIÓN DE LA CAMA DE CORTE Y CUERPO DE TERRAPLÉN</b>	Modificación permanente en las propiedades fisicoquímicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Esta actividad modificará el relieve de la zona del proyecto, debido a la pérdida definitiva de la vegetación y eliminación de horizontes superficiales del suelo, modificando el patrón de escurrimiento superficial, gastos de cauces y tasa de deposición de sedimentos.</li> </ul>



CONSTRUCCION		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Favorecen los procesos erosivos en toda la superficie de los terraplenes por el cambio de las características y composición del suelo.</li> </ul>
	Explotación de banco de material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aún no están definidos, debido a que la mayoría de las veces la empresa contratista cambia la ubicación de la extracción, sin embargo, la empresa contratista que ejecute la obra será la responsable de tramitar las autorizaciones en materia de impacto ambiental de dichos bancos de materiales. Las áreas destinadas para este fin estarán desprovistas de vegetación y se impondrán en áreas abiertas, cuidando no perjudicar la vegetación nativa de la zona.</li> </ul>
	Modificación del drenaje superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Eliminación de la capacidad del suelo para captar el agua pluvial y de escurrimientos superficiales a lo largo de la carretera.</li> <li>El aporte de terrígenos asociados a estas actividades ocasiona modificaciones en la calidad del agua, así como por los residuos sólidos generados.</li> <li>Perturbación en las escorrentías y calidad natural del agua por sólidos provenientes del suelo.</li> </ul>
	Modificación del paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apertura de nuevos puntos de vista y remates visuales lo que produce una fragilidad en el paisaje.</li> </ul>
<b>COLOCACIÓN DE LA CAPA SUB - RASANTE, SUB-BASE Y BASE HIDRÁULICA</b>	Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El material granular que se coloque modificará la composición natural del suelo, por la pérdida definitiva de la cubierta vegetal.</li> </ul>
	Incremento en el riesgo de erosión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incrementará el proceso erosivo en toda la superficie donde se colocará la capa subrasante.</li> </ul>
	Explotación de bancos de material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El material granular que se coloque modificará la composición natural del suelo. Se hará uso de bancos de préstamo cercanos al área del proyecto.</li> </ul>
<b>RIEGOS ASFÁLTICOS DE IMPREGNACIÓN Y DE LIGA. COLOCACIÓN DE CARPETA</b>	Modificación de las propiedades fisicoquímicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El material asfáltico que se coloque modificará permanentemente la composición natural del suelo, capacidad de retención, patrón de escurrimiento superficial.</li> </ul>
	Incremento en el riesgo de erosión.	<ul style="list-style-type: none"> <li>El material asfáltico que se coloque modificará permanentemente la composición natural del suelo y se incrementará el proceso erosivo en toda la superficie.</li> </ul>
<b>COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTOS Y PINTURA</b>	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos peligrosos producto de esta actividad deberán hacerse su disposición en apego a lo establecido en la normatividad vigente y autorizada por la autoridad correspondiente, con la finalidad de evitar la disposición en suelo que se vería mermado en sus características y composición.</li> </ul>

CONSTRUCCION		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO	Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>El manejo de maquinaria para la realización del proyecto tendrá emisiones de gases a la atmosfera, por encima de lo normal por el uso acostumbrado, aun teniendo un mantenimiento adecuado.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>En el mantenimiento de la maquinaria y equipo los residuos peligrosos de aceite lubricante gastado y sólidos impregnados de aceite lubricante gastado producto de esta actividad, deberán hacerse su disposición en apego a lo establecido en la normatividad vigente, con la finalidad de evitar la disposición en suelo que se vería mermado en sus características y composición.</li> </ul>
	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>La operación continua de los equipos y maquinarias ocasionaran niveles sonoros que pueden provocar malestar a los trabajadores, así como también a la fauna presente en el área del proyecto, para lo cual se debe de apegar a lo establecido en la normatividad vigente.</li> </ul>

### Etapa de operación y mantenimiento.

Tabla 5.12 Descripción de los impactos significativos y en la etapa de operación y mantenimiento.

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO
CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES	Calidad del aire.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Debido a la modernización y ampliación de la carretera actual, la circulación (aunque no incrementará en un nivel demasiado alto) si tendrá actividad de automotores que provocará un aumento en las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera, aunque de forma poco significativa.</li> </ul>
	Perturbación a la fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Disminución de las poblaciones silvestres y pérdida prematura de individuos por aislamiento, reducción de su territorio, alteración del hábitat y riesgos de atropellamiento.</li> <li>Modificación del comportamiento de la fauna silvestre que se distribuye en las inmediaciones del camino, afectación probable por disposición inadecuada de materiales o residuos peligrosos.</li> <li>Se generarán barreras que interrumpirán las pautas de desplazamiento y comportamiento de la fauna existente en la zona a ocupar por el desarrollo del proyecto.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Incremento de residuos sólidos, sobre todo por los que deja la actividad humana, específicamente la basura generada por la gente que transite por el proyecto.</li> </ul>
MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS	Contaminación a suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contaminación a suelo por la generación de desechos sólidos.</li> </ul>

#### V.4. Impactos residuales.

**Impactos Residuales.** Aquellos que, a pesar de haberse aplicado medidas de mitigación ejercen un impacto sobre el medio ambiente.

Tabla 5.13 Análisis de los impactos ambientales y delimitación del área de predominio.

TIPO DE IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO(S)	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE PREDOMINIO
<b>RESIDUAL</b>	<b>FLORA</b>	<p>Cambios locales de temperatura, precipitación y humedad provocados por la remoción de flora.</p> <p>Modificación en la estructura y composición del paisaje, intrusión visual.</p>	<p>El proyecto afectará un área total por obras de ampliación y modernización 10.81 ha y consistirá en el despeje de la vegetación existente de tipo vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule, bosque de pino-encino, vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña y vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña, en el área adyacente de la carretera actual, con objeto de evitar la presencia de material vegetal en la obra, impedir daños en la misma y permitir buena visibilidad, de acuerdo con lo fijado en el proyecto y/o lo ordenado por la Secretaría de Comunicaciones y Transporte.</p>
	<b>FAUNA</b>	<p>Perturbación a la fauna.</p> <p>Efecto barrera, cambio en el libre traslado y riesgo de atropellamiento de la fauna silvestre.</p> <p>Desplazamiento de especies.</p>	<p>Se verá afectada a lo largo de la carretera y en la zona adyacente al área del proyecto.</p>

#### V.5. Impactos acumulativos.

**Impactos Acumulativos.** Son aquellos resultantes del impacto incrementado de la acción propuesta sobre algún recurso común cuando se añade a acciones pasadas, presentes y razonablemente esperadas en el futuro.

Tabla 5.14 Análisis de los impactos ambientales y delimitación del área de predominio.

TIPO DE IMPACTO	FACTOR AMBIENTAL	IMPACTO(S)	DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE PREDOMINIO
ACUMULATIVO	SUELO	<p>Pérdida de suelo por remoción de cubierta vegetal.</p> <p>Incremento en el riesgo de erosión</p> <p>Cambio de uso de suelo.</p> <p>Cambio en la morfología y relieve</p> <p>Alteración en la estructura del suelo y compactación por tránsito vehicular.</p>	<p>Las áreas de afectación de acuerdo al uso actual de suelo son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Área de vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule 1.60 ha.</li> <li>• Área de afectación de bosque de pino en 0.05 ha.</li> <li>• Área de bosque de pino – encino en 9.46 ha.</li> <li>• Área de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con 5.04 ha.</li> <li>• Área de Vegetación secundaria arbustiva del bosque mesófilo de montaña en 0.73 ha.</li> </ul>
	FLORA	Disminución de cobertura vegetal.	<p>Se retirarán <b>263,577</b> individuos, entre los que destacan: <i>Bursera fagaroides</i>, <i>Bouteloua sp.</i>, <i>Mammillaria magnimamma</i>, <i>Muhlenbergia sp.</i>, <i>Parapolystichum glabellum</i>, <i>Phlebodium areolatum</i>, <i>Microsorium pustulatum</i>, <i>Microsorium diversifolium</i>, <i>Pteridium arachnoideum</i>, <i>Erigeron karvinskianus</i>, <i>Chenopodium album</i>, <i>Pteridium aquilinum</i>, entre otras. La descripción completa de las especies vegetales afectadas en el área de estudio se detalla en el capítulo IV. Es importante mencionar que en el área del proyecto, no se encontraron individuos enlistados bajo alguna categoría dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
	FAUNA	<p>Desplazamiento de la fauna.</p> <p>Pérdida de hábitats.</p> <p>Efecto barrera y borde para las especies.</p> <p>Modificación del patrón de comportamiento, diversidad y distribución de la fauna.</p>	Se verá afectado a lo largo del tramo carretero y la zona adyacente del área del proyecto.
	ESTÉTICO	<p>Modificación en la estructura y composición del paisaje.</p> <p>Incremento de la fragilidad del paisaje.</p>	Se verá afectado a lo largo del tramo carretero y la zona adyacente del área del proyecto.

## V.6. Conclusiones.

Finalmente, se determina que los impactos generados por el proyecto “*Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560*”, el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, generará los siguientes impactos:

### IMPACTOS SOBRE SUELO.

Con la evaluación de este indicador de determinaron las probables alteraciones que se pueden presentar con la realización de esta obra y algunos de ellos son:

TIPO	IMPACTO
<b><i>Incremento al riesgo de erosión.</i></b>	Al remover la capa vegetal el suelo quedará expuesto a los agentes erosivos y se modificarán las características originales del mismo, de igual manera se afectará la topografía con la pérdida del relieve natural del suelo por los cortes, terraplenes, nivelaciones, compactaciones y de más trabajos requeridos para la construcción del camino. La realización de cortes y terraplenes aunados a las pendientes presentes en algunos puntos del trazo coadyuvará en la inestabilidad de laderas y terraplenes.
<b><i>Modificación en patrones de escurrimiento superficial.</i></b>	Se impedirá principalmente el drenaje vertical, de igual forma se disminuirá la infiltración en el área no asfaltada, adyacente al trazo, en consecuencia, la velocidad del escurrimiento superficial se incrementará. Por otra parte, el acarreo de materiales a granel generará polvos fugitivos que podrán afectar la vegetación adyacente al trazo y predisponer estas áreas a la erodabilidad. Con la operación del proyecto se contaminará el suelo contiguo a la vialidad por posibles accidentes, derrames, fugas, inadecuada disposición de residuos, y materiales contaminantes por parte de los usuarios.
<b><i>Alteración del relieve del terreno.</i></b>	Los terrenos a lo largo del desarrollo del proyecto tienen como característica topográfica la uniformidad de su relieve plano, por ello el desarrollo de la vialidad, necesariamente modificará el patrón original de la topografía y de manera irreversible.
<b><i>Alteración de la calidad del suelo.</i></b>	La calidad del suelo puede verse afectada negativamente a lo largo del trazo del proyecto, particularmente en la etapa de construcción de la vialidad. El impacto no alcanza niveles importantes de residualidad, aunque su efecto tendrá una mayor intensidad como consecuencia de la calidad ambiental de sus ecosistemas.

TIPO	IMPACTO
<b>Modificación del drenaje superficial.</b>	El trazo general del proyecto necesariamente incide de manera negativa en el patrón actual de drenaje superficial, si bien esto ocurrirá específicamente en el área de afectación directa de la vialidad, puede alcanzar niveles de significancia, lo que obliga a ajustar el diseño a patrones estrictos que abatan el nivel de residualidad del impacto.

### IMPACTOS A LA ATMÓSFERA.

TIPO	IMPACTO
<b>Calidad del aire.</b>	Las emisiones de gases contaminantes a la atmósfera generadas por la circulación de vehículos automotores impactarán de forma poco significativa en la calidad del aire, ya que, con las medidas de mitigación consideradas, se reducirá su vulnerabilidad.

### IMPACTOS SOBRE LA FLORA.

TIPO	IMPACTO
<b>Pérdida de vegetación.</b>	El efecto más inmediato y directo del proyecto, de acuerdo a la carta de uso de suelo en el área del proyecto y en los terrenos adyacentes al subtramo carretero será la perturbación de la vegetación de tipo bosque de pino-encino, agricultura de temporal anual, pastizal inducido y asentamientos humanos. De las 16.83 has de afectación total registradas para el proyecto, la mayor parte de la superficie corresponde a bosque de pino – encino con 9.46 has, seguido de la Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña con 5.04 ha. En estas unidades vegetales el total de individuos a derribar por la modernización y ampliación del tramo carretero, son <b>263,577</b> individuos. En síntesis, la eliminación de vegetación de estas comunidades vegetacionales y los elementos que la componen producirá un impacto ambiental negativo, localizado sobre el trazo del camino, permanente e irreversible.
<b>Efecto borde.</b>	Los efectos de borde contribuirán a la interrupción en la continuidad de vegetación en el área del proyecto, en áreas adyacentes al camino actual. La pérdida y fragmentación de hábitats son los impactos más destacados de la construcción del proyecto; así como la pérdida y fragmentación de áreas naturales y, como consecuencia la reducción de poblaciones que la ocupan. No obstante, a lo largo de todo el eje del camino propuesto, los asentamientos humanos, así como las actividades antropogénicas que desarrollan ya han generado un efecto de borde significativo, dividiendo manchas de vegetación remanente en el SAR.
<b>Pérdida de bosque en corredores biológicos.</b>	La presencia de bosque de pino – encino y de vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña en el SAR, en distintos estados de conservación, con diversas comunidades vegetacionales, propicia que funcione como corredor biológico en áreas conformadas por grandes bloques de

TIPO	IMPACTO
	<p>vegetación o microambientes como laderas y cañadas, particularmente poco frecuentadas por los habitantes del SAR.</p> <p>Estas zonas serían principalmente importantes para mantener los procesos demográficos y el intercambio genético dentro de las poblaciones de vertebrados mayores y/o mamíferos que se desplazan por estas áreas, ofreciendo refugio y alimento para la fauna. Por otro lado, la interrupción de estos corredores afectará no sólo a la fauna, sino que también puede impactar la dinámica de la vegetación al disminuir la dispersión de semillas y polinización entre microambientes y hábitats naturales.</p> <p>El efecto de la ampliación y modernización de carretera en estos corredores será directo, permanente y acumulativo, y podrá ser reversible y sujeto a mitigación a través de planes de revegetación durante la etapa constructiva.</p>

### IMPACTOS SOBRE LA FAUNA.

TIPO	IMPACTO
<b><i>Disminución de hábitats.</i></b>	<p>Se disminuirá el hábitat disponible para la fauna (áreas de reproducción, alimentación, descanso, refugio, etc.) dentro de las áreas a afectar y área de influencia. Por otra parte, las actividades de preparación del sitio, constructivas y demás actividades requeridas para el desarrollo del proyecto afectarán la abundancia y distribución local de especies de fauna silvestre, por la circulación vehicular, la presencia humana, cambios del paisaje, establecimiento de estructuras, el ruido, vibraciones generados por la maquinaria y equipo de combustión interna. En consecuencia, la fauna asociada a esta vegetación deberá migrar a otras áreas que garanticen condiciones similares a las originales, y sólo algunos individuos se adaptarán a las nuevas condiciones.</p>
<b><i>Atropellamientos.</i></b>	<p>Con el establecimiento y operación de la carretera, casi ninguna especie de fauna silvestre terrestre estará exenta de riesgo de muerte accidental a causa de la constante circulación vehicular, algunas de ellas son particularmente vulnerables, especies con amplios rangos de desplazamiento deberán cruzar la carretera y serán especialmente vulnerables a colisionar con los vehículos en circulación. Por otra parte, las superficies pavimentadas almacenan calor creando “islas de calor” que atraen especies como reptiles y algunas aves.</p>
<b><i>Fragmentación de hábitats.</i></b>	<p>La fragmentación de hábitats dificulta a las especies encontrar fuentes de alimento, agua, refugio y parejas, con la consecuente perturbación en las pautas de comportamiento natural, a la adaptación a sus hábitats, patrones de desplazamiento, búsqueda de alimento, éxito reproductivo, reacción de escape y al uso de espacios concretos para el desarrollo de sus funciones biológicas, etc.; sin embargo, el efecto negativo para la mayoría de las especies, puede disminuir su nivel de residualidad, por lo que el impacto es mitigable.</p>

TIPO	IMPACTO
<b><i>Barreras para la movilidad de las especies.</i></b>	La movilidad de las especies terrestres será afectada de manera negativa, particularmente en el área de influencia del proyecto, como consecuencia de la modernización y ampliación de la carretera. El impacto no rebasará este espacio, sin embargo, su carácter residual es evidente. No se considera que el impacto alcance niveles de significancia ya que su efecto no incidirá de manera negativa sobre la capacidad de adaptación de las poblaciones que se verán obligadas a utilizar nuevas rutas de tránsito. El impacto es mitigable.

