

**Área que clasifica.** -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

**Identificación del documento.** -Versión pública del presente estudio en materia de impacto ambiental.

**Partes clasificadas.** -Nombre, correo electrónico, teléfono(s), domicilio, rfc, curp, fotografías, firmas concernientes a las personas físicas identificadas e identificables, diversas al promovente o su representante legal.

**Fundamento Legal.** - La clasificación de la información confidencial se realiza con fundamento en el artículo 116 primer párrafo de la Ley General de Transparencia y Acceso a la Información Pública y 113, fracción I, de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública.

**Razones.** - Por tratarse de datos personales concernientes a una persona física identificada o identificable.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Maestro Alejandro Pérez Hernández', is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and overlaps the line.

**Firma del titular.- Maestro Alejandro Pérez Hernández**

**Fecha y número del acta de la sesión del Comité donde se aprobó la versión pública.** -Resolución **ACTA\_15\_2022\_SIPOT\_2T\_2022\_ART69**, en la sesión celebrada el 15 de Julio de 2022.



# 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**



# COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1 Datos generales del proyecto .....	1
I.1.1 Nombre del proyecto.....	1
I.1.2 Naturaleza del proyecto .....	1
I.1.3 Ubicación del proyecto.....	2
I.1.4 Duración del proyecto .....	3
I.1.5 Presentación de la documentación legal.....	3
I.2 Datos general del promovente.....	3
I.2.1 Nombre o razón social del promovente.....	3
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente.....	4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente .....	4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones	4
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	4
I.3.1 Nombre o razón social .....	4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP .....	4
I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio .....	4
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	4
I.3.5 Encargados de la elaboración del estudio.....	4

## CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas del proyecto .....	1
Cuadro 2. Características particulares del camino existente .....	1

## FIGURAS

Figura 1. Macrolocalización del Proyecto.....	2
Figura 2. Microlocalización del Proyecto .....	3

## 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

Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional del camino "La Unión - San Agustín Chagchaltzin -San José Chagchaltzin - Calatepec - El Canal, tramo del Km. 5+500 al Km. 15+500, con una meta de 10.0 Km.", ubicado en el estado de Puebla.

#### I.1.2 Naturaleza del proyecto

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, a través de la Dirección General Adjunta de Caminos Rurales y Alimentadores, tiene a su cargo la ejecución del presente proyecto que consiste en la modernización del camino rural: "La Unión - San Agustín Chagchaltzin - San José Chagchaltzin - Calatepec - El Canal, tramo del Km. 5+500 al Km. 15+500, ubicado en el estado de Puebla", el cual actualmente se encuentra en condiciones de terracería con un ancho variable de entre 4.20 m a 6.70 m. Se pretende alcanzar especificaciones de un camino tipo "D" con una calzada y corona de 7.00 m. En la siguiente tabla se presentan las coordenadas de inicio y fin del tramo.

**Cuadro 1. Coordenadas del proyecto**

Tramo	Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido (UTM Z14Q)			
	Inicio	Final		Inicio		Fin	
				X	Y	X	Y
La Unión - San Agustín Chagchaltzin -San José Chagchaltzin - Calatepec - El Canal	5+500	15+500	10.00	657140	2202269	658083	2206506

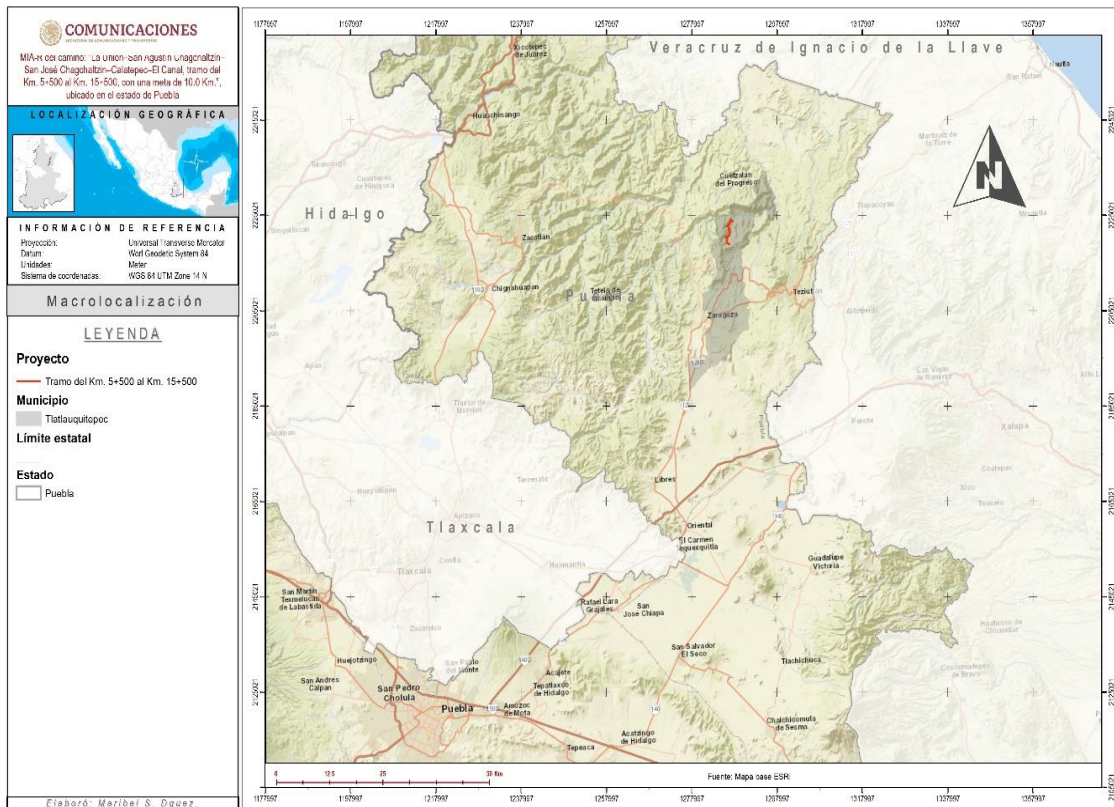
**Cuadro 2. Características particulares del camino existente**

Cadenamiento	Longitud del camino existente	Ancho de camino existente	Superficie de rodamiento
5+500 – 15+500	10.00 km	Variable. 4.20 m a 6.70 m.	7.4243 ha

### I.1.3 Ubicación del proyecto

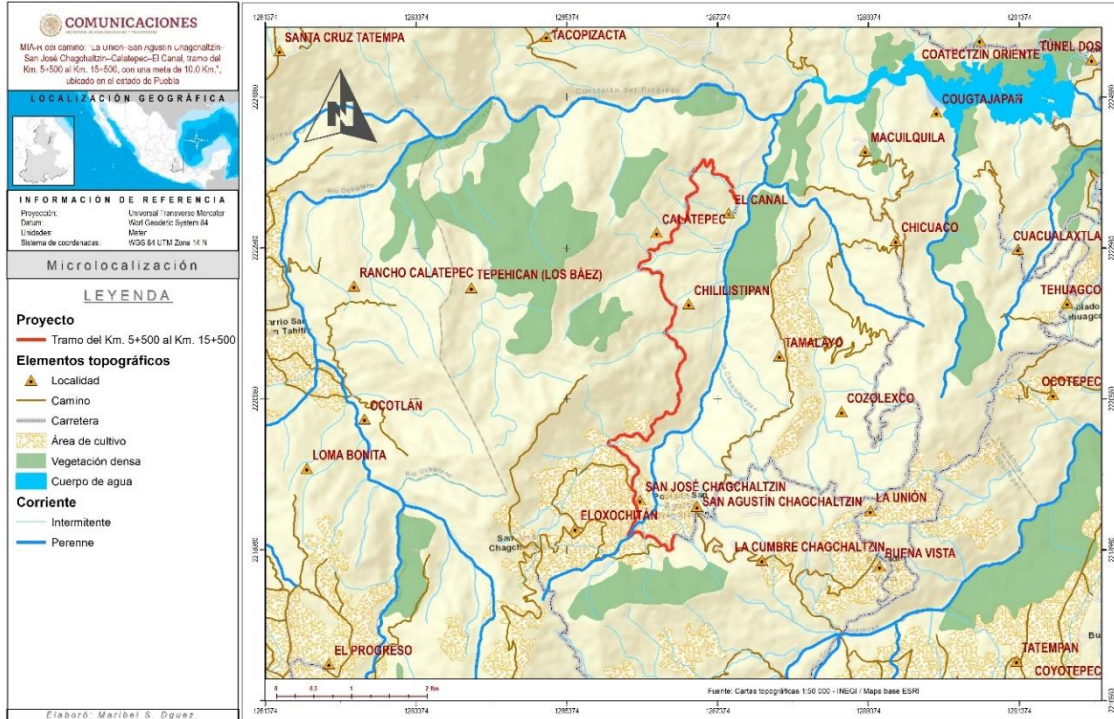
El proyecto se ubica en el estado de Puebla, particularmente en el municipio de Tlatlauquitepec, en la parte noreste del Estado de Puebla. Colinda al Norte con el municipio de Cuetzalán del Progreso, al Este con Chignautla, Atempan y Yaonáhuac, al Sur con Cuyuaco y al Oeste con Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla.

En las siguientes figuras se presenta la macro y microlocalización del Proyecto. Así mismo se señala que todos los mapas que se muestran en la presente MIA son anexados en formato impreso en tamaño doble carta y en formato digital.



**Figura 1. Macrolocalización del Proyecto**

El proyecto involucra principalmente a las localidades de La Unión - San Agustín Chagchaltzin - San José Chagchaltzin - Chillistipan - Calatepec - El Canal. Inicia en el km 5+500 en la localidad "La Unión" y finaliza en el km 15+500 en la localidad El Canal. En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de inicio y final del proyecto.



**Figura 2. Microlocalización del Proyecto**

### I.1.4 Duración del proyecto

Para la ejecución del proyecto, se requerirá de un tiempo aproximado de 6 años; esto desde la etapa de preparación del sitio hasta la etapa en la que el camino esté terminado para la apertura al tránsito vehicular. Una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, el proyecto tendrá una vida útil de 30 años con sus respectivas obras de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo a sus requerimientos, que quedarán a disposición de la SCT. Los trámites y el tiempo requerido para los permisos son independientes.

### I.1.5 Presentación de la documentación legal

Se anexa la documentación legal correspondiente.

## I.2 Datos general del promovente

### I.2.1 Nombre o razón social del promovente

Secretaría de Infraestructura Comunicaciones y Transportes, Dirección General de Carreteras

## **I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente**

[Redacted]

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

[Redacted]

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

[Redacted]

## **I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental**

### **I.3.1 Nombre o razón social**

[Redacted]

### **I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP**

[Redacted]

### **I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio**

[Redacted]

### **I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio**

[Redacted]

### **I.3.5 Encargados de la elaboración del estudio**

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]





**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## Contenido

<b><u>II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA.....</u></b>	<b><u>1</u></b>
<b>II.1.1. NATURALEZA DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA.....</b>	<b>1</b>
<b>II.1.2. JUSTIFICACIÓN .....</b>	<b>3</b>
II.1.2.1. SELECCIÓN DE LA TRAYECTORIA .....	3
II.1.2.2. URBANIZACIÓN DEL ÁREA Y DESCRIPCIÓN DE SERVICIOS REQUERIDOS.....	4
<b>II.1.3. UBICACIÓN FÍSICA Y DIMENSIONES DEL PROYECTO .....</b>	<b>5</b>
<b>II.1.4. DIMENSIONES DEL PROYECTO Y SU USO ACTUAL DEL SUELO .....</b>	<b>2</b>
II.1.4.1. SUPERFICIE DEL PREDIO (DERECHO DE VÍA) .....	2
II.1.4.2. SUPERFICIE DEL CAMINO ACTUAL (TIPO E) .....	2
II.1.4.3. SUPERFICIE DEL PROYECTO TIPO D .....	3
II.1.4.4. VEGETACIÓN EN EL ÁREA DEL PROYECTO.....	4
<b><u>II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA .....</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b>II.2.1. PROGRAMA DE TRABAJO.....</b>	<b>19</b>
<b>II.2.2. ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO.....</b>	<b>20</b>
II.2.2.1. DESMONTE.....	20
II.2.2.2. DESPALME .....	20
<b>II.2.3. ETAPA DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>20</b>
II.2.3.1. CORTES Y EXCAVACIONES .....	20
II.2.3.2. FORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE TERRAPLENES .....	21
II.2.3.3. MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO DE LA SUBRASANTE.....	21
II.2.3.4. MEZCLADO, TENDIDO Y COMPACTADO DE SUBRASANTE MÁS LA BASE.....	21
II.2.3.5. REVESTIMIENTO Y COLOCACIÓN DE LA CARPETA ASFÁLTICA .....	22
II.2.3.6. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE DRENAJE .....	23
<b>II.2.4. ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....</b>	<b>24</b>
II.2.4.1. ETAPA DE ABANDONO DEL SITIO .....	26
<b>II.2.5. RESIDUOS.....</b>	<b>26</b>
II.2.5.1. RESIDUOS SÓLIDOS.....	26
II.2.5.2. RESIDUOS PELIGROSOS .....	27
II.2.5.3. RESIDUOS LÍQUIDOS.....	27
II.2.5.4. EMISIONES A LA ATMOSFERA.....	28
II.2.5.5. INFRAESTRUCTURA PARA EL MANEJO Y DISPOSICIÓN ADECUADA DE LOS RESIDUOS .....	29

## Índice de cuadros

Cuadro 1. Características generales del nuevo camino .....	1
Cuadro 2. Características particulares del nuevo camino y sus ramales.....	2
Cuadro 3. Coordenadas del proyecto .....	5
Cuadro 4. Coordenadas por estación cada 200 m.....	6
Cuadro 5. Características geométricas de la superestructura .....	2
Cuadro 6. Superficie del Derecho de Vía.....	2
Cuadro 7. Coordenadas del proyecto .....	2
Cuadro 8. Características particulares del camino existente.....	2
Cuadro 9. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto .....	3
Cuadro 10. Dimensiones del proyecto .....	3

Cuadro 11. Desglose de superficie del Derecho de Vía del Proyecto .....	3
Cuadro 12. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente.....	4
Cuadro 13. Desglose de superficie de uso de suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI .....	4
Cuadro 14. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI.....	5
Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo.....	7
Cuadro 16. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto .....	9
Cuadro 17. Polígonos de CUSTF para el proyecto .....	9
Cuadro 18. Programa de trabajo del proyecto .....	19
Cuadro 19. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera ...	28

## Índice de figuras

Figura 1. Sección tipo del Proyecto.....	2
Figura 2. Microlocalización del Proyecto .....	5
Figura 3. Microlocalización del Proyecto .....	6
Figura 4. Uso de suelo y vegetación según INEGI.....	5
Figura 5. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo .....	8
Figura 6. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo.....	9
Figura 7. Polígonos forestales (A).....	13
Figura 8. Polígonos forestales (B).....	13
Figura 9. Polígonos forestales (C).....	14
Figura 10. Polígonos forestales (D).....	14
Figura 11. Polígonos forestales (E).....	15
Figura 12. Polígonos forestales (F).....	15
Figura 13. Polígonos forestales (G) .....	16
Figura 14. Polígonos forestales (H).....	16
Figura 15. Polígonos forestales (I) .....	17
Figura 16. Polígonos forestales (J) .....	17
Figura 17. Polígonos forestales (K).....	18

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

### II.1. INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

#### II.1.1. Naturaleza del proyecto, plan o programa

El proyecto “**La Unión - San Agustín Chagchaltzin -San José Chagchaltzin - Calatepec - El Canal, tramo del Km. 5+500 al Km. 15+500**”, consiste en la modernización de un camino rural. La modernización radica en mejorar el trazo actual aumentando sustancialmente la seguridad y operatividad del tramo de acuerdo con las condiciones actuales del camino. Esta modernización tiene como objetivo el mejorar la comunicación vía terrestre entre las localidades La Unión, San Agustín Chagchaltzin, San José Chagchaltzin, Calatepec y El Canal.

El diseño del proyecto, que se somete a la evaluación de impacto ambiental ha considerado previamente el diagnóstico ambiental del sitio donde se pretende ejecutar, a fin de ocasionar el menor impacto posible, por lo que se espera que la realización de las obras y actividades involucradas, impliquen alteraciones mínimas, destacando además que todas las acciones por ejecutar estarán dentro de los criterios especificados en los ordenamientos jurídicos aplicables. Con la modernización se espera acortar los tiempos de traslado, brindando mayor seguridad a sus usuarios y coadyuvando al desarrollo y progreso de las comunidades que serán beneficiadas directamente, todo esto con un enfoque interdisciplinario entre movilidad, desarrollo social y medio ambiente. En los apartados subsecuentes serán explicadas las etapas y la forma en que se espera lograr el desarrollo y termino de las obras de construcción del proyecto.

**Cuadro 1. Características generales del nuevo camino**

Concepto	Camino existente	Proyecto
Tipo	E	D
Superficie de rodamiento	Terracería	Pavimentada
Ancho de corona	Variable	7.0 m
Ancho de calzada	Variable	7.0 m
Carriles	2 variables	2 de 3.5 m
Acotamientos	Ninguno	Ninguno.

**Cuadro 2. Características particulares del nuevo camino y sus ramales**

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	3300
Ancho de derecho de vía (m)	40.00
Ancho de línea de ceros (m)	7.00
Ancho de corona (m)	7.00
Sup. total del derecho de Vía	13.200
Velocidad del proyecto (km/hr)	40
Cobertura máxima	30°00'00''
Espesor de pavimento (m)	0.25
Espesor de subrasante (m)	0.30
Pendiente gobernadora (%)	8.0
Pendiente máxima (%)	16.0
TDPA (automóviles)	350



**Figura 1. Sección tipo del Proyecto**

## **II.1.2. Justificación**

Un componente permanente del paisaje actual en diferentes partes del mundo son las redes carreteras, las cuales se han convertido en parte vital en el desarrollo de las sociedades y su economía, fomentando la movilidad de personas y mercancías, el intercambio comercial y por supuesto la integración social. Así mismo, brindan a los usuarios un traslado seguro y eficiente, ahorro en los tiempos de recorrido y disminución de los costos de operación.

En México el 99 % del traslado de pasajeros y el 67 % del movimiento doméstico de carga se lleva a cabo por vía terrestre. Sin embargo, la mayoría de las carreteras en el país se construyeron hace más de 50 años, las cuales fueron diseñadas para una realidad diferente a la actual y, ante el constante crecimiento poblacional y el aumento en la demanda de servicios e infraestructura, resulta fundamental garantizar que el sistema de red de carreteras sea el suficiente para cubrir las necesidades de los usuarios.

El objetivo principal del proyecto es atender las necesidades de comunicación y contribuir al desarrollo de las comunidades involucradas y aledañas a estas, además de cumplir con los objetivos y líneas de acción del Plan Estatal de Desarrollo en materia de infraestructura vial, mediante el cual se pretende “Mejorar los sistemas de transporte e infraestructura carretera y productiva que fomenten el desarrollo económico con un enfoque sostenible”. Actualmente, el camino presenta como superficie de rodamiento el terreno natural conformado por diversos materiales, por lo anterior debido a la naturaleza de estos en la superficie existen deformaciones y anchos de superficie variables teniendo en general un camino que presenta dificultades para un tránsito libre y seguro, por lo que el desarrollo del presente proyecto ofrecerá a los usuarios una infraestructura moderna, segura y de calidad que elevará la competitividad, la economía y las oportunidades de crecimiento, reduciendo además la incidencia de accidentes viales, garantizando así la seguridad y comodidad de los usuarios.

### **II.1.2.1. Selección de la trayectoria**

Con el objetivo de generar el menor impacto ambiental, el proyecto se realizará en su mayoría sobre la superficie que ocupa actualmente el camino. Esto traerá ventajas con respecto a otras trayectorias planteadas, disminuyendo costos en el material y en el proceso constructivo. Es importante destacar que no se tienen trayectorias alternativas, debido a que el eje de proyecto inicia en una vía existente y la apertura del camino se basa en la normativa y especificaciones de la SICT para fijar la ruta.

### **II.1.2.2. Urbanización del área y descripción de servicios requeridos**

En este respecto, se deberá contar con patios de maquinaria y almacenes en cada uno de los frentes de la obra; estos se encontrarán en las localidades más cercanas, los cuales deberán cumplir con las especificaciones señaladas en el manual operativo y evaluado por la supervisión ambiental interna y externa, así como por las autoridades municipales o locales.

Para cumplir con las condiciones de salubridad e higiene, se deberá contar con sanitarios portátiles suficientes para los trabajadores (1 sanitario por cada 10 trabajadores) a los cuales la empresa contratada deberá dar mantenimiento.

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

Los combustibles a utilizar serán básicamente gasolina y diésel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción el combustible se abastecerá en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte y almacenamiento del mismo hasta donde la maquinaria o equipo lo necesite. Para ello se contemplarán sitios de almacenamiento en los patios de maniobras, almacenes o talleres en condiciones adecuadas de seguridad en los frentes de trabajo.

El abastecimiento de combustible se hará en las instalaciones de servicio más cercanas. Los volúmenes de combustible requeridos para la realización de este proyecto serán administrados de acuerdo con la demanda de consumo que se tenga durante el avance de la obra. Sin embargo, en caso de que sea necesario el transporte combustible, este se realizará con base en los reglamentos de PEMEX y de Transporte Terrestre de la SCT, en la NOM-010-SCT2-2003 y en la LGEEPA, el volumen máximo a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es de 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX. Adicionalmente, los lugares de expedición sólo podrán guardar gasolina en tambos de 55 galones (aprox. 206 litros) y se recomienda que hasta un máximo de tres días de operación para minimizar condiciones de riesgo por conflagraciones; puesto que el riesgo de detonaciones no está contemplado, adicionalmente se deberán tomar precauciones por los riesgos ocupacionales que implica el manejo de combustibles.

Se requerirá agua potable para consumo humano y agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), la cual se transportará en camiones tipo pipa de 20,000 litros, a los frentes de trabajo. Por otra parte, el suministro de agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en pipas de agua y garrafones de plástico para el uso de los trabajadores. Se estima que en esta etapa del proyecto se requerirán del orden de 5 m<sup>3</sup>/día de agua potable.

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

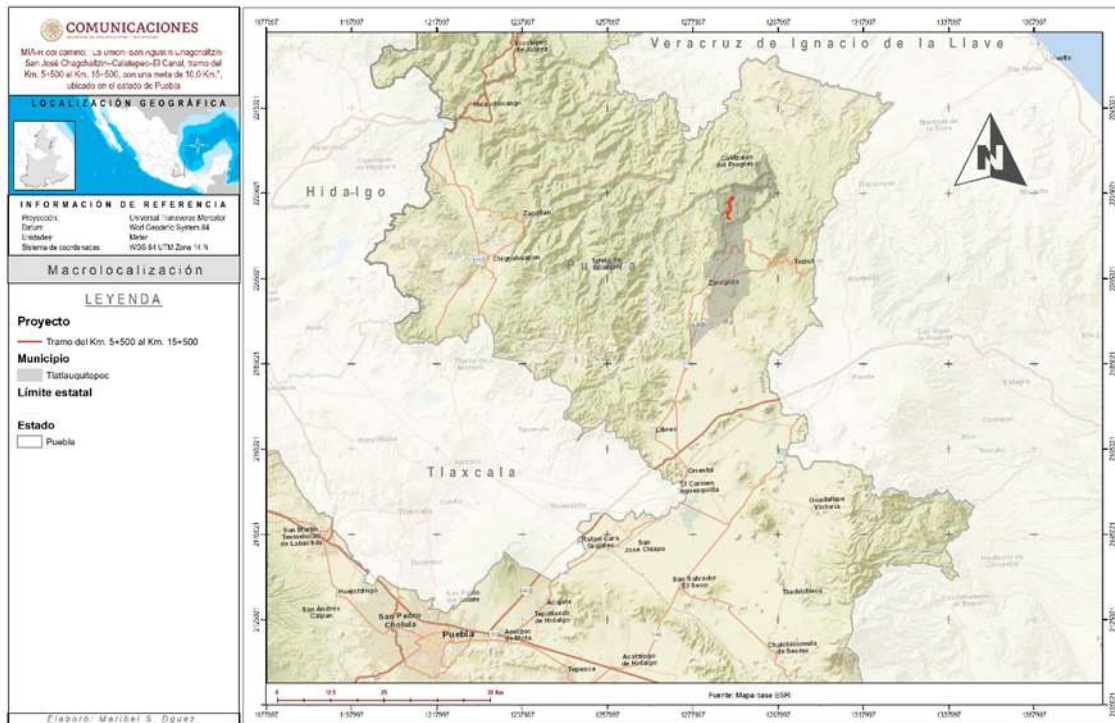
El proyecto se encuentra en el municipio de Tlatlauquitepec, localizado a al norte del estado de Puebla, en las estribaciones de la Sierra Nororiental de Puebla y forma parte de la Región de Teziutlán.

El proyecto inicia en el km 5+500 en la localidad La Unión y finaliza en el km 15+500 en la localidad El Canal.

**Cuadro 3. Coordenadas del proyecto**

Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
Inicio	Fin		Inicio		Fin	
			X	Y	X	Y
5+500	15+500	10	657139.80	2202269.22	658080.89	2206595.39

En las siguientes figuras se presenta la macro y microlocalización del Proyecto.