## IMPACTOS SOBRE PAISAJE.

Así mismo, con lo antes mencionado, se evaluó que como consecuencia de la construcción de la vialidad este indicador sufrirá impactos por el deterioro de la calidad estética, cambio y fragmentación del paisaje natural ocasionados principalmente por el desmonte, cortes, terraplenes, por lo que la construcción de la vialidad en sí misma, supone un impacto paisajístico sobre todo en una parte del trazo que se ubicará en un ambiente natural que no ha sufrido alteraciones con infraestructura local ni edificaciones.

## IMPACTOS SOCIOECONÓMICOS

Con la modernización y ampliación del proyecto, se contratará personal para la ejecución de los trabajos, esto es, la creación de empleos temporales y permanentes. Así mismo, se incrementará la calidad de vida de los pobladores, mejorando la viabilidad y comunicación de las localidades entre sí, así como la comercialización de sus productos, con ello, se tiene una disminución importante en los tiempos de traslado hacia los diferentes puntos, asimismo es bien comprendido que las vías de comunicación son una de los principales detonantes que beneficia el crecimiento de las economías gracias a una mejor comercialización y distribución de servicios bienes y consumos lo cual al paso del tiempo se ve reflejado en la calidad de vida de sus pobladores.

Es innegable que el proyecto tiene impactos adversos en el medio donde se insertará, sin embargo, la mayoría de los impactos se darán en la etapa de preparación del sitio y construcción, lo que hace que los impactos sean temporales y generalmente puntuales. Si a estos impactos asociamos las medidas de mitigación que se adoptarán y las que las autoridades emitirán, el impacto global del proyecto se verá mitigado sustancialmente.



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

### **VI.1. Descripción de la medida o programa de medidas de mitigación o correctivas por componente ambiental.**

El desarrollo de la *“Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”* comprende actividades que modifican las condiciones naturales del entorno hacia un nuevo estado, dichas modificaciones pueden ser positivas o negativas, e inciden sobre los componentes físicos, biológicos y socioeconómicos del Sistema Ambiental Regional y Área de influencia delimitadas.

El conocer las modificaciones que tendrán lugar durante la realización de un proyecto permite determinar la magnitud, duración y extensión de las mismas, por lo tanto, se hace a la vez posible proponer medidas que permitan atenuar los efectos producidos por las actividades relacionadas al proyecto sobre el medio natural y socioeconómico.

Considerando lo anterior, la información proporcionada en este estudio con respecto al medio físico y biológico e identificación y evaluación de los impactos ambientales permite obtener la información necesaria para determinar los impactos adversos que resultan significativos y residuales, para diseñar las medidas de control, mitigación y compensación de estos impactos ambientales.

Para este estudio, se identificaron medidas de mitigación generales que deberán llevarse a cabo para garantizar que el costo ambiental durante la ejecución del proyecto sea el menor posible en el entorno inmediato, y en el Sistema Ambiental Regional.

El conjunto de acciones para aminorar o eliminar el impacto de las amenazas, mediante la reducción de la vulnerabilidad física, funcional o social del sistema para este proyecto, así como la supervisión y seguimiento de las mismas, podrán mantener en grado óptimo el equilibrio ambiental bajo el cual se encuentran actualmente tanto los componentes como los procesos que se presentan dentro del área de estudio. Sin embargo, es importante mencionar que el desarrollo de este proyecto, como todo este tipo de infraestructura, conlleva la modificación sustancial de algunos componentes más que otros.

La importancia de las medidas de mitigación en el área del proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, se origina de las distintas consideraciones ambientales y económicas realizadas mediante las inspecciones en campo y la información recabada de diversas fuentes escritas. De manera adicional, la inclusión de medidas de prevención permite evitar los efectos de los impactos ambientales al inicio de la obra.

Otras acciones para prevenir impactos se aplican mediante las medidas de mitigación de rehabilitación y compensación, las cuales disminuirán los impactos significativos por tipo de actividad. Estas medidas de mitigación serán específicas para las acciones relacionadas con las diversas etapas del proyecto.

En los siguientes cuadros, se describen las medidas de prevención, remediación, rehabilitación, compensación y reducción de las etapas donde se producen impactos ambientales:

## ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.

**Cuadro 6.1. Programa de medidas para la Etapa de Preparación del Sitio.**

PREPARACIÓN DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>LIMPIEZA, TRAZO Y NIVELACIÓN</b>	Eliminación de la capa vegetal (hierbas).	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la quema de la vegetación que será removida.</li> <li>Evitar el uso de herbicidas para realizar el desmonte en las zonas con maleza.</li> </ul>
<b>DESMONTE Y DESPALME</b>	Eliminación de la capa vegetal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar la quema de la vegetación que será removida.</li> <li>Evitar fogatas.</li> <li>En ninguna circunstancia se utilizará fuego, ni productos químicos (herbicidas), para realizar el desmonte o para eliminar la vegetación talada y recogida en las diversas áreas del proyecto que son limpiadas para la ampliación y modernización de la carretera.</li> <li>Reutilización del material de desmonte y despálme para actividades posteriores, como arroje de taludes, revegetación y/o plantación, etc.</li> <li>Queda prohibido desmontar vegetación fuera de los límites del área del proyecto en estudio.</li> <li>Implementar un Programa de Rescate y Reubicación de Flora. Se deberá capacitar a los trabajadores para llevar a cabo las acciones establecidas en el programa.</li> </ul>

PREPARACIÓN DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>DESMONTE Y DESPALME</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para compensar la vegetación que será eliminada por las actividades de desmonte y despálme en el área del proyecto, se deberán implementar actividades de plantación con especies nativas de la región en áreas próximas al proyecto desprovistas de vegetación.</li> <li>• Supervisar que, durante la plantación, el suministro y siembra de las especies vegetales se realice de acuerdo con las especificaciones de especie, altura, diámetro, separación y ubicación de ejemplares.</li> <li>• Se promoverá la instalación de viveros con las especies vegetales rescatadas para posteriormente ser reubicadas, en apego a las acciones contempladas en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.</li> <li>• Introducir vegetación nativa en caso de que las especies rescatadas del desmonte no sean suficientes.</li> <li>• Determinar si los desechos vegetales producto de las actividades de desmonte y despálme pueden ser utilizados en composteo. De ser factible se implementará un Programa de Composteo.</li> <li>• Los responsables del proyecto deben capacitar a sus trabajadores para respetar la flora silvestre.</li> <li>• Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas a la zona de trabajo.</li> </ul>
	Perturbación y desplazamiento de la fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementar un Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna. Se deberá capacitar a los trabajadores para llevar a cabo las acciones establecidas en el programa.</li> <li>• No se practicará la cacería, captura y comercialización con especies silvestres que se lleguen a encontrar durante la preparación del sitio. Tampoco se ahuyentará a la fauna terrestre que se encuentre cerca, por medio de persecución y de ser posible efectuar captura y liberación de vertebrados en sitios adecuados, principalmente de animales que presentan desplazamientos cortos o lentos.</li> <li>• Se recomienda que 30 minutos antes de empezar a desmontar el sitio, una persona deberá de pasar primero por el lugar haciendo ruido con un silbato para que los animales se espanten y puedan escapar antes de empezar a desmontar.</li> <li>• Realizar el desmonte y despálme de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna.</li> <li>• Se recomienda que las actividades de desmonte y despálme deban quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.</li> <li>• Restituir vegetación en los linderos del área del predio para crear nuevamente un hábitat para la fauna silvestre.</li> <li>• Colocar señalizaciones apropiadas para que los usuarios y trabajadores eviten el maltrato a los animales de la zona.</li> </ul>

PREPARACIÓN DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>DESMONTE Y DESPALME</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacitar a los trabajadores para evitar el deterioro del entorno al realizar las actividades constructivas.</li> </ul>
	Incremento de riesgo a procesos erosivos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar en medida de lo posible, la remoción innecesaria de tierra, y la que sea extraída se deberá depositar en sitios establecidos para tal fin o reutilizarla en otras actividades constructivas dentro de la obra.</li> <li>• Implementar un Programa de Protección y Conservación de Suelos, con la finalidad de permitir la restauración de las zonas perturbadas ocasionadas por las actividades de desmonte y despálme.</li> <li>• Programar, dentro de lo posible, las actividades de desmonte y despálme, en época de estiaje, para evitar la erosión hídrica, en los terrenos que se esté trabajando.</li> <li>• Inducir vegetación nativa en áreas aledañas a las desmontadas para detener la erosión.</li> <li>• Reutilización del material de desmonte y despálme para actividades posteriores, como arroje de taludes, reforestación, revegetación y salidas de las alcantarillas, etc.</li> <li>• Tener especial cuidado en el manejo del material seco, ya que su acumulación puede contribuir o facilitar un incendio forestal.</li> </ul>
	Contaminación atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humedecer la superficie a excavar para evitar partículas suspendidas (polvo). En ningún caso se aceptará el riego de aceite quemado, para atenuar este efecto.</li> <li>• No se permitirá la quema de desechos vegetales producto del desmonte y despálme. Se deberá realizar una estricta vigilancia para evitar estos hechos.</li> <li>• Tener especial cuidado en el manejo del material vegetal seco, ya que su acumulación puede contribuir o facilitar un incendio forestal.</li> <li>• Implementar actividades de plantación con especies nativas en áreas desprovistas de vegetación cercanas a la zona del proyecto.</li> </ul>
	Contaminación de agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalar baños portátiles para uso de los trabajadores involucrados en las actividades constructivas. Éstos deberán ser supervisados constantemente para su adecuado uso, limpieza y mantenimiento.</li> <li>• Implementar actividades de plantación con especies nativas en las zonas donde se haya modificado el drenaje superficial a fin de reducir la erosión.</li> <li>• Cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo y el arrastre de material orgánico.</li> </ul>
	Modificación de paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer vegetación a ambos lados del trazo carretero, al concluir las obras. Con la implementación de actividades de plantación con especies nativas, se integrarán los sitios afectados más rápidamente con el paisaje circundante.</li> </ul>

PREPARACIÓN DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA Y EQUIPO</b>	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los vehículos y maquinaria pesada empleados en las actividades constructivas deberán cumplir con lo estipulado en las NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006.</li> <li>• Todos los vehículos que participen en las actividades constructivas contarán con verificación vehicular.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las reparaciones mecánicas que se le realicen a la maquinaria, forzosamente deberán de efectuarse en el sitio destinado a taller.</li> <li>• Contar con un área para almacenar temporalmente los residuos peligrosos generados, colocando contenedores impermeables con tapa.</li> <li>• Los residuos sólidos y líquidos peligrosos generados durante el mantenimiento del equipo y maquinaria deberán ser manejados como lo establece la normatividad ambiental correspondiente y deberán ser enviados a disposición final a través de empresas autorizadas por las autoridades competentes.</li> <li>• Contar con un plan de contingencias para la protección de los suelos en caso de derrames accidentales de combustible u otros riesgos inherentes.</li> </ul>
	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vehículos empleados en la obra deberán cumplir con la NOM-SEMARNAT-080-1994.</li> <li>• El personal que trabaje en las actividades constructivas deberá contar con equipo de protección para las vías respiratorias, así como protectores de ruido.</li> <li>• La maquinaria empleada en la obra deberá de recibir afinación y mantenimiento, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado.</li> </ul>
<b>TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DE MATERIAL PRODUCTO DE LA LIMPIEZA</b>	Modificación de características del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringir la circulación de maquinaria y vehículos fuera del polígono del proyecto, ya que se produciría un impacto de naturaleza negativa sobre estos sitios.</li> <li>• Consignar los residuos generados sólo en los lugares autorizados, para su correcta disposición final.</li> </ul>
	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>• El transporte de material vegetal se deberá de realizar en camiones de volteo, sin que el material sobrepase las paredes del platón y cubrirlo con una lona que caiga 30 cm de lado a lado y por la parte de atrás, para evitar el levantamiento de polvo durante su transporte o la pérdida por caída de material.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realizar actividades de recolección y clasificación de desechos sólidos, así como instalar botes y/o contenedores para el almacenamiento temporal residuos sólidos, vigilando su transportación periódica al relleno sanitario autorizado más cercano.</li> </ul>

PREPARACIÓN DEL SITIO		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS DE MITIGACIÓN
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover el reciclaje de residuos sólidos urbanos (basura) generados por los trabajadores involucrados en la obra. Aquellos que no puedan ser reciclados, deben ser separados.</li> </ul>

## ETAPA DE CONSTRUCCIÓN.

Cuadro 6.2. Programa de medidas para la Etapa de Construcción.