**Figura 2. Microlocalización del Proyecto**



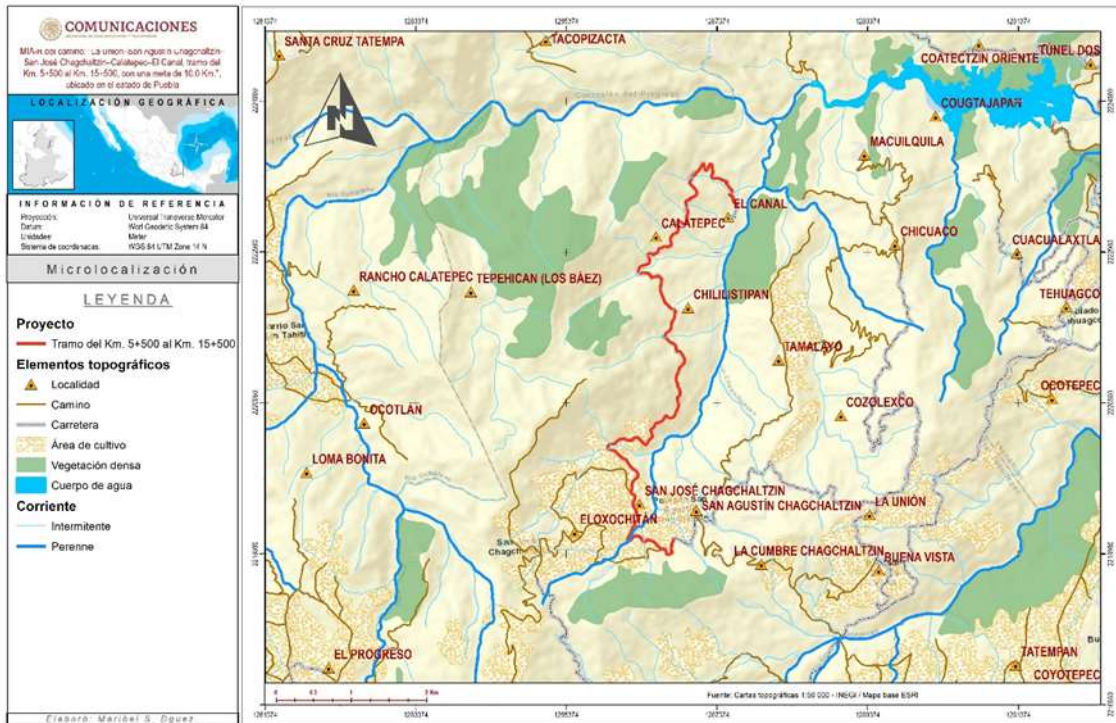


Figura 3. Microlocalización del Proyecto

Cuadro 4. Coordenadas por estación cada 200 m

Estación	Coordenadas	
	X	Y
5+500	657140.00	2202269.00
5+700	657066.00	2202078.00
5+900	656953.00	2202141.00
6+100	656809.00	2202243.00
6+300	656664.00	2202277.00
6+500	656513.00	2202259.00
6+700	656553.00	2202431.00
6+900	656626.00	2202582.00
7+100	656584.00	2202775.00
7+300	656554.00	2202905.00
7+500	656623.00	2203080.00
7+700	656656.00	2203145.00
7+900	656554.00	2203241.00

Estación	Coordenadas	
	X	Y
8+100	656447.00	2203361.00
8+300	656279.00	2203473.00
8+500	656437.00	2203604.00
8+700	656652.00	2203616.00
8+900	656652.00	2203616.00
9+100	656871.00	2203727.00
9+300	657023.00	2203852.00
9+500	657184.00	2203928.00
9+700	657217.00	2204120.00
9+900	657217.00	2204298.00
10+100	657246.00	2204492.00
10+300	657315.00	2204642.00
10+500	657219.00	2204775.00

Estación	Coordenadas	
	X	Y
10+700	657080.00	2204915.00
10+900	657145.00	2205020.00
11+100	657212.00	2205226.00
11+300	657108.00	2205367.00
11+500	657035.00	2205536.00
11+700	657029.00	2205731.00
11+900	656878.00	2205769.00
12+100	656767.00	2205844.00
12+300	656889.00	2205978.00
12+500	657026.00	2206066.00
12+700	657145.00	2206145.00
12+900	657286.00	2206305.00
13+100	657348.00	2206416.00

Estación	Coordenadas	
	X	Y
13+300	657429.00	2206569.00
13+500	657458.00	2206704.00
13+700	657542.00	2206858.00
13+900	657472.00	2207023.00
14+100	657627.00	2207143.00
14+300	657698.00	2207103.00
14+500	657784.00	2207071.00
14+700	657885.00	2206973.00
14+900	658023.00	2206825.00
15+100	658041.00	2206669.00
15+300	658026.00	2206481.00
15+500	658083.00	2206506.00

## II.1.4. Dimensiones del proyecto y su uso actual del suelo

### II.1.4.1. Superficie del Predio (Derecho de Vía)

Cabe señalar que el Derecho de Vía, corresponde a la superficie total del predio, como marco de referencia geográfico general del Proyecto; no obstante, para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental se emplea únicamente la línea de ceros, ya que fuera de esa superficie no habrá alguna afectación del proyecto por obras permanentes y/o temporales.

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 24,600 metros, tal y como se muestra en el siguiente Cuadro.

**Cuadro 5. Características geométricas de la superestructura**

Elemento	Valor
Largo	10,000.00 m
Amplitud	40.00 m

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 40.002 ha.

**Cuadro 6. Superficie del Derecho de Vía**

Nombre	Superficie (ha)
Derecho de vía	40.0022

### II.1.4.2. Superficie del camino actual (Tipo E)

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

**Cuadro 7. Coordenadas del proyecto**

Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
Inicio	Fin		Inicio		Fin	
			X	Y	X	Y
5+500	15+500	10	658082.91	2206442.10	657137.01	2202268.84

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **3.8969 hectáreas**, con una longitud de 10 km y una amplitud promedio de **3.69 metros**.

**Cuadro 8. Características particulares del camino existente**

Longitud del camino existente	Ancho del camino existente	Superficie del camino actual
10 km	3.89 m	3.8969 ha

Posteriormente, en el SIG se cargó el trazo del camino proyectado (Tipo D) y se realizó un corte del camino actual, con respecto al nuevo trazo, y se obtuvo un shape que representa la superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros (superficie de afectación directa) del nuevo camino.

A continuación, se determinó que dicha área es de **3.6910 ha**; lo que representa que de las 3.8969 ha que ocupa el camino actual, solo 3.6910 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (0.2059 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 9. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto**

Longitud del camino existente (1)	Ancho de camino existente (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (4)	Superficie total del camino actual (3+4)
10 km	3.89 m	3.6910 ha	0.2059 ha	3.8969 ha

### II.1.4.3. Superficie del proyecto Tipo D

En el cuadro 10; **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

**Cuadro 10. Dimensiones del proyecto**

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	10,000.0
Ancho de derecho de vía (m)	40.0
Ancho de corona (m)	7
Ancho de calzada (m)	6
Ancho de línea de ceros promedio (m)	112,608 m
Sup. total del derecho de Vía (ha)	11.22

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 19.4309 ha y que el área sin afectación (resto del derecho de vía) será de 64.3417 ha. En el cuadro 11 se presenta un desglose del Derecho de Vía del Proyecto.

**Cuadro 11. Desglose de superficie del Derecho de Vía del Proyecto**

Area	Superficie (ha)
Area de afectación directa (línea de ceros)	11.2608
Area sin afectación (resto del derecho de vía)	28.7414
<b>Sup. total del Derecho de Vía</b>	<b>40.0022</b>

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

**Cuadro 12. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente**

Desglose de superficies	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros) [1]	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto [2]	7.4243	65.93%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto.[3]	3.8366	34.07%
<b>Total</b>		<b>11.2608</b>	<b>100%</b>

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 11.2608 ha, de las cuales 3.6910 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 7.5699 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

#### II.1.4.4. Vegetación en el área del proyecto

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI, escala 1:50,000, la superficie del DDV, presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente Cuadro y Figura.

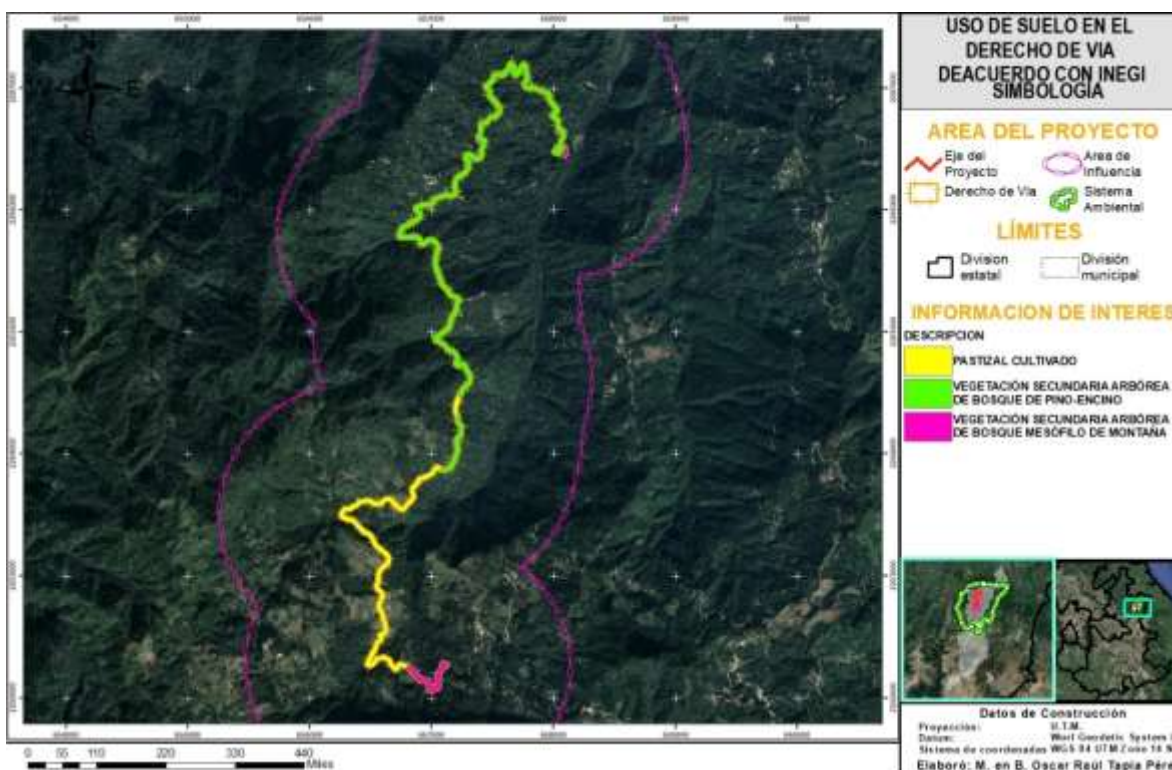
**Cuadro 13. Desglose de superficie de uso de suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
PC	Pastizal Cultivado	13.1426	32.85%
VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque Mesófilo De Montaña	2.6979	6.74%
VSA/BP Q	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Pino-Encino	24.1618	60.40%
	<b>Total</b>	<b>40.0022</b>	<b>100%</b>

Así mismo, se presenta un desglose de la Línea de Ceros según el mapa de uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI.