CONSTRUCCIÓN		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS A OBSERVAR
<b>EXCAVACIÓN, CORTE Y RELLENOS</b>	Modificación de características fisicoquímicas del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se debe de restringir la circulación de maquinaria y vehículos fuera del ancho del camino en estudio, ya que se produciría un impacto de naturaleza negativa sobre estos sitios y conservar la estructura vegetal del Sistema Ambiental Regional y el área de influencia del proyecto.</li> <li>Evitar, en la medida en lo posible, la remoción innecesaria de tierra, y la que sea extraída se deberá de depositar en los bancos de tiro o reutilizarla.</li> </ul>
	Incremento en el riesgo de erosión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar terraceo provisional para evitar desplazamiento de suelo a otras zonas no afectadas.</li> <li>Al término de las obras se deberá limpiar el terreno y adicionar una capa de tierra vegetal.</li> <li>Establecer un programa de revegetación con especies nativas en las áreas aledañas a los cortes para detener la erosión.</li> <li>Supervisar que, durante la plantación, el suministro y siembra de las especies vegetales se realice de acuerdo con las especificaciones de especie, altura, diámetro de tronco, separación y ubicación de ejemplares.</li> <li>Programar las obras en época de estiaje para evitar la erosión hídrica.</li> <li>Suavizar las pendientes de los cortes y terraplenes, y cubrir posteriormente con suelo fértil procurando aprovechar el que se removió durante el despalme.</li> </ul>
	Modificación del drenaje superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedecer la superficie a excavar para evitar que partículas suspendidas (polvo) azolven cuerpos de agua y escorrentías obstruyendo su fluidez natural. En ningún caso se aceptará el riego de aceite quemado, para atenuar este efecto.</li> <li>Evitar el derrame de materiales o sustancias durante los trabajos, ya que pueden ocurrir derrames de sustancias que afecten directamente a los cauces superficiales provocando contaminación del agua.</li> <li>Cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo, de ser necesario se deberán construir terrazas o bermas.</li> <li>Impermeabilizar la parte alta de los taludes.</li> </ul>

CONSTRUCCIÓN		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS A OBSERVAR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>Revestir de roca el talud, colocando una capa filtrante (geotextil o mezcla de grava y arena) debajo del enrocado.</li> </ul>
	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedecer la superficie a excavar para evitar que partículas suspendidas (polvo).</li> </ul>
	Desplazamiento de fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar los trabajos en época de reproducción.</li> <li>Evitar la caza furtiva.</li> <li>Realizar el corte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna.</li> </ul>
	Modificación de paisaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>Establecer vegetación (especies nativas) a ambos lados del trazo carretero, al concluir las obras, ello ayudará a mitigar el impacto visual que esta obra causará al paisaje y se integrarán los sitios afectados más rápidamente con el paisaje circundante.</li> <li>Adicionalmente, se recomienda concientizar e informar al personal trabajador sobre la importancia de conservar el entorno del proyecto, esto con la finalidad de no afectar al Sistema Ambiental Regional ni el área de influencia del proyecto.</li> <li>Instalación de sanitarios portátiles, los cuales serán supervisados constantemente para su adecuado uso, limpieza y mantenimiento a fin de evitar el surgimiento de enfermedades entre los trabajadores o la contaminación en los alrededores del lugar.</li> </ul>
TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN DEL MATERIAL PRODUCTO DE CORTE Y EXCAVACIÓN	Modificación de características del suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los lugares donde será depositado el material no empleado se deben de tener cuidado la no afectación a zonas de alta productividad ganadera. La disposición de material geológico residual deberá contar con previa autorización del municipio.</li> <li>Restringir la circulación de maquinaria y vehículos fuera del polígono del proyecto, ya que se produciría un impacto de naturaleza negativa sobre estos sitios.</li> </ul>
	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>El transporte de material geológico y residual se deberá realizar en camiones de volteo, sin que el material sobrepase las paredes del platón y cubrirlo con una lona que caiga 30 cm de lado a lado y por la parte de atrás, para evitar el levantamiento de polvo durante su transporte o la pérdida por caída de material.</li> </ul>
	Disposición de residuos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Instalar contenedores de basura en los sitios de descanso y alimentación del personal y hacer obligatorio su uso. Estos contenedores deberán tener tapa y contar con un servicio de colecta periódica, para disponer los residuos en donde las autoridades así lo señalen.</li> <li>Transportar el material cubierto por lonas y manejar materiales húmedos.</li> <li>La disposición del material geológico residual deberá contar con previa autorización del municipio.</li> </ul>

CONSTRUCCIÓN		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS A OBSERVAR
PREPARACIÓN DE LA CAMA DE CORTE Y CUERPO DE TERRAPLÉN	Modificación permanente en las propiedades físicoquímicas del suelo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La disposición de los sobrantes de mezcla asfáltica deberá recogerse y en camiones de volteo retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.</li> <li>Al término de la obra se deberá de limpiar el terreno y adicionar una capa de tierra vegetal.</li> <li>Al finalizar las actividades se dismantelarán las instalaciones temporales, evitando asentamientos irregulares permanentes.</li> </ul>
	Explotación de banco de material.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los bancos de donde se obtengan los materiales pétreos deberán de estar autorizados por la autoridad competente y ubicarse próximos a la zona del proyecto.</li> </ul>
COLOCACIÓN DE LA CAPA SUB-RASANTE, SUB-BASE Y BASE HIDRÁULICA	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Humedecer la superficie a trabajar para evitar partículas suspendidas (polvo).</li> <li>El transporte de material pétreo se deberá realizar en camiones de volteo, sin que el material sobrepase las paredes del platón y cubrirlo con una lona que caiga 30 cm de lado a lado y por la parte de atrás, para evitar el levantamiento de polvo durante su transporte o la pérdida por caída de material.</li> </ul>
	Modificación del drenaje superficial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evitar el derrame de materiales o sustancias durante los trabajos, ya que pueden ocurrir derrames de sustancias que afecten directamente a los cauces superficiales provocando contaminación del agua.</li> <li>Cortar el flujo de escorrentía antes de que el agua adquiera suficiente velocidad para iniciar el proceso erosivo.</li> </ul>
RIEGOS ASFÁLTICOS DE IMPREGNACIÓN Y DE LIGA. COLOCACIÓN DE CARPETA	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definir los lugares donde será depositado el material no empleado (bancos de tiro) cuidando la no afectación a zonas de alta productividad agrícola.</li> <li>La disposición del material geológico residual deberá contar con previa autorización del municipio correspondiente.</li> <li>Los residuos sólidos no peligrosos generados durante la etapa de construcción deberán ser manejados como lo establece la normatividad ambiental correspondiente y deberán ser enviados a disposición final a través de empresas autorizadas por las autoridades correspondientes.</li> <li>Se colocarán botes para el almacenamiento de los residuos sólidos, vigilando su transportación periódica al sitio que sea autorizado.</li> <li>Se colocarán baños portátiles para el control de excretas humanas.</li> </ul>
COLOCACIÓN DE SEÑALAMIENTOS Y PINTURA	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>Los residuos no peligrosos y peligrosos generados durante las actividades de colocación de señalamientos y pintura deberán ser manejados como lo establece la normatividad ambiental correspondiente y deberán ser enviados a disposición final a través de empresas autorizadas por las autoridades competentes.</li> </ul>
OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	Calidad de atmósfera	<ul style="list-style-type: none"> <li>Todos los vehículos y maquinaria pesada empleados en las actividades constructivas deberán cumplir con lo estipulado en las NOM-041-SEMARNAT-2006 y NOM-045-SEMARNAT-2006.</li> </ul>



CONSTRUCCIÓN		
ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS A OBSERVAR
DE MAQUINARIA Y EQUIPO		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los vehículos que participen en las actividades constructivas contarán con verificación vehicular.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Las reparaciones mecánicas que se le realicen a la maquinaria, forzosamente deberán de efectuarse en el sitio destinado a taller.</li> <li>• Contar con un área para almacenar temporalmente los residuos peligrosos generados, colocando contenedores impermeables con tapa.</li> <li>• Los residuos sólidos y líquidos peligrosos generados durante el mantenimiento del equipo y maquinaria deberán ser manejados como lo establece la normatividad ambiental correspondiente y deberán ser enviados a disposición final a través de empresas autorizadas por las autoridades competentes.</li> <li>• Contar con un plan de contingencias para la protección de los suelos en caso de derrames accidentales de combustible u otros riesgos inherentes.</li> </ul>
	Ruido	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los vehículos empleados en la obra deberán cumplir con la NOM-SEMARNAT-080-1994.</li> <li>• El personal que trabaje en las actividades constructivas deberá contar con equipo de protección para las vías respiratorias, así como protectores de ruido.</li> <li>• La maquinaria empleada en la obra deberá de recibir afinación y mantenimiento, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado.</li> </ul>

## ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Cuadro 6.3 Programa de medidas para la Etapa de Operación y Mantenimiento.

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS A OBSERVAR
CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS AUTOMOTORES	Contaminación Atmosférica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un programa de revegetación a fin de compensar la contaminación por emisiones atmosféricas y sonoras, durante la Etapa de Operación. Estas acciones permitirán incrementar la vegetación de borde para favorecer los corredores biológicos entre los diferentes hábitats de fauna silvestre presentes en el área de influencia del proyecto.</li> <li>• Supervisar que, durante la revegetación, el suministro y siembra de las especies vegetales se realice de acuerdo con las especificaciones de especie, altura, diámetro de tronco, separación y ubicación de ejemplares.</li> </ul>
	Perturbación a la fauna	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipar el camino con señales que indiquen el cruce de ganado o la presencia de fauna silvestre, para prevenir riesgos de atropellamientos.</li> </ul>

ACTIVIDAD	IMPACTO	MEDIDAS A OBSERVAR
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar adecuado mantenimiento a las obras de drenaje con las que cuenta el proyecto.</li> </ul>
	Disposición de residuos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos en las áreas aledañas al tramo carretero, así como la instalación de depósitos de basura a lo largo del camino.</li> <li>• Durante la operación del camino, realizar campañas de vigilancia para evitar la formación de basureros en las áreas adyacentes al nuevo tramo carretero.</li> </ul>
<b>MANTENIMIENTO Y CONSERVACIÓN DE LA CARRETERA Y OBRAS COMPLEMENTARIAS</b>	Contaminación al suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los residuos no peligrosos y peligrosos generados durante el mantenimiento y conservación de la carretera deberán ser manejados como lo establece la normatividad ambiental correspondiente y deberán ser enviados a disposición final a través de empresas autorizadas por las autoridades competentes.</li> <li>• Llevar a cabo actividades de limpieza a las obras de drenaje menores, antes de que empiecen las épocas de lluvia.</li> </ul>

### Descripción de la estrategia o sistema de medidas de mitigación.

La ejecución en tiempo y espacio adecuados de las diferentes medidas de mitigación diseñadas para este proyecto de “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, así como la supervisión y seguimiento de las mismas podrán garantizar en un alto porcentaje el sustento del equilibrio, ya que en este se encuentran actualmente tanto los componentes ambientales como los procesos que se presentan dentro del área de estudio. Sin embargo, es importante mencionar que la construcción de este proyecto, como todo este tipo de infraestructura, conlleva la modificación sustancial de algunos componentes más que otros.

La identificación de unidades ambientales es uno de los instrumentos de apoyo para la comprensión del funcionamiento del Sistema Ambiental Regional y permite una lectura simplificada de su estado actual, además permite la identificación de impactos y su ubicación espacial y por lo tanto es un apoyo muy importante en el diseño de las medidas de mitigación.

## **Relieve.**

El relieve se constituye como el mayor obstáculo y reto en la ejecución de esta obra, razón por la cual se le ha dado un mayor énfasis en el diseño de las estrategias de mitigación debido a que los impactos más significativos están ligados a este componente.

Un instrumento de apoyo para poder comprender el funcionamiento del Sistema Ambiental Regional y del área de influencia, que permita una lectura simplificada de su estado actual, es la identificación de unidades ambientales con la cual se podrán identificar impactos ambientales y su ubicación en el terreno o espacio de estudio y por lo tanto, es un apoyo muy importante en el diseño de las medidas de mitigación. La comprensión de la geometría del relieve tiene como objetivos principales:

- Identificar de acuerdo con la información disponible, cuáles son las zonas que podrían representar un riesgo durante la etapa de construcción del proyecto carretero, sobre todo en la actividad de cortes y terraplenes, así como los sustratos geológicos presentes, incluyendo sus características generales.
- Coadyuvar a la identificación, diseño y elección en conjunto con otros estudios específicos (geotecnia, geológicos, entre otros) cuál es el método y la solución más adecuada para proporcionar estabilidad a los taludes tanto de cortes como terraplenes.
- En lo referente a los suelos y a la vegetación que éstos sustentan, el análisis de laderas también permite establecer cuáles son los sitios más vulnerables a erosionarse, pero al mismo tiempo permite definir donde se pueden y deben realizar obras de conservación de suelos que ayuden a evitar el azolve de las obras de drenaje. En el caso de la vegetación, se pueden identificar en que sitios se debe reforestar para coadyuvar y reforzar la efectividad de otras medidas de mitigación.

Razones por las cuales, se deben identificar los procesos que se dan a nivel regional y que pueden influir sobre el proyecto carretero, permitiendo identificar los procesos que puedan coadyuvar a reestablecer el equilibrio del Sistema Ambiental Regional y el área de influencia, y a reducir de manera significativa los impactos ambientales adversos resultado de las diferentes actividades constructivas de la obra.

## **Cortes y terraplenes.**

El área del proyecto se puede considerar como de riesgo medio debido a la pendiente del terreno y el alineamiento vertical, es decir, por la altura de los cortes y terraplenes que se presentarán a lo largo del mismo.

Antes de realizar los cortes (fase previa), se dispondrá a retirar materiales que puedan obstruir el desarrollo del proyecto tales como árboles, arbustos, y/o ramas para evitar su caída posterior a la vía terrestre, al quedar aquellos muy cerca de las cabeceras de los cortes.

En la remoción del arbolado en estos sitios, deberán cortarse, a fin de no aflojar la cobertura de terreno en el coronamiento de los cortes. También deberán eliminarse suelos inadecuados para la ampliación y modernización de la carretera. Es necesario arrojar las excavaciones en cortes para evitar que se provoquen procesos de intemperización y erosión, entre otros.

El agua es un factor determinante, el cual se debe evitar su presencia en la medida de lo posible sobre la estructura, principalmente de los taludes en cortes y terraplenes; para ello se han diseñado las medidas de mitigación. De este modo, el objetivo principal de las medidas de mitigación es identificar la mejor manera de reencauzar los escurrimientos y el agua superficial aguas arriba.

Con este análisis, se pueden identificar y evaluar los sitios en que se permita hacer obras de conservación de suelos, que frenen y desvíen el curso del agua hacia escurrimientos aledaños, y del mismo modo, reducir la intensidad de los procesos de ladera. Si la forma de la ladera aguas arriba representa un factor de riesgo para la estabilidad del talud del corte, las obras de conservación involucrarán una modificación del perfil existente sacando partido de un cambio y/o ruptura en el valor de la pendiente de las laderas. Las obras de conservación de suelos no sólo involucran métodos mecánicos para reducir la erosión, sino que también contemplan como estrategia vital el establecimiento y desarrollo de una cubierta vegetal densa, convirtiendo la presencia de vegetación en un factor decisivo en la eficacia de la medida.

El área de contacto entre la ladera natural y el talud del corte se puede convertir en un punto conflictivo, cuya problemática estaría en función de la altura del corte y de la forma de la ladera donde éste se ubica. Razón por la cual, se deberá estudiar y diseñar la mejor manera de modelar estas áreas desde el punto de vista geomorfológico y geológico para garantizar la estabilidad tanto de la ladera natural como del talud artificial.

Si bien es cierto que la modificación del relieve por la apertura de cortes, excavaciones y la construcción de terraplenes, altera la red hidrológica superficial, con la ejecución de este tipo de medidas de mitigación se pretende reducir los efectos de estas modificaciones. Estas acciones a su vez también provocan un impacto ambiental sobre el patrón de aguas superficiales, sin embargo, al análisis y comprensión de este mismo

patrón a través de la lectura del relieve permite establecer estrategias similares a las que se presentan de manera natural en el sitio, aprovechando por un lado los recursos existentes y tomando como principio de diseño a la misma naturaleza, reinterpretándola y adaptándola a las nuevas necesidades.