**Cuadro 14. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
PC	Pastizal Cultivado	3.5793	31.79%
VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque Mesófilo De Montaña	0.7058	6.27%
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Pino-Encino	6.9757	61.95%



**Figura 4. Uso de suelo y vegetación según INEGI**

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

**ARTICULO 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

**VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal:** La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;

**LXXI Bis. Terreno forestal arbolado:** Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;

**LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;

**LXXX. Vegetación forestal:** Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales

**LXXXI. Vegetación secundaria nativa:** Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico

### **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

**Artículo 2.** Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

**V. Bosque,** vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

**XXXI. Selva,** Ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuals y guamiles que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales; arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía;

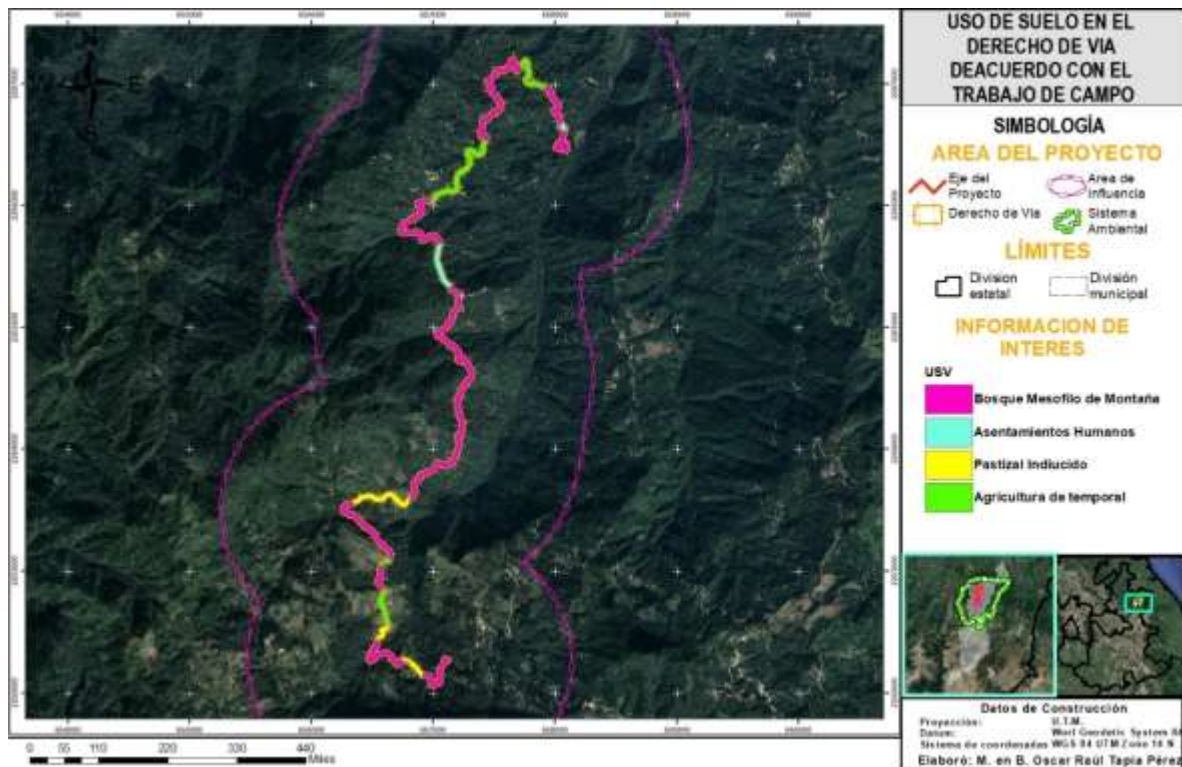
**XL. Vegetación forestal de zonas áridas,** aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

**Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo**

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	3.6910	32.78%
	Agricultura de Temporal Permanente	No Forestal	1.1636	10.33%
	Asentamientos Humanos	No Forestal	0.3199	2.84%
	Pastizal inducido	No Forestal	0.7143	6.34%
	<b>Subtotal No Forestal</b>		5.8889	104.59%
	Bosque Mesófilo de Montaña	Forestal	5.3725	47.71%
	<b>Subtotal Forestal</b>		<b>5.3725</b>	<b>47.71%</b>
	<b>Total, Línea de ceros</b>		11.2608	100%
Restante de DDV sin afectación			28.7414	
<b>Superficie del derecho de vía</b>			<b>40.0022</b>	

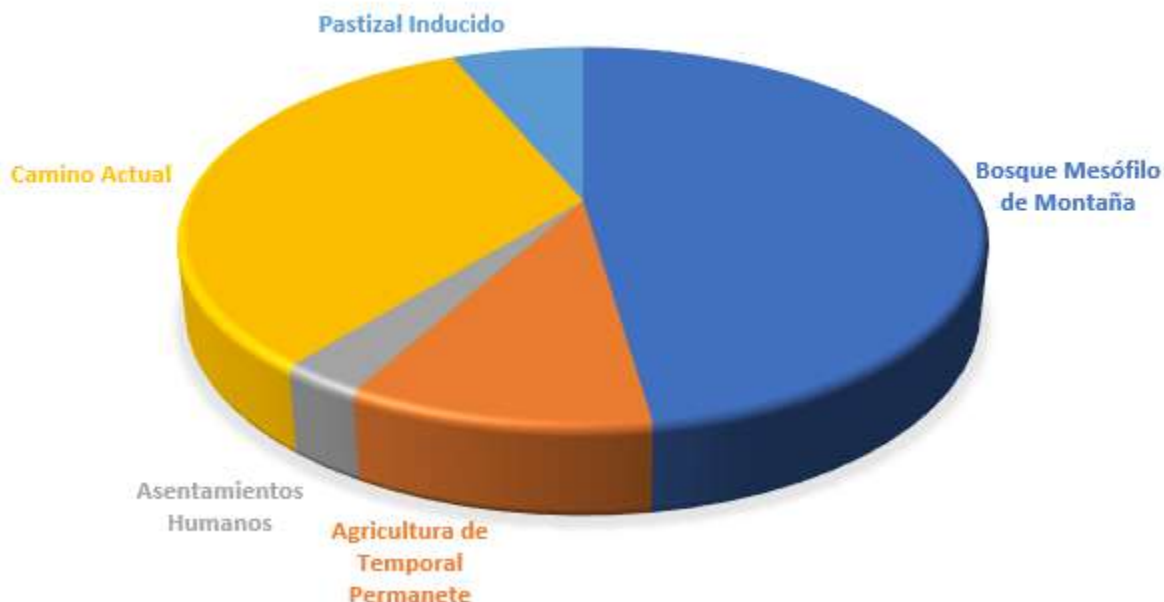




**Figura 5. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo**

De acuerdo con el Cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o predominantemente primaria y secundaria, en este caso; Bosque Mesófilo de Montaña y Bosque de Pino-Encino.
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura, Asentamientos Humanos y Pastizal, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.



**Figura 6. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo**

En el siguiente Cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

**Cuadro 16. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto**

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Bosque Mesófilo de Montaña	5.3725	100%
<b>Total</b>	<b>5.3725</b>	<b>100%</b>

En el siguiente Cuadro se desglosa la superficie de CUSTF por polígono forestal.

**Cuadro 17. Polígonos de CUSTF para el proyecto**

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 1	Bosque Mesófilo de Montaña	0.3167
Polígono forestal 2	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0207
Polígono forestal 3	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0333
Polígono forestal 4	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0457
Polígono forestal 5	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2462

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 6	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0489
Polígono forestal 7	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2081
Polígono forestal 8	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0414
Polígono forestal 9	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0776
Polígono forestal 10	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1228
Polígono forestal 11	Bosque Mesófilo de Montaña	0.028
Polígono forestal 12	Bosque Mesófilo de Montaña	0.4876
Polígono forestal 13	Bosque Mesófilo de Montaña	0.008
Polígono forestal 14	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0337
Polígono forestal 15	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0407
Polígono forestal 16	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0258
Polígono forestal 17	Bosque Mesófilo de Montaña	0.221
Polígono forestal 18	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1024
Polígono forestal 19	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2674
Polígono forestal 20	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0486
Polígono forestal 21	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0083
Polígono forestal 22	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0566
Polígono forestal 23	Bosque Mesófilo de Montaña	0.3803
Polígono forestal 24	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0388
Polígono forestal 25	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0385
Polígono forestal 26	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1123
Polígono forestal 27	Bosque Mesófilo de Montaña	0.027
Polígono forestal 28	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0919
Polígono forestal 29	Bosque Mesófilo de Montaña	0.3106
Polígono forestal 30	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0162
Polígono forestal 31	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0283
Polígono forestal 32	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0951
Polígono forestal 33	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1114
Polígono forestal 34	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0805
Polígono forestal 35	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0653
Polígono forestal 36	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0937
Polígono forestal 37	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0009
Polígono forestal 38	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 39	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0054
Polígono forestal 40	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0123

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 41	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0010
Polígono forestal 42	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0010
Polígono forestal 43	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2689
Polígono forestal 44	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0014
Polígono forestal 45	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0007
Polígono forestal 46	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0184
Polígono forestal 47	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0571
Polígono forestal 48	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0001
Polígono forestal 49	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0272
Polígono forestal 50	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 51	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0163
Polígono forestal 52	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0432
Polígono forestal 53	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0381
Polígono forestal 54	Bosque Mesófilo de Montaña	0.4050
Polígono forestal 55	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0107
Polígono forestal 56	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0051
Polígono forestal 57	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0001
Polígono forestal 58	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0071
Polígono forestal 59	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0432
Polígono forestal 60	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0281
Polígono forestal 61	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0005
Polígono forestal 62	Bosque Mesófilo de Montaña	1.4428
Polígono forestal 63	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0007
Polígono forestal 64	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0105
Polígono forestal 65	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0013
Polígono forestal 66	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0312
Polígono forestal 67	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 68	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0092
Polígono forestal 69	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0212
Polígono forestal 70	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0002
Polígono forestal 71	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 72	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0029
Polígono forestal 73	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0012
Polígono forestal 74	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0004

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 75	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0008
Polígono forestal 76	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0005
Polígono forestal 77	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0092
Polígono forestal 78	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0002
Polígono forestal 79	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0012
Polígono forestal 80	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0245
Polígono forestal 81	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1357
Polígono forestal 82	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0098
Polígono forestal 83	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0613
Polígono forestal 84	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0810
Polígono forestal 85	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1623
Polígono forestal 86	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0101
Polígono forestal 87	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0007
Polígono forestal 88	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0103
Polígono forestal 82	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0098
<b>Subtotal</b>		<b>5.3725</b>
<b>Total</b>		<b>5.3725</b>

Por otra parte, en la siguiente figura se muestra la superficie que requerirá autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Las coordenadas de esta superficie se presentan en el siguiente cuadro.

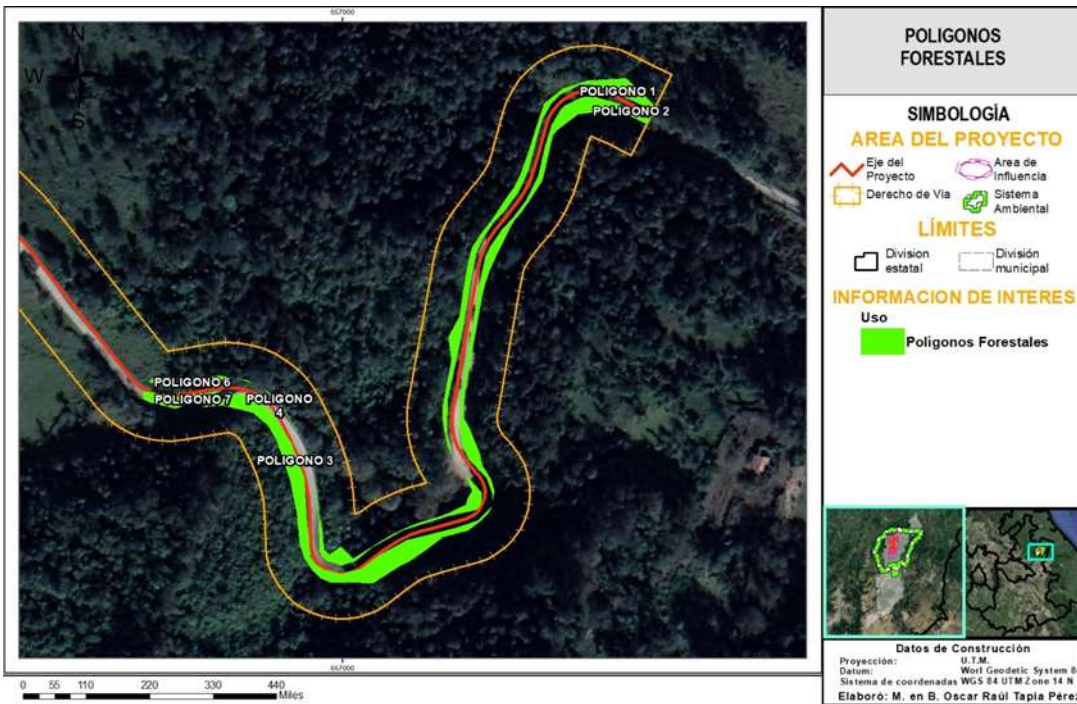


Figura 7. Polígonos forestales (A)



Figura 8. Polígonos forestales (B)



Figura 9. Polígonos forestales (C)



Figura 10. Polígonos forestales (D)



Figura 11. Polígonos forestales (E)



Figura 12. Polígonos forestales (F)





Figura 13. Polígonos forestales (G)



Figura 14. Polígonos forestales (H)



Figura 15. Polígonos forestales (I)



Figura 16. Polígonos forestales (J)



Figura 17. Polígonos forestales (K)

## II.2. CARACTERÍSTICAS PARTICLARES DEL PROYECTO, PLAN O PROGRAMA

### II.2.1. Programa de trabajo

El plazo para la ejecución del Proyecto será de 6 años. Dada la naturaleza del Proyecto, se considera de utilidad permanente; por lo que una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, se llevarán a cabo las acciones de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, lo cual quedará a disposición de la SCT. Posteriormente, al término del año 30 se determinarán las acciones necesarias para dar continuidad al Proyecto.