En resumen, la metodología propuesta para el diseño y aplicación de medidas de mitigación en el caso de cortes y terraplenes tiene como punto de inicio la comprensión de los procesos y fenómenos que se dan a nivel regional y que pueden tener influencia directa e indirecta sobre la estabilidad de las estructuras mencionadas.

La aplicación de estas medidas se ubica por fuera de la línea de ceros y zonas aledañas, donde la ampliación y modernización del trazo carretero, no tiene injerencia. Sin embargo, este conjunto de acciones para aminorar o eliminar el impacto de las amenazas naturales son determinantes en la estabilidad de taludes en el corto y mediano plazo reduciendo con ello los costos de mantenimiento por deslaves y deslizamientos de material sobre el cuerpo de la carretera y previniendo al mismo tiempo afectaciones mayores sobre el medio físico y biótico. Asimismo, algunas de estas estrategias pueden aplicarse de manera previa al inicio de la obra o realizarse de manera paralela a la preparación del sitio.

En lo que se refiere a los terraplenes, una vez que estén conformados, se deberá conocer con detalle las características fisicoquímicas del material presente en éstos, así como su capacidad de infiltración sobre todo de la capa más superficial, ya que hay que recordar que el resto está compactado por razones de estabilidad de la misma carretera.

Para proteger los taludes de la erosión, la vegetación representa los mayores beneficios a un mediano y largo plazo ya que proporciona una cubierta protectora que se consolidará e incrementará conforme el tiempo pase. Así, para proteger las áreas aledañas al desplante de los taludes de los terraplenes se recomienda:

- La construcción de una trinchera o zanja en la parte baja el talud para recibir el material que se vaya a desplazar con el tiempo, protegiendo la parte opuesta de la zanja con un muro de contención.
- La protección del área de contacto entre el terreno y el talud para evitar deslizamientos de material residual hacia los terrenos aledaños.
- El arroje de los taludes con el material producto del despalme.

## **Manejo de residuos no peligrosos.**

Al final de cada actividad (desmante, despálme, excavaciones, cortes, construcción de terracerías), se deberá retirar todo el material sobrante las áreas adyacentes al trazo carretero. Todos los desechos se depositarán en lugares destinados expreso para ello según lo establezca la autoridad municipal.

El producto del desmante se colocará a un lado del camino y podrá aprovecharse mezclado con el suelo orgánico producto del despálme para cubrir los taludes de los terraplenes y cortes cuyas pendientes no sean mayores de 0.5:1, así como en otras áreas desbastadas con motivo de instalaciones de apoyo. No arrojar residuos del desmante sobre la vegetación natural aledaña.

Los materiales sobrantes procedentes de bancos de préstamo no deberán dispersarse en la zona, se depositarán en el banco de tiro cuya litología sea común al material residual, así también el material remanente de los cortes se deberá vaciar en bancos de tiro autorizados por la autoridad competente.

Los desechos que se produzcan de la elaboración y aprovechamiento del concreto asfáltico e hidráulico, así como producto de demoliciones de obra, serán almacenados en sitios confinados para su posterior acarreo a lugares adecuados para ello. De ninguna manera deberá dejar residuos de obra en el sitio, ni se depositarán a los lados del camino, no obstante que ello implique costos de traslado, por lo que se deberá prever en la ejecución de la obra desde su inicio, la conducción de estos residuos a tiraderos autorizados.

En cuanto al transporte de los materiales arriba mencionados, serán trasladados en camiones de volteo, tapados con lonas bien sujetadas para evitar perder material en el trayecto al banco de tiro donde se depositará el material de manera homogénea, cubriéndolo con el material sobrante del despálme y desmante, para favorecer la regeneración de la vegetación natural.

La basura doméstica generada en instalaciones de apoyo deberá separarse la orgánica de la inorgánica y clasificarse, colocarse en contenedores con tapa para ser trasladada al relleno sanitario.

Adicionalmente, se recomienda concientizar e informar al personal de la importancia de mantener salubre el entorno del proyecto.

En el desarrollo del proyecto se presentarán sustancias que puedan ocasionar fugas o derrames estas, por tanto, deberán ser almacenadas en contenedores. El manejo incluye la recolección, almacenamiento, transporte y disposición final de residuos sólidos y líquidos.

Durante la construcción de obras de drenaje menor pueden ocurrir vertidos accidentales que afecten directamente a las escorrentías provocando contaminación del agua por arrastre de materiales. Durante los trabajos se deberán tomar las previsiones necesarias para confinar dichos derrames, como colocar barrera de malla o gaviones para retener fugas de materiales diversos.

### **Manejo de residuos peligrosos.**

En cuanto a los residuos peligrosos, se prevé la generación de latas vacías o con residuos de pintura, lubricantes, solventes, aditivos, estopas o trapos impregnados de estos productos, filtros y aceites usados, entre lo más relevante. Estos residuos se almacenarán temporalmente dentro de los campamentos de obra, donde se estabilizarán los que así lo requieran; posteriormente, se embalarán y una empresa autorizada por SEMARNAT los trasladará para su disposición definitiva donde son tratados como residuos peligrosos de acuerdo con los reglamentos mencionados.

La generación de residuos peligrosos será mínima, adicionalmente, estos materiales serán residuos de materiales de operación y/o mantenimiento de equipo, maquinaria y vehículos lo que implica una condición de riesgo para el suelo y agua por posibles derrames, por lo que se recomienda que donde realicen estas labores se cuele un firme de concreto simple y se cuente con un programa de saneamiento de suelos en caso de derrame de residuos peligrosos y/o combustible.

### **Mantenimiento del camino.**

Durante la operación y mantenimiento de la carretera, será necesario establecer un programa de mantenimiento y supervisión tanto de los aspectos de la obra como de la funcionalidad de la infraestructura y señalamientos. El mantenimiento debe hacerse adecuadamente, conservando la vegetación, la calidad del pavimento, señalamientos, protecciones, etc. Este programa deberá incluir como mínimo:

- Limpieza continúa de las alcantarillas y drenes para evitar su obstrucción y conservar en óptimas condiciones su funcionamiento. Así mismo, limpiar las cunetas, contracunetas, alcantarillas, carpeta asfáltica, etc., para remover

acumulación de basura con el fin de evitar sea arrastrada y llegue a un cuerpo de agua superficial.

- Deshierbe y poda de la vegetación, para mantener el paisaje de la carretera sin que obstruya la circulación o la visibilidad. Se deberá evitar el uso de agentes químicos en el deshierbe.
- El óptimo mantenimiento de la carretera permitirá el tránsito fluido, disminuirá la posibilidad de accidentes, además evitará la dispersión de basura hacia otros sitios.
- Se deberán seguir las normas de la SCT que entre otras prohíbe la instalación de asentamientos humanos en el derecho de vía, así como anuncios espectaculares.

### **Programa de Protección y Conservación de Suelos.**

El Programa de protección y conservación de suelos inicia a partir de la recuperación de capa vegetal en las actividades de desmonte y despalme. Dicho programa se propone para prevenir y mitigar los impactos ambientales que se ocasionan en el suelo vegetal por el desmonte del terreno.

El Programa de protección y conservación de suelos correctamente instrumentado, garantizará que los efectos del desmonte y despalme sobre los suelos vegetales sean prevenidos y minimizados, así como compensados, en el corto y largo plazos, permitiendo la conservación y rehabilitación del suelo, ya que este es la base de la restauración de la cobertura vegetal actual, del paisaje y del ecosistema local.

### **Programa de Rescate y Reubicación de Flora.**

El Programa de Rescate y Reubicación de Flora tiene la intención de establecer de forma general, las acciones a seguir para conservar, mediante el rescate y trasplante las especies vegetales. Lo anterior debido a que durante esta acción se presenta el mayor impacto sobre la vegetación. Los objetivos principales de este programa son:

- Localizar y marcar las zonas con presencia de especies vegetales de interés ecológico susceptible de utilizarse en actividades de revegetación.
- Rescatar los ejemplares de especies de interés ecológico o susceptible de utilizarse en actividades de plantación en las áreas donde se llevará a cabo el desmonte y despalme.
- Relocalizar las especies en zonas de desmonte y despalme una vez concluidas las actividades de construcción de un proyecto.
- Garantizar la sobrevivencia de los organismos mediante el monitoreo de las especies trasplantadas de flora en sitios destinados para áreas de trasplante.



## Actividades de plantación y/o revegetación.

La vegetación es un factor que se verá afectado por la obra de ampliación y modernización de la carretera federal, siendo removida de su lugar. Para ello, se implementarán actividades de plantación con especies nativas con el objeto de restituir la capa vegetal afectada: taludes de terraplenes, cortes, instalaciones de apoyo, así como las áreas ubicadas aguas arriba de los cortes más altos y ampliaciones más prolongadas.

Las funciones que cumplen las plantaciones se pueden clasificar en dos grupos: funcionales y estéticas. Dentro del primer grupo se encuentran aquellas funciones cuyo objetivo es complementar técnicamente la calidad de las obras a realizar y que coadyuven al restablecimiento de los procesos naturales que se presentan en la zona donde se desarrolla la carretera. Entre estas funciones se pueden mencionar:

- Protección contra los riesgos de erosión.
- Reducción en escurrimientos excesivos causados por las tormentas y la posibilidad de inundación.
- Producción de oxígeno y asimilación de dióxido de carbono.
- Hábitat para la fauna silvestre.
- Retención de agua de lluvia.
- Recarga de acuíferos por la infiltración de agua.
- Protección contra los agentes atmosféricos.
- Seguridad del tráfico.
- Complemento de señalización: comodidad y orientación óptica.
- Protección contra deslumbramientos.
- Protección acústica.
- Protección contra el polvo y gases de escape.

En cuanto a los aspectos estéticos se pueden mencionar:

- Reposición del paisaje del entorno.
- Pantallas visuales (para ocultar vistas desagradables).
- Mejoramiento y creación de nuevos paisajes.

Para llevar a cabo las labores de revegetación dentro de las áreas afectadas se deberán realizar una serie de acciones, algunas de las cuales su ejecución se hará paralela a las etapas de preparación del sitio y construcción de la carretera, teniendo su terminación cuando la obra civil haya concluido.

Estas primeras acciones están vinculadas con el retiro de la vegetación y el suelo localizados en el área de desplante del cuerpo de la carretera (cortes y terraplenes), así como de sus obras de apoyo, es decir, con el desmonte y el despalme.

Durante la remoción de la vegetación se deberá realizar el rescate por parte de personal especializado y capacitado para que seleccione las especies que, por sus características, forma de vida y edad requieran y puedan ser conservadas y no ser dañadas y en especial para la reubicación de especies de las áreas de bosque y matorral, principalmente.

Previo al desmonte del resto de los individuos, se deberá hacer una colecta de esquejes, estacas y semillas para emplearlas en la propagación y posterior reforestación de las áreas dañadas o desprovistas de una cubierta vegetal. Para su resguardo y posterior manejo, es conveniente un sitio con suaves pendientes y forma generalizada cóncava puede proporcionar condiciones adecuadas para el establecimiento de un vivero provisional para la propagación y almacenamiento de las plantas rescatadas, así como de plantas adquiridas para la forestación de las áreas dañadas.

Una vez realizada el rescate de plantas y la colecta de semillas y estacas en el área de desplante, el resto de la vegetación será desmontada. A los arbustos cuyas ramas tengan una longitud mayor a 50 cm o más deberán ser retiradas, así como su tronco deberá despejarse totalmente del resto de ramas pequeñas. Todas ellas se deberán apartar y almacenar en un área aledaña al vivero donde se clasificarán por tamaño y grosor y se pondrán a secar. Estas ramas se emplearán posteriormente para conformar presas filtrantes, trampas de sedimentos y como sustrato para el desarrollo y protección de semillas en las caras de los taludes.

Para facilitar la aplicación de las actividades de revegetación, el manejo de la vegetación se dividirá conforme a las características de las áreas afectadas; aun cuando se manejen las mismas especies en cada sitio, deberán de realizarse obras y emplearse técnicas distintas para asegurar el adecuado establecimiento de las mismas, y de manera paralela se observen los lineamientos de seguridad para el usuario. De este modo, el manejo de la vegetación se dividirá en:

- Manejo en taludes de cortes.
- Manejo en taludes de terraplenes.
- Manejo en áreas de apoyo tales como patios de maquinaria, campamentos (superficies niveladas).

- Cortes.

Es importante seleccionar los terrenos donde se realizarán las actividades de plantación, éstas deberán organizarse de dos maneras:

- Marco real (cuadros o rectángulos).
- “Tresbolillo” (triángulos equiláteros).

En terrenos con pendiente, deberá plantarse en curvas de nivel y de presencia en “tresbolillo”, para aprovechar los escurrimientos y disminuir el arrastre de suelo.

En el caso de las plantaciones de restauración o protección no se requiere un trazo específico, pues aquí lo importante es cubrir los espacios vacíos y buscar los sitios en donde el suelo tenga las características básicas para asegurar la sobrevivencia de la planta.

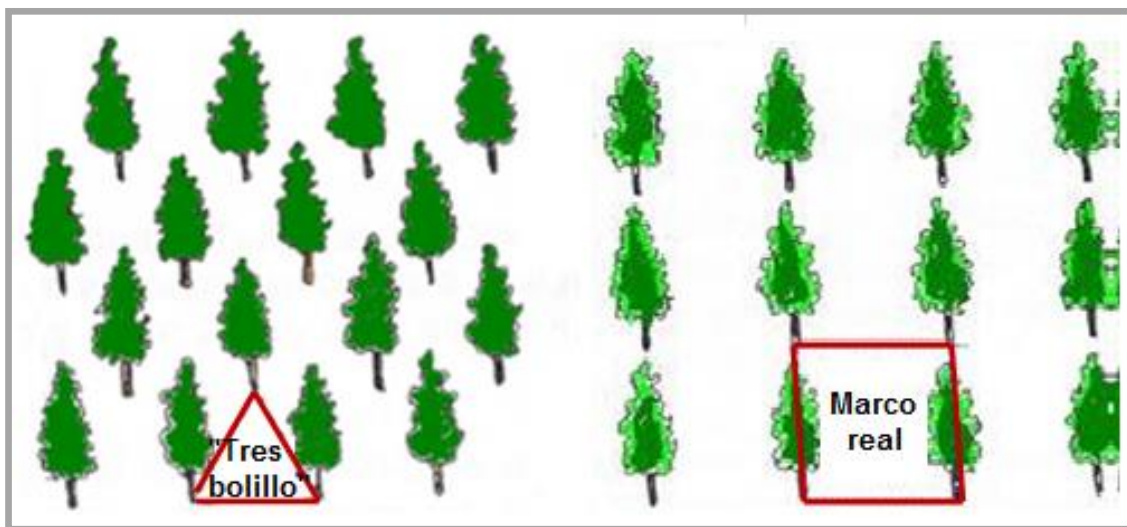


Figura 6.1. Tipos de reforestación.

### Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna.

El Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna tiene la intención de establecer de forma general, las acciones a seguir para conservar, mediante el rescate y liberación a las especies presentes en el área del proyecto, y con ello reducir los impactos adversos que se generen sobre la fauna local que ocasionen las actividades de desmonte y despalme, entre otras.

Los individuos o ejemplares que se considerarán serán todos aquellos vertebrados (anfibios, reptiles, aves y mamíferos) que se lleguen a encontrar mientras se realizan las actividades de desmonte y despalme.

Los objetivos principales de este programa son:

- Prevenir y minimizar los impactos que se puedan generar sobre la fauna silvestre por la ejecución de las actividades de desmonte y despalme en el área del proyecto.
- Conocer las medidas, políticas y actitudes que debe de tener el personal que estará a cargo de las diversas obras de desmonte y despalme a la hora de tener encuentros imprevistos con la fauna de la zona.
- Se delimitará físicamente el área por ocupar, y exclusivamente en ella se realizarán actividades de remoción de especies potencialmente peligrosas o de baja motilidad.

### **Programa de contingencias para la protección de suelos**

Este Programa pretende definir los procedimientos y acciones a seguir de forma tal de reducir al mínimo el posible impacto producto de un accidente o derrame de combustibles en el ambiente. Tiene como objetivos específicos:

- Establecer un procedimiento formal y escrito que indique las acciones a seguir por el personal involucrado para afrontar con éxito un accidente, incidente o emergencia, de tal manera que cause el menor impacto a la salud y al ambiente.
- Describir los métodos comunes a utilizar para la contención de derrames y definición de responsabilidades en el manejo de emergencias por derrames.
- Optimizar el uso de los recursos humanos y materiales comprometidos en el control de derrames, fugas y emergencias.

El Programa de Contingencias permitirá durante las etapas del proyecto, proveer una guía de las principales acciones a seguir ante una contingencia, para salvaguardar la vida humana y preservar el ambiente.

### **VI.2 Programa de vigilancia ambiental.**

#### **Objetivo general.**

Garantizar la correcta ejecución de todas las medidas propuestas en la Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Regional, con la finalidad de prevenir, mitigar y compensar los daños ecológicos que el proyecto: “**Ampliación y modernización**

**de la carretera federal México 105, Pachuca - Huejutla, en su tramo: “El Banco – Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, pudiera ocasionar durante sus actividades de construcción.**

### **Objetivos particulares.**

- Vigilar que, en relación con el medio, las actividades constructivas se realicen según el proyecto.
- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental que han sido propuestas y en su caso, corregirlas.

### **Alcances.**

El Programa de Vigilancia Ambiental establece un sistema que garantice el cumplimiento de las medidas preventivas y de mitigación propuestas en el estudio de Impacto Ambiental del proyecto, de tal forma que nos permita:

- Realizar un seguimiento adecuado de los impactos identificados en la MIA-R, determinando si se adecúan a las previsiones de los mismos.
- Detectar los impactos no previstos y generar las medidas necesarias de prevención y corrección.
- Verificar el cumplimiento de las posibles limitaciones o restricciones establecidas.
- Supervisar la implementación de las medidas propuestas en la MIA-R, determinando su efectividad.

### **Seguimiento de las medidas propuestas.**

Para facilitar el seguimiento de las medidas de mitigación propuestas en este estudio, se contempla agrupar estas medidas de la siguiente manera:

#### Etapa Preparación del Sitio y Construcción.

- Acciones de protección y conservación de flora.
- Acciones de plantación con especies nativas.
- Acciones de protección y conservación de fauna.
- Acciones de conservación y protección de suelos.
- Control de emisiones contaminantes a la atmósfera.
- Manejo y control de residuos sólidos no peligrosos.

- Manejo y control de residuos sanitarios.
- Manejo y control de residuos peligrosos.
- Control de seguridad, orden y limpieza.
- Protección de aguas superficiales.

### Operación y mantenimiento del camino.

- Seguimiento de las medidas de mitigación contempladas, principalmente de las actividades de plantación con especies nativas.
- Seguimiento de las afecciones a la fauna en general, principalmente en el entorno cercano a las zonas de protección.

CONJUNTO DE MEDIDAS	OBJETIVO	SISTEMA DE CONTROL	LUGAR DE INSPECCIÓN	PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
Acciones de protección y conservación de flora.	Garantizar el cumplimiento de las actividades de protección y conservación de flora en la zona del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Listas de asistencia y evidencia fotográfica de capacitación.</li> <li>• Evidencias fotográficas.</li> <li>• Bitácoras y/o registros de seguimiento.</li> <li>• Evidencia fotográfica de los ejemplares rescatados y reubicados, así como de su disposición temporal en el o los viveros acondicionados.</li> <li>• Autorización del H. Ayuntamiento municipal para la disposición de material geológico y residual en bancos de tiro.</li> </ul>	En las áreas de desmonte y despalme del proyecto.	Cumplimiento a los procedimientos establecidos en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora.  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.	Durante las actividades de desmonte y despalme se realizarán inspecciones quincenales para vigilar la correcta extracción de especies de flora y su reubicación.  Ya que finalicen las actividades de desmonte y despalme se realizarán inspecciones bimensuales para verificar la sobrevivencia de las especies de flora reubicadas y plantadas.
Acciones de plantación con especies nativas.	Garantizar el cumplimiento de las actividades de plantación con especies nativas o de restauración ecológica en la zona del proyecto. Monitorear la sobrevivencia de las especies vegetales plantadas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bitácoras y/o registros de seguimiento.</li> <li>• Evidencia fotográfica de las acciones de plantación.</li> <li>• Bitácoras de riego de especies.</li> <li>• Bitácoras de sobrevivencia de especies.</li> <li>• Evidencia fotográfica del estado de desarrollo de las especies.</li> </ul>	En los sitios destinados para realizar las acciones de trasplante, reubicación y plantación de especies de flora.	Cumplimiento de los procedimientos establecidas para las actividades de plantación con especies nativas.	Durante las actividades de desmonte y despalme se realizarán inspecciones quincenales para vigilar la correcta extracción de las especies y su reubicación. Se realizarán inspecciones bimensuales durante dos años para verificar la sobrevivencia de las especies reubicadas y plantadas.

CONJUNTO DE MEDIDAS	OBJETIVO	SISTEMA DE CONTROL	LUGAR DE INSPECCIÓN	PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
Acciones de protección y conservación de fauna.	Garantizar el cumplimiento de las acciones encaminadas a la protección y conservación de la fauna silvestre en la zona del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listas de asistencia y evidencia fotográfica de la capacitación.</li> <li>Evidencia fotográfica de la colocación de señalamientos y/o letreros alusivos.</li> <li>Evidencia fotográfica de las actividades de protección de fauna.</li> <li>Bitácoras y/o registros de seguimiento.</li> <li>Evidencia fotográfica de los ejemplares de faunas rescatados y liberados.</li> </ul>	En las áreas constructivas del proyecto donde se requiera la realización de estas actividades, haciendo énfasis en las zonas donde se identifiquen especies faunísticas afectadas.	<p>Cumplimiento a los procedimientos establecidos en el Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna.</p> <p>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.</p>	Durante las actividades de desmonte y despalme, se realizarán inspecciones quincenales para vigilar la correcta ejecución de las acciones de ahuyentamiento, rescate y liberación de especies de fauna.
Acciones de conservación y protección de suelos.	Garantizar el cumplimiento de las acciones encaminadas a la protección y conservación de suelos en la zona del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listas de asistencia y evidencia fotográfica de la capacitación.</li> <li>Evidencia fotográfica de las acciones de protección y conservación de suelos.</li> <li>Evidencia documental del Plan de Contingencias para la protección de suelos en caso de derrames accidentales de combustible u otros riesgos inherentes.</li> </ul>	En las áreas del proyecto donde se requiera la realización de estas actividades, haciendo énfasis en las zonas donde se identifiquen posibles riesgos de afectación.	Cumplimiento a los procedimientos establecidos en el Plan de Contingencias y en el Programa de Protección y Conservación de Suelos.	Durante las actividades constructivas, se realizarán inspecciones quincenales para vigilar la correcta implementación de las acciones de protección y conservación de suelos.
Control de emisiones contaminantes a la atmósfera.	Comprobar la mínima incidencia de las emisiones de gases de combustión y partículas, debido a la operación de maquinaria y equipo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencia fotográfica del correcto transporte de materiales.</li> <li>Registro de verificaciones vehiculares vigentes.</li> <li>Programa de mantenimiento a vehículos y maquinaria.</li> <li>Bitácoras de mantenimiento periódico a vehículos y maquinaria.</li> <li>Bitácora de riegos periódicos.</li> <li>Evidencia fotográfica de la ejecución de riegos periódicos.</li> </ul>	En el área del proyecto y zonas colindantes.	<p>Límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible, establecidos en la NOM-041-SEMARNAT-2006.</p> <p>Límites máximos de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan</p>	Se realizará una inspección inicial al comenzar las obras para verificar la documentación, posteriormente se realizarán inspecciones quincenales en el sitio.

CONJUNTO DE MEDIDAS	OBJETIVO	SISTEMA DE CONTROL	LUGAR DE INSPECCIÓN	PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
				<p>diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible, establecidos en la NOM-045-SEMARNAT-2006.</p> <p>Se verificará la intensidad de los riegos aplicados mediante bitácora de control.</p> <p>Observación de las maquinarias de obras en funcionamiento, con objeto de detectar emisiones aparentemente no adecuadas, que deberán ser confirmadas mediante revisión por especialistas.</p>	
Manejo y control de residuos sólidos no peligrosos.	Garantizar el cumplimiento referente al manejo y control de residuos sólidos no peligrosos, para prevenir la contaminación ambiental por disposición inadecuada de los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listas de asistencia y evidencia fotográfica de la capacitación.</li> <li>Evidencia fotográfica de las acciones de manejo de residuos sólidos no peligrosos.</li> <li>Oficio de solicitud de servicio de limpia ante el H. Ayuntamiento municipal y/o contrato de servicio particular autorizado por el municipio para prestar el servicio de limpia.</li> <li>Bitácora de recolección de residuos.</li> </ul>	La totalidad de las áreas con actividades constructivas, así como en las zonas destinadas para la ubicación de campamento.		Durante las actividades constructivas se realizarán inspecciones quincenales en la zona de obra y su entorno.
Manejo y control de residuos sanitarios.	Garantizar el cumplimiento referente a la generación de residuos sanitarios, para prevenir la contaminación por disposición inadecuada de los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contrato servicios sanitarios portátiles.</li> <li>Bitácoras de mantenimiento periódico a sanitarios portátiles.</li> <li>Evidencia fotográfica de la ubicación de sanitarios portátiles y de su mantenimiento.</li> </ul>	Área destinada para ubicar los sanitarios portátiles.		Durante las actividades constructivas se realizarán inspecciones quincenales en la zona de obra y su entorno.



CONJUNTO DE MEDIDAS	OBJETIVO	SISTEMA DE CONTROL	LUGAR DE INSPECCIÓN	PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
Manejo y control de residuos peligrosos.	Garantizar el cumplimiento referente a la generación de residuos peligrosos, para prevenir la contaminación por disposición inadecuada de los mismos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Listas de asistencia y evidencia fotográfica de la capacitación.</li> <li>Evidencia fotográfica del manejo adecuado de los residuos peligrosos.</li> <li>Bitácora de entradas y salidas de residuos peligrosos al almacén temporal de residuos peligrosos.</li> <li>Registro como generador de residuos peligrosos.</li> <li>Manifiestos de entrega, transporte y recepción de residuos peligrosos.</li> </ul>	En la totalidad de las áreas constructivas poniendo especial atención en las zonas donde se realiza el mantenimiento a vehículos y maquinaria, así como en el sitio destinado para almacén temporal de residuos peligrosos.		Se realizarán inspecciones quincenales en las áreas constructivas del proyecto, poniendo especial atención en el área designada para mantenimiento de vehículos y maquinaria, así como en el sitio destinado para el almacén temporal de residuos peligrosos.
Control de seguridad, orden y limpieza.	Garantizar el cumplimiento referente a la prevención de accidentes en la zona del proyecto, y la preservación del orden y limpieza en todas las áreas constructivas del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencia fotográfica de la colocación de señalamientos y/o letreros alusivos.</li> <li>Evidencia documental del Plan de Contingencias.</li> <li>Listas de asistencia y evidencia fotográfica de las capacitaciones impartidas.</li> <li>Evidencia fotográfica de la ubicación de los extintores.</li> <li>Evidencia fotográfica del equipamiento del botiquín de primeros auxilios.</li> <li>Evidencia documental de que cuentan con información sobre los centros de salud y/u hospitales más cercanos.</li> <li>Evidencia documental de la adquisición y uso de equipo de protección de vías respiratorias y auditivas.</li> <li>Evidencia fotográfica del uso de equipo de protección.</li> </ul>	La totalidad de las áreas con actividades constructivas.		Durante las actividades constructivas se realizarán inspecciones quincenales en la zona de obra y su entorno.
Protección de aguas superficiales.	Garantizar el cumplimiento referente a la protección de aguas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evidencia fotográfica</li> </ul>	La totalidad de las áreas con actividades constructivas, poniendo		Durante las actividades constructivas se realizarán inspecciones mensuales en la zona de obra y su entorno.

CONJUNTO DE MEDIDAS	OBJETIVO	SISTEMA DE CONTROL	LUGAR DE INSPECCIÓN	PARÁMETROS DE CONTROL E INDICADORES	PERIODICIDAD DE LA INSPECCIÓN
	superficiales como consecuencia de las actividades de desmonte y despalme del proyecto.		especial atención en los puntos donde se observen escurrimientos naturales.		

### VI.3. Seguimiento y control (monitoreo).

#### ❖ Dirección e implementación del Programa de Vigilancia Ambiental.

Para cumplir con los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental deberá designarse un responsable con conocimientos técnicos ambientales, encargado de vigilar la implementación de las medidas ambientales propuestas y deberá estar presente desde el inicio de actividades, con el objeto de controlar las medidas del programa.

Es responsabilidad del promotor dar a conocer al personal que participe en la ejecución del proyecto el contenido del Programa de Vigilancia Ambiental con el fin de establecer puntos de inspección oportunos de acuerdo a los indicadores que se desean controlar.

Por tanto, las funciones del responsable del manejo ambiental serán las siguientes:

- Inspeccionar la correcta ejecución en campo de las medidas ambientales incluidas en los diversos programas propuestos.
- Asesorar al personal de obra en materia ambiental.
- Verificar la ocurrencia de situaciones de afectación no previstas.
- Elaborar los informes correspondientes del cumplimiento al manejo ambiental.

#### ❖ Informes de resultados obtenidos durante la implementación del Programa de Vigilancia Ambiental.

El Programa de Vigilancia Ambiental se basa en la realización de un conjunto de comprobaciones y análisis que constituirán la base necesaria para la realización de una serie de reportes con los que se podrá informar sobre las acciones de monitoreo y seguimiento que permitan conocer el estado, ambientalmente hablando, del proyecto y su

entorno, identificar los problemas ambientales y así aplicar correctamente las medidas para su prevención y mitigación.