**Cuadro 18. Programa de trabajo del proyecto**

Etapa de Construcción	Actividades	Duración de la modernización del proyecto												Años								
		Semestres												1	2	3	...	30				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12									
Preparación del Sitio	Desmante																					
	Despalmes en corte																					
Construcción	Cortes y excavaciones																					
	Formación y compactación de terraplenes																					
	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante																					
	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base																					
	Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica																					
	Construcción de obras de drenaje																					
Operación y Mantenimiento	Operación																					
	Señalamientos																					
	Mantenimiento preventivo																					
	Mantenimiento mayor																					

## **II.2.2. Etapa de preparación del sitio**

### **II.2.2.1. Desmante**

Es importante mencionar que en la superficie del Proyecto no se presenta vegetación forestal por lo que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en el área que corresponde al proyecto. En ese sentido el desmante implica solo la remoción de ejemplares arbustivos y árboles aislados, que puedan encontrarse en el área del Proyecto, las actividades específicas que implica son el marqueo de los árboles que habrán de derribar, desramar y trocear, además de llevar un control organizado de los desperdicios vegetales. La actividad solo se podrá ejecutar cuando el rescate de fauna haya sido realizado, o se lleven a cabo de manera conjunta si fuera el caso.

Los residuos vegetales generados durante el derribo, desrame y troceo de la vegetación, serán dispuestos temporalmente en las áreas despalmadas para protegerlas, y posteriormente serán triturados e incorporados en áreas que presenten perturbación.

### **II.2.2.2. Despalme**

El despalme consiste en la remoción del material orgánico que forma la capa superficial del suelo, se realizara a lo largo y ancho de las superficies que ocupara el camino en un espesor promedio de 20 cm, lo anterior se llevara a cabo para el desplante del terraplén y el área donde se realizara la ampliación, desalojando la capa superficial del terreno natural (capa vegetal), para eliminar el material que se considera inadecuado para la construcción de la terracería.

El material de despalme será colocado a un lado del sitio del proyecto siempre que no interfiera con las labores de construcción ni con el drenaje del camino existente para posteriormente ser aprovechado en el arroje de los taludes y esparcimiento en la zona.

## **II.2.3. Etapa de construcción**

### **II.2.3.1. Cortes y excavaciones**

Los cortes y terraplenes se realizarán de acuerdo a los datos de construcción del proyecto geométrico. El volumen del material resultado de los cortes se aprovechará para la conformación de terraplenes.

Los cortes son excavaciones ejecutados a cielo abierto en el terreno natural, del ancho necesario para alojar la sección tipo del proyecto, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, en derrumbes y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes se ejecutaran de acuerdo a lo

establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-003/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria con las tolerancias ahí fijadas.

El material producto de esta operación si es adecuado y ordenado por la secretaría, se utilizará en la construcción de los terraplenes, en este sentido se ocupará el 70 % del material resultado de los cortes. Para excavaciones en préstamos de banco, en la obtención de los materiales para la formación de los terraplenes no compensados, se procederá de acuerdo a lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-008/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria.

### **II.2.3.2. Formación y compactación de terraplenes**

Son estructuras que se construyen con materiales producto de cortes, o procedente de bancos, con el fin de obtener el nivel de subrasante que indique el proyecto o la secretaría, el cuerpo del terraplén se construirá de acuerdo al espesor y compactación indicados en el proyecto o de acuerdo a los terraplenes en la ampliación de la corona de terraplenes existentes.

Donde se haya ordenado excavación adicional y en terraplenes formados con material no compactable se deberá seguir lo dispuesto en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-009/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria, con anterioridad al vaciado de los cortes y formación de los terraplenes, se deberán analizar los movimientos indicados en el proyecto de curva-masa para que, de acuerdo a la cantidad de los materiales de corte obtenidas, se procederá a su aprovechamiento. Cuando el cuerpo del terraplén se construya con material no compactable, producto de la excavación en cortes, el espesor de las capas será el mínimo que permita el tamaño máximo de las partículas del material.

### **II.2.3.3. Mezclado, tendido y compactado de la subrasante**

La capa subrasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se les conoce como subrasante económico. La subrasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas, puentes y su elevación es necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación. En caso de que los sitios presenten una densidad arbórea considerable, se tendrá que realizar el estudio pertinente /Estudio Técnico Justificativo) para solicitar autorización sobre el cambio de uso de suelo con las autoridades correspondientes.

### **II.2.3.4. Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base**

Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.3 m de espesor. El material que forme esta capa, se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por

estación de 20 m, en caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Cada tapa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación en capas de espesores mayores a 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las irillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

Para dar terminación a la construcción de la sub-base, se verificarán el alineamiento, perfil, sección, compactación, espesor y acabado de acuerdo con lo proyectado.

### II.2.3.5. Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica

Sobre la sub-base terminada se construirá la capa correspondiente a la base hidráulica de 0.25 m de espesor utilizando material de bancos seleccionados para este fin. Esta capa se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. según prueba Pórtier estándar.

- **Riego de impregnación.** Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfáltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfáltico cuando la base se encuentre mojada. Se hará el riego con material asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.4 lt/m<sup>2</sup> aproximadamente, por medio de una petrolizadora. La superficie impregnada deberá cerrarse al tránsito por 24 horas siguientes a su terminación.
- **Riego de liga.** Sobre la base impregnada, se aplicará en todo lo ancho de la sección un riego con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 lt/m<sup>2</sup> haciendo uso de una petrolizadora.
- **Carpeta de concreto asfáltico.** Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor elaborada en la planta y caliente con los materiales procedentes de los bancos más cercanos y cemento asfáltico N° 6 con una dosificación aproximada de 100 lt/m<sup>3</sup> de material pétreo seco y suelto, debiendo compactar el material al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.
- **Riego de suelo.** Se aplicará un material asfáltico, que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

Los materiales asfálticos que se empleen, serán cementos asfálticos, asfaltos rebajados de fraguado rápido o emulsiones de rompimiento rápido. Antes de aplicar el riego de sello la superficie por tratar deberá estar seca y será barrida para dejarla exenta de materiales extrañas. Se dará el riego del material asfáltico en todo el ancho de la corona, se aplicará un riego de sello empleando material pétreo tipo 3-A a razón de 10 lt/m<sup>2</sup>. Se cubrirá el riego de material asfáltico por una capa de material pétreo con esparcidores mecánicos.

A continuación, se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y undulaciones.

### II.2.3.6. Construcción de obras de drenaje

Se procederá a la construcción sustitución y/ ampliación de las obras de drenaje que tiene planeado el proyecto constructivo. A continuación, se muestran las características de estas obras.

El proceso constructivo para las mencionadas obras puede ser el siguiente:

- a) **Excavación para estructuras de drenaje.** Las excavaciones en las zonas de corte serán ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje adecuado de los cortes.
- b) **Colocación de aleros para estructura menor.** Se propone construir obras de drenaje a base de losas de concreto armado, sobre todo porque permiten colchones de terracería pequeños, sobre estribos y aleros de mampostería.
- c) **Colocación de las losas.** El drenaje menor del Proyecto se resolverá utilizando losas de concreto y/o tubos de lámina, las cuales deberán tener las dimensiones adecuadas para que cumplan su función.

Estas obras deberán desplantarse en estratos resistentes, los muros de las losas, así como los cabezotes de los tubos deberán ser de mampostería de 3<sup>ra</sup> clase juntado con mortero cemento.

El concreto para las losas deberá ser de  $F'c = 250 \text{ kg/cm}^2$ . Los tubos deberán ser de lámina de 1.20 m d diámetro como mínimo. Cabe señalar que estas obras de drenaje deberán ser construidas antes del inicio de las terracerías.

- d) **Relleno de las excavaciones para las estructuras de drenaje.** Durante esta actividad se deberán implementar acciones de prevención de deslizamiento de suelo, sobre todo en época de lluvias, los cuales se pueden presentar en las zonas



de excavaciones y cortes. Para efecto de evitar los deslizamientos de tierra se deberán implementar las siguientes acciones.

- Estabilización de taludes mediante obras de contención.
- Revisión de suelo removido susceptible de ocasionar movimientos, sobre todo en el caso de presentarse lluvias.

**e) Construcción de cunetas y bordillos.** De acuerdo a las condiciones de la topografía del terreno, se optó como solución al factor drenaje, transversal y longitudinal, considerar las secciones del proyecto de la vía y los escurrimientos pluviales, por tanto, es conveniente encausarlo mediante las alcantarillas transversales, y longitudinalmente mediante cunetas de 1 m de ancho por 0.333 m de profundidad, revestidas con las pendientes que se indican en el proyecto y con una pendiente transversal superficial o “bombeo” del 2.0 %. A continuación, se describen las obras mencionadas:

- **Cunetas:** Con el objeto de proteger el camino contra el efecto nocivo del agua y considerando las condiciones pluviométricas y el tipo de suelo de la región, se estima conveniente construir las cunetas adecuadamente impermeabilizadas con concreto hidráulico de un  $F'c$  de 100 kg/cm<sup>2</sup>. Las cunetas se perfilarán con la oportunidad necesaria y en forma tal que el desagüe no cause perjuicio a los cortes ni a los terraplenes.
- **Bordillos:** De igual forma que las cunetas, con el objetivo de proteger el camino contra el efecto nocivo del agua y considerando las condiciones pluviométricas y el tipo de suelo de la región, se estima conveniente construir bordillos en las zonas adecuadas que se marquen en el proyecto geométrico los cuales se construirán con concreto de  $F'c= 150$  Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **II.2.4. Etapa de operación y mantenimiento**

En la etapa de operación del Proyecto se deberá realizar una revisión periódica sobre la carpeta asfáltica sobre todo al término del periodo de lluvias, ya que se pueden presentar agrietamientos en la estructura del pavimento el cual requerirá de bacheo.

- **Señalamientos horizontales y verticales.** De igual manera se deberán realizar revisiones en la estructura de los señalamientos para renovarlos en caso de pérdida y/o maltrato, se deberá revisar las líneas de división de cada carril y en su caso repintar dichas líneas.

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

- **Mantenimiento Preventivo.** Este mantenimiento consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.
- **Mantenimiento Mayor.** Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril de la vialidad con el fin de realizar trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

Además, se tiene contemplado lo siguiente:

- Reposición de señales, estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.
- Mantenimiento de taludes, para estas actividades se tiene que verificar diariamente los taludes y cortes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camión de volteo.
- El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pinturas, etc. Este mantenimiento se efectuará diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, reencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

Los equipos a utilizar con mayor frecuencia serán los siguientes:

- Camioneta pick up, vehículo de bacheo, camión de volteo o caja plana, rodillo o compactador.
- La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto al mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otra para abastecer casetas u otras zonas que requieran del uso de agua, para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en las zonas donde se requiera, para el camino se transportaran en camión de volteo o en las

camionetas para tal fin junto su equipo; así mismo, para el transporte de las cuadrillas de trabajo.

En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pinturas de rodamiento.

#### **II.2.4.1. Etapa de abandono del sitio**

Como se ha señalado, dada la naturaleza del Proyecto, se considera de utilidad permanente; por lo que una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, se llevarán a cabo las acciones de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, lo cual quedará a disposición de la SCT.

En general este tipo de obras de vías de comunicación no se abandonan, en su lugar se brinda un mantenimiento constante incluso cuando los materiales de que están conformadas llegan al final de su vida útil lo que procederá será un mantenimiento mayor, que puede ir desde una reestructuración de las capas de pavimento hasta una ampliación para brindar el servicio esperado de la demanda.

#### **II.2.5. Residuos**

##### **II.2.5.1. Residuos sólidos**

En este rubro se considera la generación de los siguientes residuos:

- Residuos domésticos en los que se incluyen todos aquellos generados por las actividades de preparación del sitio y construcción, consumo de alimentos y otros insumos
- Residuos orgánicos en los que se incluyen los residuos vegetales producto del desmonte y despilme
- Residuos de manejo especial en los que se incluyen aquellos derivados de los materiales producto de cortes (arena, roca) o para las obras que hayan sido hechos en la etapa de construcción y que no hayan sido utilizados en alguna obra

Para el manejo de los residuos mencionados se colocarán tambos de plástico de 200 litros de capacidad rotulados por el tipo de residuo que deberá depositarse en estos y estarán recubiertos en su interior con bolsas de polipropileno para facilitar el manejo de residuos.

Los residuos domésticos serán dispuestos en el basurero municipal, mientras que los residuos orgánicos podrán utilizarse como material para restituirlo en áreas aledañas que puedan aprovechar este tipo de residuos para mejorar la calidad del suelo, los residuos de manejo especial serán almacenados temporalmente y deberán ser manejados de manera adecuada según su naturaleza a los sitios donde indique la autoridad municipal o de ser el caso serán manejados por empresas autorizadas en materia de transporte y disposición final de residuos de manejo especial.

### **II.2.5.2. Residuos peligrosos**

Para este caso se considera residuos peligrosos a los lubricantes, aceites, grasas producto del mantenimiento de la maquinaria empleada en la construcción, así como los trapos, estopa, cartones y todo aquel material que entre en contacto o se impregne de estos productos durante el proceso constructivo u operacional del proyecto.

Este tipo de residuos deberá ser almacenado hasta que una empresa autorizada realice el transporte y disposición final.

### **II.2.5.3. Residuos líquidos**

No se generarán descargas relacionadas con la higiene y uso sanitario ya que se contratará a personal del área que podrá bañarse en sus domicilios. Para este proyecto, como medida de mitigación para el correcto manejo de desechos sanitarios, se establece que en los frentes de obra se instalarán sanitarios que serán secos y portátiles (tipo semisecos o SIRDO), la empresa que rente el servicio deberá dar mantenimiento a ese equipo.

La obra en operación contemplará pendientes adecuadas, así como las obras complementarias de drenaje como alcantarillas, bordillos, lavaderos y cunetas convencionales para este tipo de proyectos. Para permitir el libre flujo de los arroyos intermitentes y cuyo flujo no dañe al terraplén del camino; para desalojar el agua de la superficie de rodamiento, sin embargo, la obra como tal, no tendrá descargas de aguas residuales.

El asfalto se comprará en un negocio establecido dedicado a la venta de mezcla asfáltica, se transportará caliente a los frentes de obra para su colocación. Por lo que tampoco se generarán residuos líquidos debido a la pavimentación.

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

mencionar que las plantas de asfalto también se prevé colocarlas sobre planchas de concreto para evitar que el asfalto se derrame y eventualmente contamine al suelo.

#### **II.2.5.4. Emisiones a la atmosfera**

Durante la construcción, se generarán polvos y finos en casi todas las actividades, mismos que serán dispersados en el aire y depositados en los alrededores. Para atenuar esto, se recomienda la aplicación de riegos sobre los caminos y áreas de excavación o movimiento de tierras. Asimismo, habrá emisiones a la atmósfera provenientes de motores de combustión interna se estima mínima.

Durante la operación de la carretera, la actividad relevante será el tránsito vehicular. Sus emisiones a la atmósfera no serán confinadas dada la amplitud del Sistema Ambiental Regional, en el cual se espera serán dispersadas rápidamente. Los principales componentes de generación de emisiones son los que se observan en el siguiente Cuadro.

**Cuadro 19. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera**

Contaminante	Kg/h
Hidrocarburos	244.86
CO	508.53
NOx	522.66
PM10	24.64

El tránsito vehicular en el tramo implicará la emisión de bióxido de azufre, óxido de nitrógeno, monóxido de carbono, hidrocarburos y partículas suspendidas. Las cantidades y concentraciones de las emisiones varían dependiendo de los siguientes factores:

- Densidad del flujo vehicular.
- Tipo de combustible (gasolina o diésel).
- Calidad del combustible (Premium, magna o diésel).
- Cilindrada y estado de desgaste de los motores.
- Aceite quemado por efecto de desperfectos mecánicos y falta de mantenimiento.

Los factores mencionados no pueden ser estandarizados a condiciones constantes, ya que son características que oscilan entre un vehículo y otro.

Adicionalmente, la dispersión de los contaminantes al igual que la emisión, dependerá de varios factores:

- Velocidad del viento.

- Temperatura atmosférica.
- Humedad relativa.
- Forma y tamaño del espacio al cual son emitidos.
- Concentración inicial del contaminante.

Sin embargo, si se consideran niveles máximos permisibles de emisiones contaminantes, publicados en el Diario Oficial de la Federación, con fecha 22 y 25 de febrero de 1996 en las NOM-041-SEMARNAT-1996 y NOM-045-SEMARNAT-1996, quedarían como dentro de las normas. Se considera, que este es un umbral techo, dado que, como toda carretera, existe una alta estacionalidad lo mismo en el día que durante el año, por lo mismo, las estimaciones reflejan el momento de máximo impacto al ambiente (época de vacaciones, generalmente Semana Santa y Navidad).

La modernización del tramo presenta un efecto de disminución de las emisiones de gases contaminantes, pues permite una reducción en la distancia y acortamiento en el tiempo requerido para el recorrido. Además, la zona presenta condiciones propicias para la rápida dispersión de las emisiones.

De acuerdo con lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican velocidades mínimas promedio del viento de 5 m/s, lo que asegura que las capas de mezclado y la distancia de dispersión se alcancen rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema del impacto sobre el aire se considera no sea importante.

En conclusión, se prevé que en el área de estudio las emisiones vehiculares contaminantes no alcanzarán una concentración importante en la atmósfera y que las condiciones atmosféricas prevalecientes son suficientes para dispersar las emisiones al medio, que cuenta con un fuerte valor de resiliencia para soportar el impacto.

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

#### **II.2.5.5. Infraestructura para el manejo y disposición adecuada de los residuos**

Como se ha indicado con anterioridad, para el proyecto se contará con los servicios y la infraestructura necesaria para la disposición adecuada de los residuos ya existente. Así mismo, se debe recalcar que la empresa contratista, será la responsable de dar el manejo y disposición final de los residuos conforme a lo indicado en los párrafos anteriores y en apego a la normatividad.



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE SUELO**



---

## CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE SUELO .....	1
III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región. ...	2
III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 .....	2
III.1.2 Programa Nacional de Infraestructura 2014 2018 .....	3
III.1.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024.....	4
III.1.4 Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018 .....	6
III.1.5 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024.....	9
III.1.6 Plan Estatal de Desarrollo de Puebla 2019-2024.....	10
III.1.7 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Tlatlauquitepec.....	11
III.2 Vinculación con programas de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo.....	12
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. ....	12
III.2.2 Otros Programas de Ordenamiento Ecológico .....	16
III.3 Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno. ....	27
III.3.1 Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional. ....	27
III.3.2 Vinculación con instrumentos jurídicos de nivel estatal. ....	40
III.3.3 Normas Oficiales Mexicanas.....	41



## CUADROS

Cuadro 1. Instrumentos normativos para la vinculación con el Proyecto.....	1
Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el PND.....	3
Cuadro 3. Vinculación con el Programa de Inversiones.....	7
Cuadro 4. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Puebla.....	11
Cuadro 5. Características de la UAB 117.....	13
Cuadro 6. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 117.....	15
Cuadro 7. Vinculación del proyecto con la Constitución.....	28
Cuadro 8. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.....	29
Cuadro 9. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.....	30
Cuadro 10. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.....	31
Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la LGDFS.....	32
Cuadro 12. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS.....	33
Cuadro 13. Vinculación del proyecto con la LGVS.....	34
Cuadro 14. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.....	35
Cuadro 15. Vinculación del proyecto con la LGPGIR.....	35
Cuadro 16. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR.....	36
Cuadro 17. Vinculación del proyecto con la LGCC.....	37
Cuadro 18. Vinculación del proyecto con la LAN.....	38
Cuadro 19. Vinculación del proyecto con la LFRA.....	39
Cuadro 20. Vinculación del proyecto con la LCPAF.....	40
Cuadro 21. Vinculación del Proyecto con LPANDS del estado de Puebla.....	40
Cuadro 22. Vinculación del proyecto con NOMs.....	41

## FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT.....	14
Figura 2. Ordenamientos ecológicos estatales.....	16
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP.....	17
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a RTP.....	18
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RHP.....	22
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a AICA.....	24
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR.....	27

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE SUELO

En el presente capítulo se procede a identificar y analizar el marco regulatorio aplicable que permita el desarrollo del proyecto en congruencia con los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental para la naturaleza del proyecto. Dichos instrumentos se presentan bajo 6 divisiones, las cuales se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1. Instrumentos normativos para la vinculación con el Proyecto**

División temática	Instrumentos
Políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región	-Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 -Programa Nacional de Infraestructura 2018-2024 -Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024 -Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018 -Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024 -Plan Estatal de Desarrollo del estado de Puebla 2019-2024 -Plan Municipal de Desarrollo Tlatlauquitepec 2018-2021
Ordenamientos ecológicos	- Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio (POEGT)
Áreas de Importancia Ecológica	-Áreas naturales protegidas (ANP) -Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS) -Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) -Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) -Sitios RAMSAR
Leyes y reglamentos federales	-Constitución Políticas de los Estados Unidos Mexicanos -Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental -Ley Federal de Responsabilidad Ambiental -Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento -Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento -Ley General de Vida Silvestre -Ley General de Cambio Climático -Ley de Aguas Nacionales y su reglamento - Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal
Leyes y reglamentos estatales	-Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado De Puebla
Normas Oficiales Mexicanas (NOM)	NOM-161-SEMARNAT-2011 NOM-059-SEMARNAT-2010 NOM-052-SEMARNAT-2005 NOM-001-SEMARNAT-1996 NOM-041-SEMARNAT-2015 NOM-043-SEMARNAT-1993 NOM-080-SEMARNAT-1994 NOM-081-SEMARNAT-1994 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999 NOM-006-STPS-2014 NOM-011-STPS-2001 NOM-017-STPS-2008

### **III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región.**

#### **III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024**

Publicado en el Diario Oficial de la Federación en julio de 2019, tiene como finalidad establecer los objetivos nacionales, las estrategias y las prioridades que durante la presente administración deberán regir la acción del gobierno y serán la base para los programas sectoriales, especiales, institucionales y regionales. El PND tiene como objetivo general "Hacer de México un país más próspero, justo e incluyente para todas y todos", se compone de tres ejes generales que son:

- i. Justicia y el Estado de derecho;
- ii. Bienestar; y
- iii. Desarrollo económico,

A su vez, el Plan cuenta con tres Ejes Transversales que son:

- i) Igualdad de género, no discriminación e inclusión;
- ii) Combate a la corrupción y mejora de la gestión Pública y
- iii) Territorio y desarrollo sostenible.

El PND 2019-2024 establece que en materia de infraestructura se buscará modernizar, ampliar y conservar los diferentes modos de transporte, y mejorar su conectividad. Las metas generales que establece tienden a buscar la modernización, ampliación y conservación de la infraestructura de los diferentes modos de transporte, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos y de eficiencia.

En el cuadro siguiente se muestra la vinculación del proyecto con únicamente aquellos aspectos del PND que se relacionan con la naturaleza de este y sus actividades:

### **Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el PND**

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.

Estrategia	Vinculación
3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.	El Proyecto se vincula ya que se trata de la modernización del camino de terracería tipo "E", para que en consecuencia este sea seguro y eficiente. A si mismo permitirá comunicar a los distintos poblados a la cabecera municipal.

### **III.1.2 Programa Nacional de Infraestructura 2014 2018**

El Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018 emana del Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018, y contiene objetivos, estrategias y líneas de acción que reflejan las actividades prioritarias y concretas en materia de infraestructura, que a su vez son impulsadas por el Gobierno de la República, mismas que tienen contemplados aplicarse durante la Administración 2013-2018, toda vez que representa el medio para generar un desarrollo y crecimiento económico del país, siendo así la clave para incrementar la competitividad del país.

En este programa, es establecen como metas nacionales de un "México Próspero" y un "México Incluyente"; crear una infraestructura adecuada y el acceso a insumos estratégicos, que fomenten la competitividad y conecten el capital humano con las oportunidades que generen una mejor economía. Asimismo, se prevé apoyar el desarrollo de infraestructura con una visión de largo plazo, basada en tres ejes rectores que son:

1. Desarrollo regional equilibrado.
2. Desarrollo urbano.
3. Conectividad logística.

En apego al Sistema Nacional de Planeación Democrática, y a través del PNI 2014-2018 el Gobierno de la República busca orientar la funcionalidad integral de la infraestructura existente y nueva del país, dividiendo en sectores como: a) Sector comunicaciones y transportes. b) Sector energía. c) Sector hidráulico. d) Sector salud. e) Desarrollo urbano y vivienda. f) Sector turismo.

Para el caso particular del proyecto, éste se relaciona directamente con el sector de comunicaciones y transportes; siendo importante resaltar que la infraestructura en este sector tiene impactos directos con el crecimiento de la economía, promoviendo el desarrollo regional equilibrado, al lograr eficientizar la movilidad, reducir los costos de traslado y permitir que los bienes lleguen a su destino oportunamente. De esta forma, la política en materia de inversión en

comunicaciones y transportes, tiene como uno de sus objetivos promover una mayor vinculación e integración entre las distintas regiones del país y con los mercados internacionales, lo cual con el desarrollo del proyecto se cumple de manera puntual.

Por otra parte, para dar cumplimiento con lo establecido en el Programa Nacional de Infraestructura 2013-2018, se han planteado una serie de objetivos específicos, los cuales en el caso del sector carretero son los siguientes:

- Consolidar una red troncal carretera en buen estado que conecte las regiones estratégicas permitiendo generar costos y tiempos de traslado competitivos, y
- Completar en altas especificaciones los corredores carreteros más importantes del país.