En lo que se refiere a la realización de esta obra, el objetivo del control de los impactos ambientales es verificar el éxito de las medidas implementadas y/o las desviaciones encontradas, en apego a las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica y normas oficiales mexicanas aplicables.

El seguimiento de las actividades de prevención y mitigación deberá soportarse principalmente con los siguientes instrumentos:

- Bitácora. En ésta se especificarán las actividades realizadas durante el día.
- Informes semestrales. Son informes periódicos en los que se señalará el desarrollo de las actividades de la obra, además de informar la implementación de las medidas propuestas, el análisis y valoración de su eficacia, así como la posible implementación de nuevas medidas no contempladas en el estudio de impacto ambiental.
- Reportes extraordinarios. Se emitirán cuando exista alguna afección no prevista o cualquier aspecto que precise de una actuación inmediata, y que por su importancia, merezca la emisión de un informe especial.
- Memoria fotográfica. Los informes presentados deberán ir acompañados de un registro fotográfico que avale y evidencie la implementación de las medidas de prevención, mitigación y compensación propuestas para el desarrollo del proyecto.
- Evidencia documental: Este tipo de documentación permitirá evidenciar la ejecución de las medidas implementadas, y estará constituida por notas de compra, facturas, autorizaciones, oficios, bitácoras y todo tipo de documentos que soporten la realización de las acciones descritas en la MIA-P y en la autorización de impacto ambiental.

Estas herramientas serán elaboradas en cada uno de los ejes de acción a cubrir por el Programa, con la finalidad de documentar adecuadamente el cumplimiento de las acciones establecidas como parte de las medidas de prevención, compensación y mitigación del proyecto. Está determinado que todos los informes emitidos deberán ser firmados por el responsable de obra y el responsable del PVA.

#### VI.4. Información necesaria para la fijación de montos para fianzas.

De acuerdo con el **Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación del Impacto Ambiental (REIA)**, actualizada al 30 de mayo de 2000, **Capítulo VII de los Seguros y las Garantías, en su artículo 51**, la Secretaría podrá exigir el otorgamiento de seguros o garantías respecto del cumplimiento de las condiciones establecidas en las autorizaciones, cuando durante la realización de las obras puedan producirse daños graves a los ecosistemas.

*Se considerará que pueden producirse daños graves a los ecosistemas, cuando:*

- I. Puedan liberarse sustancias que al contacto con el ambiente se transformen en tóxicas, persistentes y bioacumulables;*
- II. En los lugares en los que se pretenda realizar la obra o actividad existan cuerpos de agua, especies de flora y fauna silvestre o especies endémicas, amenazadas, en peligro de extinción o sujetas a protección especial;*
- III. Los proyectos impliquen la realización de actividades consideradas altamente riesgosas conforme a la Ley, el reglamento respectivo y demás disposiciones aplicables; y*
- IV. Las obras o actividades se lleven a cabo en Áreas Naturales Protegidas.*

**Sin embargo, el proyecto “Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: “El Banco-Zacualtipán” del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560”, el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, si bien considera impactos significativos no causará daños graves a los ecosistemas, ya que con las medidas propuestas y su buena aplicación, se minimizarán o eliminarán los impactos adversos que puedan presentarse durante las etapas de ejecución del proyecto y mejorar la calidad ambiental aprovechando las oportunidades existentes.**

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

Considerando las etapas y actividades para la realización del proyecto "Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: **"El Banco-Zacualtipán" del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560**", el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, así como las modificaciones que habrá sobre los factores y componentes ambientales; a continuación se presentan los pronósticos ambientales, describiendo tres escenarios:

**Tabla 7.1 Escenarios de estudio y Pronósticos Ambientales**

No.	ESCENARIO	DESCRIPCIÓN
1.	Descripción y análisis del escenario sin proyecto.	Es la descripción de la situación actual del medio sin el establecimiento del proyecto.
2.	Descripción y análisis del escenario con proyecto.	Es la descripción del escenario a futuro en donde se tomen en cuenta las variaciones sobre los factores y componentes ambientales después de efectuar el proyecto sin considerar las medidas ambientales propuestas.
3.	Descripción y análisis del escenario considerando medidas de mitigación.	Incluye la descripción de las alteraciones sobre los factores y componentes ambientales después de realizar el proyecto al aplicar medidas de mitigación que se proponen en el estudio, estimando el escenario futuro, considerando la correcta aplicación de las medidas de prevención, mitigación y compensatorias sugeridas en el Capítulo VI de la presente Manifestación.

Los impactos identificados, las medidas que se han propuesto y la escala de influencia del proyecto, dan como resultado que, en un pronóstico ambiental de tipo regional, el proyecto no tenga oportunidad, ni en tiempo ni espacio, de modificar alguno de los componentes naturales o físicos que interactúan en el sistema.

Hemos explicado la larga historia de ocupación de este territorio por la población que lo habita y cómo esta ha impuesto una forma de ordenamiento y estructura de ese territorio, forma que no tendrá ninguna modificación con la construcción y operación del proyecto. La dinámica de intercambio y uso del medio natural por parte de los habitantes de la región no tiene por qué verse modificado con la obra, pues una modificación de estos patrones requiere de mucho más que estas obras.

## VII.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Los recursos naturales que se tienen en el Sistema Ambiental Regional pueden estar comprometidos por la falta de planeación de desarrollo de acuerdo a las necesidades que se tienen y las demandas en los servicios básicos que presenta la población, debido a que existen fuertes presiones por los habitantes para mejorar calidad de vida; los que ha ocasionado un aumento en el deterioro ambiental de la zona, el cual proviene de las acciones de desmonte, cambio de vocación del suelo y las actividades antrópicas de la región, donde son notorios los terrenos agrícolas y pecuarios.

La situación de deterioro ambiental que actualmente existe en el área del proyecto dentro de los municipios de Zacualtipán de Ángeles y de San Agustín Metzquitlán, es debido a las diversas acciones causadas por la actividad de cambio de uso a agrícola, pecuario y rural/urbano, lo que trae por consecuencia que los habitantes no se vean beneficiados con un crecimiento sostenido y sustentable. Por otra parte, se considera que el progreso va en forma directa con las oportunidades que se tienen al mejorar la infraestructura existente en seguridad y educación; de tal modo que si no son atendidas estas demandas y existe falta de atención, se pueden provocar desigualdades que al paso del tiempo se tornan en una problemática social; por lo que es importante atender estas necesidades con urgencia, para poder estar en condiciones de mejorar el nivel de vida y bienestar que se tiene actualmente.

Si a esto se adiciona el crecimiento demográfico y los consecuentes nuevos asentamientos humanos, la expansión agrícola-pecuaria, comercial y la concurrencia con otras localidades del SAR, así como el compromiso de proporcionar condiciones aceptables para el traslado de mercancías y personal, justifican que se construyan obras viales que respondan a las crecientes demandas y necesidades de la población.

Por lo tanto, al considerar el escenario de la no realización del proyecto, se establecen los siguientes supuestos:

El área en cuestión conservará sus cualidades ambientales y paisajísticas, siempre y cuando se le dé un manejo adecuado que regule su utilización, de lo contrario el sitio se encontrará bajo las presiones urbanas, predecibles y esperables de una zona cercana a centros urbanos y vialidades, presiones de actividades de extracción de materiales pétreos, riesgos de incendio e invasión; por lo que tarde o

temprano, la mancha urbana y la operación de la infraestructura vial existente empezará a invadir los linderos donde se pretende realizar el proyecto.

**Tabla 7.1 Situación actual del Sistema Ambiental y escenarios a futuro sin proyecto.**

FACTOR AMBIENTAL	ESCENARIO ACTUAL
<b>Agua</b>	El Sistema Ambiental Regional se localiza en la Región Hidrológica 26 del río Pánuco, en la cuenca Río Laja (12H), subcuencas del río Metztlán y río Calabozos, microcuencas de los ríos del Arroyo El Zarco, el río Panotlán y el Amalae. De acuerdo a sus características geohidrológicas, se identifican dos acuíferos dentro del SAR; el acuífero Metztlán y el Calabozo, pertenecientes a la cuenca Río Moctezuma.
<b>Suelo</b>	<p>Fisiográficamente el Sistema Ambiental se ubica en la provincia denominada Sierra Madre Oriental, caracterizada por presentar una topografía abrupta representada por sierras altas y profundos cañones, constituidas principalmente por rocas sedimentarias marinas de composición predominantemente calcárea y arcillosa de edad Triásico–Cretácico, afectadas en general por una tectónica compresiva-distensiva, en donde se desarrollaron fuertes plegamientos, cabalgaduras, fallamientos inversos, fallas normales y fracturas asociadas. Las unidades litológicas presentes son, aluvial, basalto, caliza, caliza-lutita, lutita-arenisca, arenisca-conglomerado y toba ácida.</p> <p>En este sistema se presentan suelos con un alto contenido de carbonatos derivados de calizas por la acción de la precipitación y la temperatura; compuestos por asociaciones de principalmente de Acrisol ortico (Ao), Cambisol vértico (Bv), Feozem háplico (Hh), Fluvisol calcárico (Jc), Luvisol crómico (Lc), Luvisol férrico (Lf), Luvisol órtico (Lo), Regosol calcárico (Rc), Regosol dístico (Rd), Regosol éutrico (Re), Rendzina y Vertisol pélico (Vp).</p> <p>Para este factor, en un escenario futuro, de igual manera se verá afectado por los procesos erosivos naturales e inducidos, al ubicarse el área del proyecto colindante a la carretera actual, la probabilidad de que este factor se vea afectado aun sin proyecto es alta debido a las actividades antrópicas de la zona.</p>
<b>Atmósfera</b>	<p>Los climas presentes en el Sistema Ambiental Regional son: Templado húmedo C(fm), Templado subhúmedo C(w0)(w), Templado húmedo C(m), Templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2), Semicálido, templado húmedo (A) C (fm), Semiseco Templado BS1 k w (w) y Semiseco Semicálido BS0hw.</p> <p>Así mismo, es importante mencionar que cerca del área del proyecto existen altas demandas de flujo vehicular, esta zona está propensa a los contaminantes atmosféricos emitidos por los vehículos adyacentes a la zona, por lo que si se habla de un factor atmosférico este ya se ha venido afectando desde tiempo atrás y la probabilidad de que la contaminación por estas actividades urbanas continúe es alta.</p>
<b>Flora</b>	Las superficies de vegetales y usos de suelos existentes en el SAR son: Asentamientos humanos, Bosque mesófilo de montaña, Bosque de pino, Bosque de pino-encino, Bosque de encino, Bosque de encino-pino, Cuerpo de agua, Matorral crasicale, Matorral submontano, Pastizal cultivado, Pastizal inducido, Agricultura de riego anual, Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Vegetación

FACTOR AMBIENTAL	ESCENARIO ACTUAL
	<p>secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña, Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de pino-encino, Vegetación secundaria arbustiva de bosque de encino y Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule,</p> <p>De acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010 a nivel SAR se encuentran listadas las siguientes especies:  <u>Amenazada:</u> <i>Psilotum complanatum</i>, <i>Tillandsia imperialis</i>, <i>Fagus grandifolia</i> subsp. <i>Mexicana</i> y <i>Magnolia schiedeana</i>  <u>Protección Especial:</u> <i>Ostrya virginiana</i>, <i>Aporoctus flagelliformis</i>, <i>Echinocactus platyacanthus</i>, <i>Ferocactus histrix</i>, <i>Cyathea fulva</i> y <i>Laelia speciosa</i>  <u>Peligro de extinción:</u> <i>Aporoctus flagelliformis</i> y <i>Litsea glaucescens</i>.</p> <p>De igual manera este factor a lo largo del tiempo se ha venido afectando por actividades antrópicas, el crecimiento de la mancha rural y eliminando la cubierta natural forestal de la zona, la probabilidad de que este escenario se vea afectado sin el proyecto es alta siendo este un factor muy sensible por estas actividades que actualmente lo rodean.</p>
Fauna	<p>A nivel SAR, se registran las siguientes especies de fauna listados en la NOM-059-SEMARNAT-2010.  <u>Amenazada.</u>          Anfibios y reptiles: <i>Charadrahyla taeniopus</i>, <i>Scincella silvícola</i>, <i>Leptophis diplotropis</i>, <i>Leptophis mexicanus</i>          Aves: <i>Ramphastus sulfuratus</i>          Mamíferos: <i>Choeronycteris mexicana</i>, <i>Leptonycteris nivalis</i>, <i>Peromyscus boylii</i>, <i>Peromyscus leucopus</i>, <i>Galictis vittata</i>, <i>Potos flavus</i>.  <u>Protección especial.</u>          Anfibios y Reptiles: <i>Craugastor decoratus</i>, <i>Eleutherodactylus verrucipes</i>, <i>Lithobates berlandieri</i>, <i>Rhinophrynus dorsalis</i>, <i>Bolitoglossa platydactyla</i>, <i>Chiropterotriton chondrostega</i>, <i>Abronia taeniata</i>, <i>Barisia imbricata</i>, <i>Basiliscus vittatus</i>, <i>Corytophanes hernandesii</i>, <i>Laemactus serratus</i>, <i>Sceloporus grammicus</i>, <i>Scincella gemmingeri</i>, <i>Tantilla rubra</i>, <i>Tropidodipsas sartorii</i>          Aves: <i>Xenotriccus mexicanus</i>, <i>Myadestes occidentalis</i>, <i>Crypturellus cinnamomeus</i>, <i>Micrastur semitorquatus</i>, <i>Accipiter striatus</i>          Mamíferos: <i>Microtus quasiater</i>  <u>Peligro de extinción.</u>          Anfibios y reptiles: <i>Lithobates johni</i>          Aves: <i>Catharus mexicanus</i></p> <p>Siendo este otro factor muy sensible para un escenario futuro, este tiene una alta probabilidad de verse afectado por las actividades antrópicas y el crecimiento rural/urbano de la región, desplazando individuos faunísticos, así como, fragmentando los corredores biológicos, por lo que la zona actual del proyecto tenderá a minimizar sus cualidades ambientales bióticas.</p>



FACTOR AMBIENTAL	ESCENARIO ACTUAL
<p><b>Paisaje</b></p>	<p>El uso actual del paisaje dentro del Sistema Ambiental Regional es de Bosque mesófilo de montaña, Bosque de pino, Bosque de pino-encino, Bosque de encino, Bosque de encino-pino, Matorral crasicaule, Matorral submontano, pastizales y agricultura. En relación a las actividades agrícolas y pecuarias el potencial de uso de paisaje es bajo. Respecto al potencial forestal, ecológico y turístico se encuentra un potencial alto. Registra al Bosque mesófilo de montaña y Bosque de pino-encino como los tipos de vegetación mejor representados.</p> <p>El paisaje de la zona corresponde a un tipo de vegetación de Bosque mesófilo de montaña, Bosque de pino-encino y matorral crasicaule, siendo ecosistemas prioritarios de conservación por su alta diversidad de especies vegetales y faunísticas. Es importante resaltar que este factor ambiental gradualmente tendrá cambios por el crecimiento de las poblaciones y las actividades antrópicas de la zona, por lo que está directamente relacionado con los factores bióticos y abióticos antes mencionados.</p>
<p><b>Medio Socio-económico</b></p>	<p>Con respecto a demografía en el SAR se presenta un grado de marginación que va desde un grado muy alto a medio (CONAPO, 2015). La tasa de crecimiento medio anual 2010-2015 aproximada es de 0.45; se tiene un flujo migratorio del 8.16% del total de la población. Además, se tiene una población de 3.65 habitantes por hogar. Estos índices ocasionan una migración de la población a sectores que le puedan ofrecer mejores alternativas de vida.</p> <p>Así mismo, es importante el factor socioeconómico en el que el SAR presenta un difícil acceso a aspectos tecnológicos e infraestructura, por la carencia de servicios básicos. Las localidades también presentan dificultad y rezago en general. La población económicamente activa se dedica a actividades del sector primario en su mayoría, Se tiene cubierto el 62.21% con respecto a los servicios de salud, drenaje 79.34%, agua potable 86.05% y electricidad 95.43%. El 2.73% de la población en el SAR es analfabeta, con un grado de escolaridad de 6.12.</p> <p>Este factor no se verá afectado con el tiempo ya que, de no existir alguna actividad económica actualmente en la zona del proyecto, la probabilidad de que socialmente se vea afectado sin proyecto es muy baja sin embargo es una limitante.</p>

## VII.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto.

Como ya se mencionó, dentro del Sistema Ambiental Regional y sobre todo en el área de influencia del proyecto, los recursos naturales se encuentran amenazados a causa de las actividades antrópicas propias de la zona.