Con base en lo anterior, se tiene que el desarrollo del proyecto permitirá dar cumplimiento a dichos objetivos, ya que permitirá consolidar la red carretera nacional con mejores especificaciones, que permitirá conectar las diferentes regiones económicas del país mediante costos y tiempos de traslado competitivos.

### **III.1.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2020-2024**

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes para el periodo 2020-2024 retoma las líneas de acción del sector comunicaciones y transportes contenidos en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual desarrolla la visión de llevar a México a su máximo potencial y contribuye al cumplimiento a través de cuatro Objetivos Prioritarios, cuyo cumplimiento contribuirá a mejorar el nivel de vida de la población y al bienestar social de la Nación, mediante la construcción, modernización y conservación de una red intermodal de comunicaciones y transportes, accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente, moderna y de forma transparente,

Los objetivos el Plan Nacional de Desarrollo en materia de Comunicaciones y Transportes puede resumirse de la siguiente manera:

- Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.
- Contribuir al desarrollo del país mediante el fortalecimiento del transporte con visión de largo plazo, enfoque regional, multimodal y sustentable, para que la población, en particular las regiones de menor crecimiento cuenten con servicios de transporte seguros, de calidad y cobertura nacional.
- Promover la cobertura, el acceso y el uso de servicios postales, de telecomunicaciones y radiodifusión, en condiciones que resulten alcanzables para la población, con énfasis en grupos prioritarios y en situación de vulnerabilidad, para fortalecer la inclusión digital y el desarrollo tecnológico.
- Consolidar la red de infraestructura portuaria y a la marina mercante como detonadores de desarrollo regional, mediante el establecimiento de nodos industriales y centros de

producción alrededor de los puertos y; mejorando la conectividad multimodal para fortalecer el mercado interno regional.

Para el caso de caminos y carreteras se busca implementar procesos orientados a fortalecer, mantener y preservar el patrimonio vial de los mexicanos y mexicanas, asegurando el tránsito seguro de los usuarios, la integración de las poblaciones de mayor marginación a los beneficios del desarrollo regional a través de una política pública con un fuerte componente de participación social, así como del sector privado.

A continuación, se presentan las estrategias prioritarias para cumplir con el primer objetivo prioritario, con el que es compatible el proyecto:

**OBJETIVO 1** Contribuir al bienestar social mediante la construcción, modernización y conservación de infraestructura carretera accesible, segura, eficiente y sostenible, que conecte a las personas de cualquier condición, con visión de desarrollo regional e intermodal.

**Estrategia prioritaria 1.1 Mejorar el estado físico de la Red Carretera Federal a través de la conservación y reconstrucción para aumentar el bienestar, la conectividad y seguridad de los usuarios de la infraestructura carretera.**

- 1.1.2. *Atender prioritariamente los puentes y los tramos carreteros en regular y mal estado de la Red Carretera Federal*
- 1.1.4 *Fortalecer la auscultación de la Red Carretera Federal y la verificación de la calidad de las obras en ejecución.*
- 1.1.7 *Impulsar la suficiencia presupuestal para la conservación y reconstrucción de la Red Carretera Federal*

**Estrategia prioritaria 1.2. Mejorar la seguridad vial en la Red Carretera Federal para el bienestar de todos los usuarios**

- 1.2.1 *Atender los puntos de conflicto en la Red Carretera Federal.*
- 1.2.5 *Establecer lineamientos y criterios para que los proyectos ejecutivos de construcción y modernización de carreteras se diseñen atendiendo la seguridad vial de todos los usuarios, desde la fase de anteproyecto.*
- 1.2.7 *Realizar campañas informativas para difundir entre la población los aspectos fundamentales de seguridad vial y crear progresivamente una cultura vial.*

**Estrategia prioritaria 1.3 Transparentar todo el proceso de gestión de obra pública para disminuir la corrupción y garantizar la calidad de la obra.**

**Estrategia prioritaria 1.4 Incrementar la cobertura y accesibilidad de las vías de comunicación para impulsar el desarrollo regional y disminuir la marginación.**

- 1.4.4 Continuar con la construcción y modernización de la Red Carretera Federal.

- 1.4.6 Construir y modernizar la infraestructura carretera para el desarrollo regional.

**Estrategia prioritaria 1.5 Mejorar la planeación y prospectiva de la infraestructura carretera, para contar con procesos sólidos y ágiles de terminación de obra y detectar oportunamente las necesidades futuras de la infraestructura carretera.**

El desarrollo del proyecto contempla la modernización de un camino existente y actualmente en operación, con lo cual se pretende hacerla más accesible, segura y eficiente, y su ejecución será de manera sostenible, apegándose así a las estrategias prioritarias del Programa.

### **III.1.4 Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013- 2018**

El Programa de Inversiones en Infraestructura de Transporte y Comunicaciones 2013-2018 incluye la realización de proyectos estratégicos; y sus acciones están en sintonía con el Plan Nacional de Desarrollo. Está enfocado en llevar a México a su máximo potencial, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Contar con una red troncal, carretera segura, completa y en buen estado que conecte las regiones estratégicas del país y permita disminuir los costos de transporte y tiempos de traslado.
- Completar en altas especificaciones los corredores troncales más importantes.
- Acercar a las comunidades más alejadas mediante la construcción y modernización de caminos rurales.
- Apoyar la modernización del parque vehicular de autotransporte federal que es el principal modo de transporte de personas y bienes, a través de un esquema de chatarrización (estímulos fiscales y crédito) para reducir la edad promedio de las unidades, especialmente las del hombre-camión y pequeño transportista.

En el cuadro siguiente se presenta la vinculación del proyecto con aquellos objetivos relacionados con el desarrollo de infraestructura carretera.

**Cuadro 3. Vinculación con el Programa de Inversiones**

Objetivo	Vinculación
Contar con una red troncal, carretera segura, completa y en buen estado que conecte las regiones estratégicas del país y permita disminuir los costos de transporte y tiempos de traslado.	El Proyecto se vincula ya que se trata la modernización de un camino de terracería en operación, se puede concluir que este contribuye a tener carreteras más seguras y en buenas condiciones, lo cual influye directamente sobre los costos y tiempos de traslados.
Acercar a las comunidades más alejadas mediante la construcción y modernización de caminos rurales.	La ejecución del proyecto reducirá el tiempo de traslado e incrementará el flujo de vehículos entre las distintas comunidades, así como aquellas que se encuentren en puntos intermedios del trazo a modernizar.

### **III.1.5 Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales (PROMARNAT) 2020-2024.**

EL programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2020-2024 (PROMARNAT) contribuirá a los objetivos establecidos por el nuevo gobierno en el PND como parte del Segundo Eje de Política Social. Sus Objetivos prioritarios, Estrategias prioritarias y Acciones puntuales están centrados en la búsqueda del bienestar de las personas, todo ello de la mano de la conservación y recuperación del equilibrio ecológico en las distintas regiones del país. El actuar del Programa se inspira y tiene como base el principio de impulso al desarrollo sostenible establecido en el PND, considerado como uno de los factores más importantes para lograr el bienestar de la población. En el siguiente cuadro se enlistan los cinco Objetivos prioritarios del PROMARNAT.



1. Promover la conservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas y su biodiversidad con enfoque territorial y de derechos humanos, considerando las regiones bioculturales, a fin de mantener ecosistemas funcionales que son la base del bienestar de la población.
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.
5. Fortalecer la gobernanza ambiental a través de la participación ciudadana libre, efectiva, significativa y corresponsable en las decisiones de política pública, asegurando el acceso a la justicia ambiental con enfoque territorial y de derechos humanos y promoviendo la educación y cultura ambiental.

El PROMARNAT 2020-2024 se suma al compromiso del Gobierno de México en la búsqueda del logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. El PROMARNAT y la Agenda 2030 comparten objetivos centrados en las personas y el planeta que buscan fundamentalmente la erradicación de la pobreza, la protección del ambiente y la prosperidad de todos sin comprometer el bienestar de las generaciones futuras. En la Tabla III-20 se muestra la contribución de los objetivos prioritarios del presente Programa Sectorial al cumplimiento de las metas de los ODS enfocados al sector carretero.

**Cuadro 4. Contribución del PROMARNAT al cumplimiento de las metas de los ODS**

Agenda 2030	PROMARNAT 2020-2024				
	Objetivos prioritarios				
Objeto de Desarrollo Sostenible	1	2	3	4	5
...					
9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación		✓	✓	✓	
...					

Con base en lo establecido en la Tabla III-20, se considerarían aplicables los objetivos prioritarios 2, 3 y 4 del PROMARNAT, por lo que se realizará la vinculación correspondiente del proyecto con dichos objetivos en la Tabla III-21, sin embargo, es importante mencionar que el proyecto no se

considera vinculante con las estrategias establecidas para cada uno de los objetivos, ya que no existen estrategias destinadas al establecimiento de infraestructura carretera, por lo que solo se consideraran los objetivos.

**Cuadro 5. Vinculación del proyecto con los objetivos prioritarios aplicables del PROMARNAT 2020-2024**

Objetivo prioritario	Vinculación
2. Fortalecer la acción climática a fin de transitar hacia una economía baja en carbono y una población, ecosistemas, sistemas productivos e infraestructura estratégica resilientes, con el apoyo de los conocimientos científicos, tradicionales y tecnológicos disponibles.	El desarrollo del proyecto se considera como parte del sector de infraestructura, por lo que podría relacionar con el presente objetivo, así que la ejecución de la modernización de la carretera existente y actualmente en operación se una manera sustentable; como parte del cumplimiento se desarrolla la presente MIA, en la cual con base en conocimientos científicos se pretende la ejecución del proyecto de manera sustentable.
3. Promover al agua como pilar de bienestar, manejada por instituciones transparentes, confiables, eficientes y eficaces que velen por un medio ambiente sano y donde una sociedad participativa se involucre en su gestión	El presente objetivo no es aplicable con el proyecto, ya que el mismo no considera infraestructura hidráulica.
4. Promover un entorno libre de contaminación del agua, el aire y el suelo que contribuya al ejercicio pleno del derecho a un medio ambiente sano.	Para dar cumplimiento al presente objetivo, el desarrollo del proyecto se ejecutará considerando todas las medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental, con el objetivo de evitar cualquier tipo de contaminación

### III.1.6 Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024

Los objetivos de esta estrategia nacional son los siguientes:

- Lograr el desarrollo regional y el ordenamiento territorial de la nación, con visión de largo plazo.
- Transitar hacia una red intermodal de comunicaciones y transportes integral, eficiente, sustentable, segura y moderna.
- Lograr un sistema de verdadero respaldo a la competitividad nacional y superar la posición de nuestro país en este rubro, que nos ubica en el lugar 62 de 137 países calificados en el orbe.
- Garantizar una infraestructura carretera que se vincule -sin cuellos de botella ni sitios de conflicto sin solución de continuidad- con las infraestructuras de puertos, vías férreas y

aeropuertos y sin zonas de riesgo, y que incorpore el equipamiento conveniente para la conectividad de las telecomunicaciones modernas.

- Resolver los puntos de conflicto con la infraestructura de las zonas urbanas, que permita el tránsito ágil y seguro de personas y bienes por el territorio nacional y que dé a toda la posibilidad personal, comercial, cultural y política de conectarse con el resto de los mexicanos y con el mundo.

En cuanto a las metas propuestas para 2018-2024 se contempla (entre otras) la conservación y mantenimiento de toda la infraestructura existente y la terminación o modernización de las obras útiles, suspendidas o en proceso.

Debido a lo anterior y ya que el proyecto se trata de una modernización de una carretera tipo "E", permite mejorar el estado físico de la red carretera por lo que el instrumento mencionado y el proyecto son compatibles

### **III.1.7 Plan Estatal de Desarrollo de Puebla 2019-2024**

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) 2019-2024 establece como base de la planeación el Desarrollo Estratégico Regional a través de los Ejes de Gobierno y los Enfoques Transversales, los cuales contienen objetivos, estrategias y líneas de acción.

Los ejes de gobierno son los siguientes:

1. Seguridad pública, justicia y estado de derecho  
Enfocado a mejorar las condiciones de seguridad y justicia en las que se encuentra el estado, tomando como base la cultura de legalidad, el respeto y la protección a los derechos humanos, para contar con un ambiente de tranquilidad.
2. Recuperación del campo poblano  
Encaminado a fortalecer las actividades y la participación del sector primario como parte fundamental del desarrollo del estado, impulsando las economías locales y tomando en cuenta el uso sostenible de los recursos naturales, acorde a las vocaciones productivas de cada región.
3. Desarrollo económico para todas y todos  
Encaminado a fortalecer las actividades y la participación del sector primario como parte fundamental del desarrollo del estado, impulsando las economías locales y tomando en cuenta el uso sostenible de los recursos naturales, acorde a las vocaciones productivas de cada región.
4. Disminución de las desigualdades  
Priorizando la reducción de brechas de desigualdad social, en donde se generen condiciones de bienestar que ayuden a satisfacer las necesidades básicas de la población y mejorar su calidad de vida; así como cerrar las brechas entre las regiones.