Si la obra se realizará sin contemplar una serie de medidas de mitigación, compensación, prevención o eliminación de impactos al entorno natural y social, se podría convertir en un elemento que altere, si no, el SAR, sí la estabilidad del ambiente

natural y social local del territorio articulado por el trazo actual, pues la mala disposición de residuos sólidos, la invasión hacia los terrenos de los linderos del camino, la eliminación de cercos naturales o el desmonte indiscriminado, podrían imponer a este territorio local modificaciones importantes en su actual estructura funcional.

De forma más específica, en el supuesto de que se realizase el proyecto sin cumplir con las medidas de mitigación propuestas, existiría un daño muy significativo hacia el suelo y a la vegetación por la remoción y pérdida de los mismos en la zona de estudio y sus alrededores, trayendo consigo un incremento de los procesos erosivos, modificación de los patrones de escurrimiento superficial, pérdida de abundancia florística y faunística e incremento de la fragilidad visual del paisaje.

La principal cobertura vegetal en la zona corresponde al bosque mesófilo de montaña y bosque de pino-encino, con algunos manchones bien conservados sobre las laderas más pronunciadas. Asimismo, se presentan pequeños parches de matorral crasicaule. La construcción de una carretera como esta, sin un programa de restauración de la cobertura vegetal en el que se pretenda generar un corredor biológico de flora nativa para aumentar la conectividad entre los parches de vegetación existentes, conllevará a un importante decremento en la calidad de este factor ambiental dentro del SAR, con una creciente fragmentación de estos tipos de vegetación.

Además al no existir acciones que contrarresten los impactos causados por la obra en cuestión, se provocaría una disminución de la calidad del suelo por un inadecuado transporte y disposición de los residuos sólidos, desestabilización severa de laderas y taludes provocando derrumbes y aumentando el riesgo de erosión en áreas ajenas a la zona; igualmente al no realizarse un programa de revegetación adecuado la recuperación del ecosistema en cuestión se vería seriamente comprometida, pues la fauna desplazada difícilmente regresaría a la zona, los efectos de los cambios micro climáticos del área no alcanzarían a minimizarse, el impacto visual no podría compensarse y sobre todo las comunidades vegetacionales difícilmente se recuperarían autónomamente.

La escorrentía por arroyos es muy importante en el mantenimiento de la dinámica de esta zona, por lo que su conservación es importante. La construcción de una carretera en donde se arrojen materiales sobre estas escorrentías, obstruyéndolas; o bien sedimentos de cortes y material fino, contaminando la calidad del agua, puede tener muy importantes repercusiones aguas abajo del sitio del proyecto, por lo que de no tomarse en cuenta acciones de prevención y mitigación

referentes a la retención de sedimentos, establecimiento de bancos de tiro de material residual y estabilización de taludes de cortes y terraplenes, se puede ocasionar una reducción muy importante en la calidad y cantidad de escorrentía.

Algunos otros deterioros a los que se estarían exponiendo si no existe una correcta aplicación de las medidas propuestas implica la contaminación del suelo por derrames de combustibles y residuos peligrosos, riesgo de incendios no controlados en la zona, disminución de la calidad del aire debido a un alto índice de partículas suspendidas por falta de control sobre el manejo de materiales pétreos, entre otros daños.

Por ello, de no realizarse las medidas de prevención y mitigación propuestas en el estudio, el impacto hacia el ambiente será irreversible, de esta manera su influencia sería negativa.

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

Para la realización del proyecto: "Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: "El Banco-Zacualtipán" del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560", el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, se implementarán diferentes medidas preventivas, remediación, rehabilitación, compensación, reducción y de mitigación para evitar o disminuir los impactos sobre los diferentes componentes ambientales suelo y flora (Ver capítulo VI). Además, se cumplirán los lineamientos y acciones que corresponden al área del proyecto, establecidas en el Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado, con la finalidad de preservar el Sistema Ambiental Regional, pretendiendo con ello el inicio de un crecimiento ordenado y sustentable en la zona del proyecto.

Este escenario se presenta cuando se considera la ejecución del proyecto con una serie de medidas (prevención, mitigación y compensación), ya consideradas en el presente estudio, que pueden hacer del proyecto una obra más amigable con su entorno. En este contexto, se tendría un SAR estructuralmente intacto y un territorio local que puede continuar funcionando de acuerdo a la estructura con la que cuenta actualmente. En este escenario final, es posible decir que la ejecución del proyecto mejora la funcionalidad del SAR y el territorio local, y no se convertiría en un elemento desarticulado de la funcionalidad actual del sistema natural, a escala social en los territorios regionales (SAR) y locales (trazo del camino carretero y sus márgenes

inmediatos), como ya se ha citado mejorará por el tiempo que dure la obra, el aspecto de ingresos y consumo de productos, aunado a esto el camino en sí podría constituir en un elemento de desarrollo e influir en la mejora de la calidad de vida de los habitantes, cumplirá la función de trasladar a los habitantes de una localidad a otra de manera segura, confortable y con ahorro en el tiempo de recorrido.

Detallando este escenario, se tiene que los impactos ambientales significativos previstos se generarán en las etapas de preparación del sitio y construcción, gran parte de ellos se presentan con extensión local y de carácter mitigable, por lo que las medidas propuestas sobre los diferentes componentes ambientales, propiciarán la rehabilitación del sitio del proyecto casi en su totalidad una vez llegado a su término de ejecución.

Dentro de las actividades a realizarse, la de mayor impacto ambiental es referente proceso de desmonte y despalle de vegetación, la cual se hará de forma paulatina para permitir que la fauna se retire del lugar y dar tiempo para que aquella de lento movimiento logre desplazarse lo más alejado de la zona afectada. Mientras que para la flora se realizará la afectación de los individuos arbóreos que se mencionan en el estudio solamente.

En los cortes y terraplenes se suavizarán las pendientes y cubrirán posteriormente con suelo fértil. Además, se mantendrá vigilancia constante para que el material de esta actividad sea retirado inmediatamente para no provocar daños severos en la vegetación y pueda causar también interrupciones de escorrentías de agua.

El contar con campañas de limpieza a lo largo del proyecto, asegura el bienestar de la flora existe en las inmediaciones del proyecto. Además, se colocarán retornos especiales para vehículos maquinaria y equipo, evitando así retornos improvisados que puedan causar daños severos a la vegetación y a las escorrentías de agua. Así como se establecerán rutas específicas de circulación, así como límite de velocidad por donde deben transitar vehículos, maquinaria y equipo de construcción.

Cuando sea completada la realización de este proyecto, se implementará un programa de revegetación y rehabilitación de las áreas intervenidas. De este modo con la revegetación en los bordes del camino no sólo se tratará de integrar paisajística y funcionalmente el proyecto al ecosistema natural, sino también se promoverán el restablecimiento de servicios ambientales, que contrarresten la presión actual en el SAR, como resultado de las actividades antropogénicas y continuas de degradación

de las comunidades vegetacionales presentes en las proximidades de las vialidades en cuestión. Por consecuencia, estas actividades ayudarán a rehabilitar también las comunidades faunísticas que serán desplazadas por la ejecución del proceso constructivo, minimizando así el efecto borde. Por lo tanto, se espera que, con la creación de un corredor de vegetación natural a los lados de la carretera, conservado y protegido de la penetración antrópica dentro del derecho de vía, mejorará la calidad de este factor ambiental en toda la región, sobre el valor actual existente, al mediano y largo plazo.

La finalidad en construcción de este tipo de infraestructura es el contar con un movimiento mayor y fluido de personas y productos dentro del SAR y en especial en el área de influencia del proyecto, con ello se tiene una disminución importante en los tiempos de traslado hacia los diferentes puntos, así mismo es bien comprendido que las vías de comunicación son una de los principales detonantes que beneficia el crecimiento de las economías gracias a una mejor comercialización y distribución de servicios bienes y consumos lo cual al paso del tiempo se ve reflejado en la calidad de vida de sus pobladores.

#### **VII.4 Pronóstico ambiental.**

Los proyectos viales han sido considerados 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 carreteras, 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 las carreteras pueden citarse la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativas, sin embargo la dimensión y localización del proyecto que se ha analizado hace prever que las condiciones físicas y naturales del entorno permanecerán sin cambio sustantivos, pues como se ha comentado esta vía de comunicación opera desde hace muchos años y las obras proyectadas solo pretenden un mejoramiento del trazo actual que permitan reducir los tiempos de desplazamiento.

La constante expansión para crear zonas agrícolas y de pastoreo, además de los asentamientos humanos en la región ha ocasionado el deterioro de sistemas ambientales originales, encontrando actualmente que sus componentes bióticos han sido perturbados. Sin embargo, el nuevo escenario modificado, de la construcción del proyecto, traerá como beneficios lo siguiente:



- Contribuir al desarrollo y modernización de la infraestructura carretera del Estado.
- Los habitantes de la región principalmente de la zona en la que se realizara el proyecto, tendrán mayores oportunidades para mejorar su economía.
- Los habitantes tomarán conciencia ecológica al darse cuenta de que la sustentabilidad es más provechosa que la explotación irracional de recursos.
- El proyecto aumentará las posibilidades de inversión para la zona y la consecuente creación de empleos.
- Aumentará la calidad de vida de los habitantes de la región, pues tendrán mejor oferta de bienes y servicios, que mejorará el nivel de vida.

Asimismo, se considera que los impactos ambientales adversos, locales y a nivel regional, son mitigables, teniendo que:

- La zona del SAR continuará con las actuales condiciones ambientales en las que se encuentra aún después de concluida la construcción del camino, ya que solo se afectará una porción mínima a la que ocupa el SAR.
- La construcción y operación del camino (con las medidas de mitigación propuestas) es compatible con los ecosistemas del SAR.
- Al incrementar el flujo de usuarios de la carretera que se dirigen a las distintas poblaciones de la región habrá un incremento en la economía de los habitantes de la zona y por lo tanto se deberán de mejorar los servicios públicos como son agua potable, servicio de limpia y alcantarillado.

Como conclusión final, consideramos que los costos sociales, económicos y ecológicos del presente proyecto son notorios pero subyacen sobre el beneficio social y ambiental que supone el mejoramiento de esta vía de comunicación, pues el mayor daño sería el desmonte y despilme de vegetación, cabe mencionar que el proyecto considera dentro de sus medidas mitigatorias, la implementación de un Programa de Rescate y Reubicación de Flora, Programa de Ahuyentamiento, Rescate y Liberación de Fauna, Programa de Protección y Conservación de Suelos y Programa de revegetación con especies nativas.

## **VII.5 Evaluación de alternativas.**

Como se mencionó desde un principio, debido a que el camino que se pretende ampliar y modernizar ya se encuentra en operación, la opción de considerar otras alternativas implicaría afectaciones severas muchos mayores a las que se han planteado aquí.

Es indispensable considerar que la dinámica de crecimiento de la población, los cuantiosos asentamientos humanos y en sí, el entorno natural, han sido consideradas por esta nueva vía de comunicación, y de alguna manera se han adaptado a ella, por lo que la opción propuesta, derivado de los estudios realizados, resulta ser la más conveniente económicamente, ecológicamente y socialmente.

## VII.6 Conclusiones.

El presente estudio de Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional, tiene por objeto evaluar los impactos ambientales originados por proyecto: ***"Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: "El Banco-Zacualtipán" del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560"***, el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo.

Al tomar en consideración la vinculación con la legislación vigente e instrumentos normativos, es menester observar que el proyecto no contrapone al Programa de Ordenamiento Ecológico del Estado de Hidalgo y de la revisión de la política ambiental y los criterios ecológicos definidos para las Unidades de Gestión Ambiental en que se localiza el proyecto ya que se localiza en las *Unidades de Gestión Ambiental (UGA) número XII y XIII*, y de acuerdo al uso condicionado que se le puede dar al suelo en estas UGA, es posible desarrollar infraestructura, bajo ciertos criterios técnicos y ecológicos, y con apego a la legislación ambiental, que mediante la implementación de medidas preventivas, de mitigación y compensación serán cumplidos. De esta forma, se tiene que la implementación de dichas medidas permitirá que el proyecto cumpla con la legislación y normatividad ambiental vigente.

Al analizar y evaluar los impactos ambientales que serán ocasionados por el proyecto se manifiesta que los impactos ambientales adversos más significativos se presentarán sobre los factores ambientales de suelo y flora, y serán ocasionados principalmente en la etapa de preparación de sitio durante las actividades de desmonte y despálme, así mismo en la etapa de construcción por las actividades de excavaciones y cortes; se tiene considerado que de las 34,133.56 ha registradas para el SAR, para el desarrollo del proyecto se afectarán 16.83 ha (0.049%). Esta afectación corresponde a 8.92 ha de bosque pino-encino (0.157%), 0.73 ha de Vegetación secundaria arbustiva de bosque mesófilo de montaña (0.127%), 4.64 ha de Vegetación secundaria arbórea de bosque mesófilo de montaña (7.086%) y 1.60 ha de Vegetación secundaria arbustiva de matorral crasicaule (1.28%), existente en

el SAR, por lo que se removerán **263,577** individuos, entre los que destacan: *Bursera fagaroides*, *Bouteloua sp.*, *Mammillaria magnimamma*, *Muhlenbergia sp.*, *Parapolystichum glabellum*, *Phlebodium areolatum*, *Microsorium pustulatum*, *Microsorium diversifolium*, *Pteridium arachnoideum*, *Erigeron karvinskianus*, *Chenopodium album*, *Pteridium aquilinum*, entre otras. Además, si consideramos que con la implementación de las medidas establecidas en este estudio y las medidas que las autoridades emitan, se tendrá como resultado que el impacto global del proyecto se vea mitigado de forma importante. Cabe señalar que dentro del área del proyecto no se observaron especies con algún estatus de amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

En cuanto a los otros impactos ambientales adversos que deberán considerarse es la generación y disposición de los residuos de materiales producto de desmonte, despilme, corte y excavaciones, residuos sólidos no peligrosos y residuos peligrosos, que si bien no son impactos significativos, el adecuado control y manejo desde su generación hasta su disposición es muy importante para evitar impactos indirectos sobre las características físico químicas del suelo, incremento en sus riesgos erosivos, flora, fauna y agua superficial por su inadecuada disposición.

Con base a un análisis detallado de las características del ambiente natural, tanto físico como biológico, del Sistema Ambiental Regional y particularmente del sitio donde se llevará a cabo el proyecto "Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: "El Banco-Zacualtipán" del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560", así como el tipo y duración de los impactos que la obra tendrá sobre dicho ambiente y de los beneficios socioeconómicos que conllevará la operación de la misma, podemos concluir:

La modernización y ampliación del tramo carretero, permitirá a mediano y largo plazo que las comunidades registren un incremento en su calidad de vida, debido a que se tendrá una mejora en los servicios de salud y educación de la población, además de incrementar la cobertura de electricidad, agua potable y drenaje, la diversificación de actividades económicas, y la creación de fuentes de empleo temporal y permanente, además de la creación de centros de ecoturismo lo que representa una de las alternativas en la región.

Dicho proyecto tendrá un impacto significativo para el desarrollo de los municipios de Zacualtipán de Ángeles y Agustín Metzquitlán, donde el rezago social y económico ha provocado que la calidad de vida de los habitantes vaya en detrimento conforme pasa el tiempo.



Es innegable que el proyecto tiene impactos adversos en el medio donde se insertará, sin embargo, la mayoría de los impactos se darán en la etapa de preparación del sitio y construcción, lo que hace que los impactos sean temporales y puntuales. Si a estos impactos asociamos las medidas de mitigación que se adoptarán y las que las autoridades emitirán, el impacto global del proyecto se verá mitigado sustancialmente.

Desde el punto de vista ambiental, la flora es con mucho el impacto adverso más importante del proyecto, sin embargo, si se hace un balance entre este impacto y los beneficios temporales y permanentes del proyecto, se puede reconocer la viabilidad del proyecto. De acuerdo a la evaluación de impacto, las afectaciones más significativas son las que se presentarán durante las actividades de desmonte, despalme, la excavación y corte, las cuales afectarán directamente a la cubierta vegetal, las características y composición del suelo, así como la topografía, la distribución de fauna, y la calidad del aire y agua; sin embargo, estas últimas actividades sólo será durante la realización de la obra, por lo que su impacto se considera un poco menor con respecto a los otros atributos ambientales.

Por otro lado, las tareas de preparación del sitio y construcción traerán una derrama económica importante, que en las épocas de mayor intensidad de modernización y ampliación podrán beneficiar, aunque temporalmente, a grupos sociales que eventualmente no tienen otro ingreso económico.

Se considera que el costo ambiental con respecto a la cubierta vegetal y su respectivo desplazamiento de fauna será relativamente moderado, debido a que la mayor parte del terreno que sufrirá estas transformaciones ya ha sido impactada por el actual camino, igualmente que sólo se hará remoción en el tramo a ampliar, y así evitar en lo más posible, el detrimento de la calidad ambiental a escala regional.

Los impactos restantes significativos fueron en todos los casos benéficos, por lo que de acuerdo a la información y evaluación del proyecto, se considera que cumple con lo establecido en la normatividad vigente; por tanto, se solicita su autorización para realizar "Ampliación y modernización de la carretera federal México 105, Pachuca-Huejutla, en su tramo: "El Banco-Zacualtipán" del km 85+000 al km 100+560, subtramos; del km 85+000 al km 85+760, del km 89+000 al km 94+920 y del km 98+980 al km 100+560", el cual se ubica en los municipios de Zacualtipán de Ángeles y Agustín Metzquitlán, en el estado de Hidalgo, bajo el cumplimiento de las medidas mitigatorias propuestas en la presente Manifestación de Impacto Ambiental.

## VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTO TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

### VIII.1 Glosario de términos.

**Alcance:** (Scoping): fase siguiente al Sondeo (screening) en la que se determina la proyección y contenido del análisis de evaluación ambiental a partir de las características de la actividad, la información relevante del medio receptor, consultas a expertos e implicados y la identificación preliminar de los efectos previsibles.

**Área de influencia:** espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental.

**Banco de material:** Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural, los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.

**Beneficioso o perjudicial:** Positivo o negativo.

**Componentes ambientales críticos:** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerados en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Cambio climático:** Variación del clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera global y se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos comparables.

**Componentes ambientales relevantes:** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto-ambiente previstas.

**Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico.

**Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema.

**Desarrollo sustentable:** es el progreso social, económico y político dirigido a satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; es el mejoramiento de la calidad de vida humana sin sobrepasar la capacidad de carga de los ecosistemas que la sustentan; es un concepto multidimensional que abarca las diversas esferas de la actividad humana: económica, tecnológica, social, política y cultural.

**Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Desmante:** Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.

**Duración:** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Entorno:** es el área de influencia de un proyecto, plan o programa.

**Escenario:** descripción integral de una situación en el futuro como consecuencia del pasado y el presente, usualmente como varias alternativas: posibles o probables; es un insumo a la planeación a largo plazo para el diseño de estrategias viables. Su propósito es anticipar el cambio antes de que éste se vuelva abrumador e inmanejable.

**Especies de difícil regeneración:** Las especies vulnerables a la extinción biológica por la especificidad de sus requerimientos de hábitat y de las condiciones para su reproducción.

**Estudio de impacto ambiental:** documento que presenta la información sobre el medio ambiente, las características de la actividad a desarrollar (o proyecto) y la evaluación de sus afectaciones al medio ambiente.

**Evaluación ambiental:** predicción, identificación, caracterización y valoración de los impactos ambientales aunado con el diseño de medidas de prevención, mitigación y compensación.

**Evaluación ambiental estratégica:** es el proceso sistemático mediante el cual se consideran los impactos ambientales de políticas, planes y programas y cuyos resultados apoyan la toma de decisiones en los niveles iniciales con el objeto de alcanzar un desarrollo sustentable.

**Evaluación ambiental regional:** es el proceso de establecer las implicaciones ambientales acumulativas a escala regional, de desarrollos multisectoriales durante un cierto periodo y dentro de su entorno.

**Homeostasis:** es la capacidad de autorregulación y ajuste que tiene el ecosistema para mantener su estructura a lo largo del tiempo y representa el potencial para reaccionar ante influencias externas.

**Impactos acumulativos:** efecto en el ambiente que resulta de la adición de los impactos que potencialmente puede generar una obra o actividad, con los que ya generaron otras obras sobre el mismo componente ambiental o que actualmente los están generando.

**Impacto ambiental:** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**Impacto ambiental acumulativo:** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**Impacto ambiental residual:** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Impacto ambiental significativo o relevante:** aquel que resulta de la acción del hombre, cuyo valor o efecto se acerca al límite de la capacidad de carga de un ecosistema, definida por uno o más de los siguientes parámetros:

- La tasa de renovación de los recursos naturales (por ejemplo, la deforestación que se acerca al límite de renovación natural de una determinada cubierta forestal, la disminución de las áreas de captación hídrica, el tamaño efectivo de una población de especies en estatus, etc.).
- La tasa de compatibilidad regional o de aceptación (por ejemplo, cuando se acerca al límite de los coeficientes de ocupación o de uso del suelo, de integración al paisaje o de los tipos de vegetación, etc.).
- La tasa de asimilación de contaminantes (por ejemplo, la cantidad de efluentes que puede autodepurar un río o un lago).

**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.

**Impactos indirectos:** variedad de impactos o efectos significativos distintos de los causados de manera directa por un proyecto. Son causados por desarrollos y actividades colaterales desencadenadas por el proyecto cuya magnitud es significativa e incluso mayor que la ocasionada por el proyecto; impactos que son producidos a menudo lejos de la fuente o como resultado de un proceso complejo. A veces se designa como impactos secundarios o terciarios.

**Impactos potenciales:** posibles modificaciones del medio derivadas de una acción humana proyectada; riesgo de impacto de una actividad humana en marcha o que se derivará de una acción en proyecto, en caso de ser ejecutado. Pueden ser directos, indirectos, acumulativos o sinérgicos.

**Impactos residuales:** impactos que persisten después de la aplicación de medidas de mitigación.

**Importancia:** Indica qué tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente. Para ello se considera lo siguiente:

- a) La condición en que se encuentran el o los elementos o componentes ambientales que se verán afectados.
- b) La relevancia de la o las funciones afectadas en el sistema ambiental.
- c) La calidad ambiental del sitio, la incidencia del impacto en los procesos de deterioro.
- d) La capacidad ambiental expresada como el potencial de asimilación del impacto y la de regeneración o autorregulación del sistema.
- e) El grado de concordancia con los usos del suelo y/o de los recursos naturales actuales y proyectados.

**Indicador:** la palabra indicador viene del verbo latín *indicare*, que significa mostrar, anunciar, estimar o asignar un precio. Los indicadores son parámetros (por ejemplo, una medida o propiedad observada), o algunos valores derivados de los parámetros (por ejemplo, modelos), que proporcionan información sobre el estado actual de los ecosistemas, así como patrones o tendencias (cambios) en el estado del medio ambiente, en las actividades humanas que afectan o están afectadas por el ambiente o sobre las relaciones entre tales variables.

**Indicador de impacto ambiental:** expresión cuantificable de un impacto ambiental; variable simple o expresión más o menos compleja que mejor representa la alteración al medio ambiente; elementos del medio ambiente afectado o potencialmente afectado por un agente de cambio, evaluado de manera cuantitativa.

**Índice:** es una agregación de estadísticas y/o de indicadores, que resume a menudo una gran cantidad de información relacionada, usando algún procedimiento sistemático de ponderación, escala y agregado de variables múltiples en un único resumen.

**Irreversible:** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Magnitud:** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.

**Medidas correctivas:** el conjunto de medidas ya sean de prevención, control, mitigación, compensación o restauración.

**Medidas de compensación:** conjunto de acciones para contrarrestar el daño causado por un impacto al ecosistema. Por lo general los impactos ambientales que requiere compensación son

en su gran mayoría irreversibles. Algunas de las actividades que se incluyen en este tipo de medidas son la repoblación vegetal o la inversión en obras de beneficio al ambiente.

**Medidas de mitigación:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar el impacto ambiental y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causará con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas.

**Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medio ambiente:** sinónimo de ecosistema y compuesto por elementos (estructura) y su funcionamiento (interacciones).

**Naturaleza del impacto:** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.

**Programa de vigilancia ambiental:** consiste en la programación de las medidas, acciones y políticas a seguir para: prevenir, eliminar, reducir y/o compensar los impactos adversos que el proyecto o el conjunto de proyectos pueden provocar en cada fase de su desarrollo.

**Región:** espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos.

**Resiliencia:** medida de habilidad o capacidad que tiene un ecosistema de absorber estrés ambiental sin cambiar sus patrones ecológicos característicos, esto implica la habilidad del ecosistema para reorganizarse bajo las tensiones ambientales y establecer flujos de energía alternativos para permanecer estable sin perturbaciones severas, sólo con algunas modificaciones menores en su estructura.

**Relleno:** Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.

**Reversibilidad:** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

**Sistema ambiental:** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.

**Sondeo (Screening):** fase de consulta, previa a la Evaluación del Impacto Ambiental, en la que se decide si una actividad debe someterse a al procedimiento de EIA. La decisión comúnmente la determina la autoridad ambiental.

**Sustentabilidad:** es un estado ideal en el que el crecimiento económico y el desarrollo debieran ocurrir y ser mantenidos en el tiempo dentro los límites impuestos por el ambiente. La sustentabilidad es una visión de futuro y el Desarrollo Sustentable la estrategia para alcanzarla; implica comprender los límites y características de la naturaleza, leyes naturales que los gobiernan; la sustentabilidad se basa en las teorías ecológicas de sustentabilidad natural de los ecosistemas.

## VIII.2 Bibliografía.

Agenda Ecológica Federal, 2015. Ediciones Fiscales ISEF, S. A. México.

César V. y Vázquez G., A., 1994. Impacto Ambiental. Facultad de Ingeniería, UNAM; IMTA (Instituto Mexicano de Tecnología del Agua), México. 258 pp.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas).  
<http://www.conanp.gob.mx>

CNA (Comisión Nacional del Agua).  
<http://www.cna.gob.mx>

CONAPO (Consejo Nacional de Población).  
<http://www.conapo.gob.mx>

Conesa, V., 1997. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. Ed. Mundi-Prensa, 3ª ed, España, 412 pp.

CNA (Comisión Nacional del Agua). 1992. Información Estadística. Presas de la República Mexicana.

CONABIO (Consejo Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.)  
<http://www.conabio.gob.mx>

Estevan Bolea, M.T. 1984. Evaluación del impacto ambiental. Madrid: Fundación MAPFRE. 609 pp.

García, E. 1981. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Instituto de Geografía. UNAM. México, D.F. 244 pp.

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). <http://www.inegi.gob.mx>

INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geográfica e Informática). 1992. Síntesis geográfica del Estado de Hidalgo. INEGI, Aguascalientes, México.

INEGI. 1996. Cuaderno Estadístico Municipal. San Agustín Tlaxiaca, Hgo.

INEGI. 2009. Anuario Estadístico del Estado de Hidalgo.

Leopold (*et al*, 1971), Leopold, L.B., Clarke, F.E., Hanshaw, B. B., Balsley, J.R. (1971): "A procedure for Evaluation Environmental Impacts", U. S. Geological Survey, Circular 645, United State Environmental Protection Agency, Washington, 13 pp.

Martínez, M. Nombres Científicos de Plantas Mexicanas, en Catálogo de Nombres Vulgares y Científicos Plantas Mexicanas, Fondo de Cultura Económica, México, 1987 pp. 1038-1247

Mooser, F., 1963. Historia Tectónica de la Cuenca de México. Boletín de la Asociación Mexicana de geólogos Petroleros. 15: 239-246.

Proteam, S. A. Estudio Metodológico de las Tecnologías de Evaluación de Impacto Ambiental. Tomo III. Cuarta parte.

Rzedowski, J. 1994. *Vegetación de México*. Ed. Limusa. México, DF 432 pp.

Salinas E. *et al.* 2001. Ordenamiento Ecológico Territorial Estado de Hidalgo. Periódico Oficial del Estado Tomo CXXXIV No. 14, 2 de Abril del 2001, 473 pp.

SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes). 1981. Atlas Nacional del Medio Físico.

SEDUE (Secretaría de Desarrollo Urbano y Ecología). 1991. Ordenamiento Ecológico, Impacto Ambiental y Riesgo Ambiental. El Procedimiento de Impacto Ambiental. México, D.F.

SEGOB (Secretaría de Gobernación-México).

<http://www.gobernacion.gob.mx>

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).

<http://www.semarnat.gob.mx>

Servicio Meteorológico Nacional.

<http://smn.cna.gob.mx>

### **VIII.3 Fotografías.**

Se anexan al presente estudio (Anexo 5)

### **VIII.4 Mapas.**

Se anexan al presente estudio (Anexo 6).