Los enfoques transversales son los siguientes:

- Infraestructura
- Pueblos originarios
- Igualdad sustantiva
- Cuidado ambiental y cambio climático

A continuación, se presenta la vinculación de este instrumento con únicamente aquellos lineamientos de interés para el proyecto.

**Cuadro 6. Vinculación del proyecto con el Plan Estatal de Desarrollo de Puebla**

Eje 4 Disminución de las desigualdades	
Estrategia transversal de infraestructura	
Líneas de acción 1	Vinculación
Acercar los servicios a la población a través de una red carretera moderna y eficiente en las regiones del estado.	El proyecto trata de una modernización carretera de un camino de terracería existente y actualmente en operación, por lo que el camino permitirá la reducción de tiempos de traslado acercando así a la población a los servicios
Líneas de acción 2	Vinculación
Mejorar las vías de acceso a los municipios y localidades con mayor rezago social.	El proyecto trata de una modernización carretera de un camino de terracería existente y actualmente en operación, que permitirá acercar las distintas comunidades a la cabecera municipal al disminuir los tiempos de traslado y permitir el intercambio de mercancías.

### III.1.8 Plan Municipal de Desarrollo 2018-2021 Tlatlauquitepec

El Plan de Desarrollo Municipal plantea metas y objetivos, líneas de acción e indicadores. Los siguientes son los cinco ejes que rigen el Plan:

- **Seguridad para todos.** Garantizar la paz en el municipio, proteger la integridad, la vida y el patrimonio de las personas.
- **Igualdad y justicia social.** Dar prioridad en la atención de las personas que se encuentran en situación de rezago social y marginación
- **Más y mejores oportunidades.** Aprovechar las ventajas, geográficas, económicas, culturales y sociales del municipio.
- **Desarrollo urbano sostenible.** Asegurar una vida digna para los habitantes

- **Gobierno honesto y eficiente.** Conducir con austeridad, seguir transparentando sus acciones e involucrar a la sociedad en la toma de decisiones.

Estos enunciados resumen las metas del Gobierno Municipal, cabe señalar que la naturaleza del Proyecto de la presente Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional y de las actividades a realizar para el desarrollo de este no presentan una vinculación con este instrumento más allá de nombrarla en esta sección.

### **III.2 Vinculación con programas de ordenamiento ecológico del territorio, áreas naturales protegidas u otra zonificación prioritaria para la conservación o relativa a la regulación del uso del suelo**

#### **III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio.**

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio (POEGT) tiene como objeto llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional, además de establecer los lineamientos y estrategias ecológicas necesarias para, entre otras, promover la preservación, protección, restauración y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales; promover medidas de mitigación de los posibles impactos ambientales causados por las acciones, programas y proyectos de las dependencias y entidades de la Administración Pública Federal (APF); orientar la ubicación de las actividades productivas y de los asentamientos humanos; fomentar el mantenimiento de los bienes y servicios ambientales; promover la protección y conservación de los ecosistemas y la biodiversidad; fortalecer el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas; apoyar la resolución de los conflictos ambientales, así como promover la sustentabilidad e incorporar la variable ambiental en los programas, proyectos y acciones de los sectores de la APF (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, 2012).

La regionalización ecológica en el POEGT comprende unidades territoriales sintéticas que se integraron a partir de los principales factores del medio biofísico. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas unidades ambientales biofísicas (UAB).

Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el proyecto carretero se encuentra inmerso en la Región Ecológica 18.32 y en específico en la UAB 117 denominada "Karst Huasteco Sur".

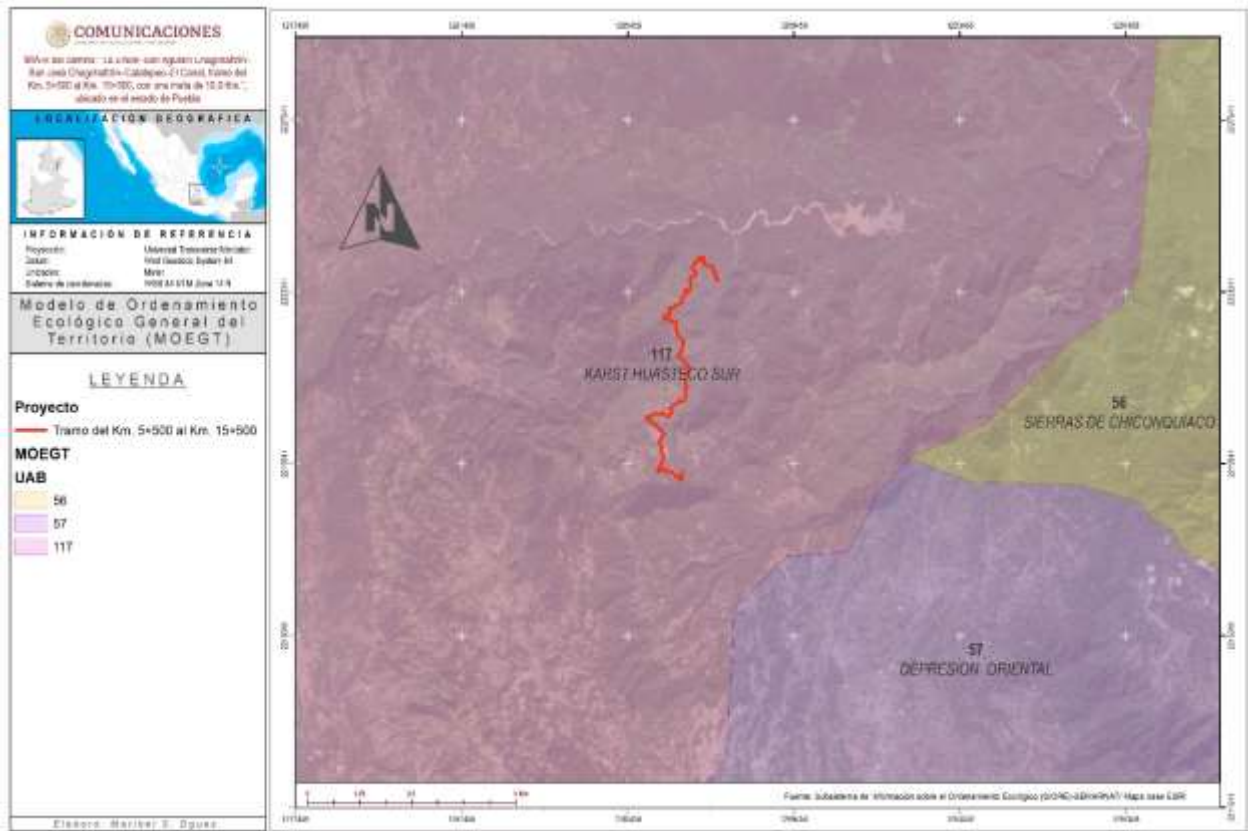
**Cuadro 7. Características de la UAB 117.**

UAB	Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Estrategias sectoriales
117	Preservación de Flora y Fauna	Forestal - Minería	Agricultura- Ganadería- Población	CFE-Desarrollo social- PEMEX- Turismo	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 44

La descripción de la misma (al escenario 2008) es la siguiente:

**UAB 117. Inestable. Conflicto Sectorial Nulo.**

No presenta superficie de ANP's. Media degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Media. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Muy baja. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Baja. El uso de suelo es Agrícola y Forestal. Con disponibilidad de agua superficial. Con disponibilidad de agua subterránea. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 35.8. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Medio porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Muy alto porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola de carácter campesino. Alta importancia de la actividad minera. Media importancia de la actividad ganadera



**Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT**

En el siguiente cuadro se presenta la vinculación del POEGT con el proyecto.

**Cuadro 8. Vinculación del proyecto con las estrategias de la UAB 117**

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Acciones	Vinculación
D) Restauración	<b>14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas</b>	Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	Dentro de las medidas de compensación ambiental se considera el pago al Fondo Forestal en caso de realizarse cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El monto depositado en dicho fondo es utilizado para realizar reforestación en sitios donde se requiera, por lo que de manera indirecta el proyecto contribuirá con esta acción.
		Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	Al realizarse el cambio de uso de suelos en terrenos forestales, se hará un pago al Fondo Forestal Mexicano. Mediante este fondo se realizan actividades de compensación ambiental en lugares especificados por dicho organismo.



### III.2.2 Otros Programas de Ordenamiento Ecológico

De acuerdo con la lista de Programas de Ordenamientos Estatales, así como la plataforma del Subsistema de Información Geográfica sobre el Ordenamiento Ecológico, conforme a la ubicación espacial del proyecto, donde se identificó que el proyecto NO se encuentra inmerso dentro de ningún ordenamiento de tipo estatal o local. El más cercano al proyecto, es: POE "Cuencas Rio Bobos y Solteros" (ordenamiento local); ubicado aproximadamente a 17 km.

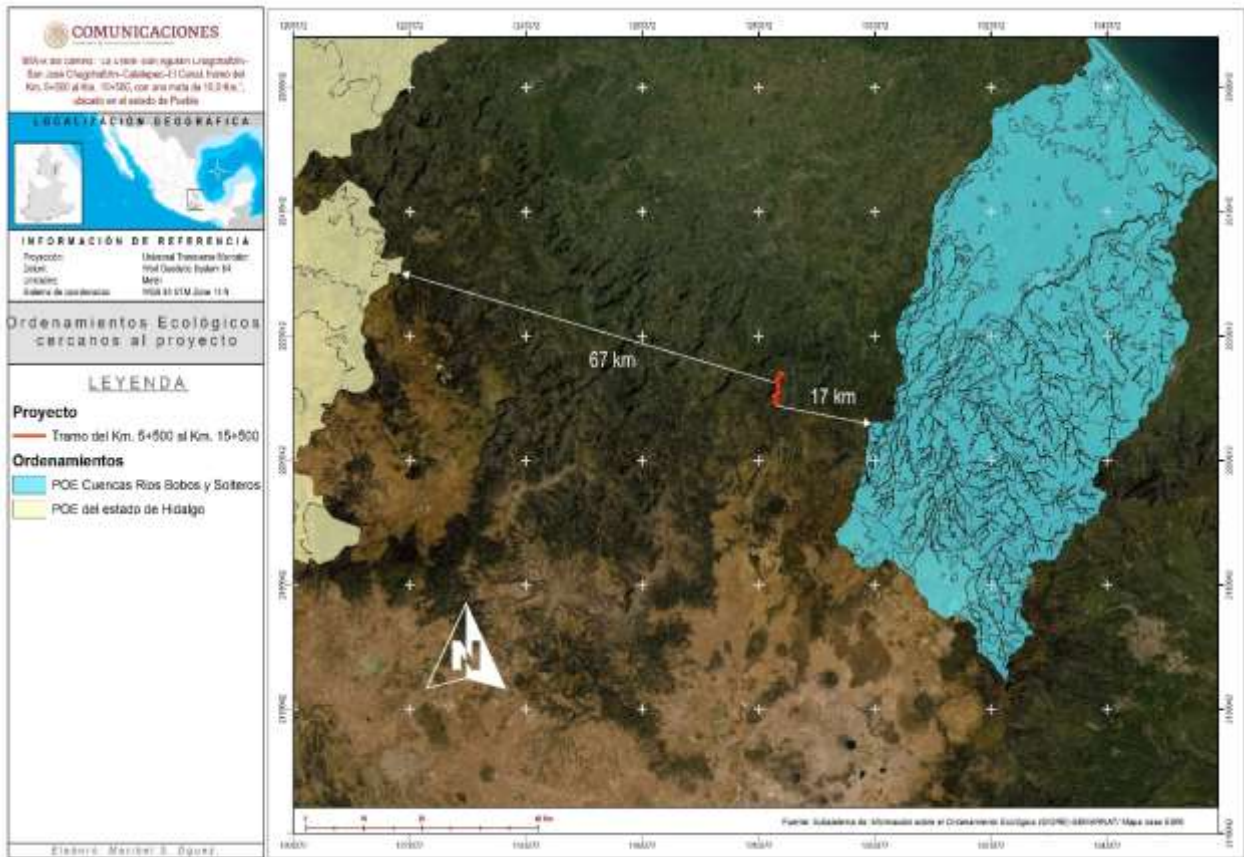


Figura 2. Ordenamientos ecológicos estatales

#### III.2.2.1 Vinculación con áreas de importancia para la conservación.

Las regiones prioritarias para la conservación son instrumentos de planeación territorial de las áreas cuyas características físicas y bióticas favorecen condiciones de particular importancia desde la perspectiva de la biodiversidad, en ese sentido se realizó un análisis de la ubicación del proyecto respecto a los polígonos de las siguientes regiones:

- Áreas Naturales Protegidas (ANP)
- Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA's)
- Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)
- Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)
- Sitios Ramsar

Por lo anterior, a continuación, se presentan los resultados obtenidos.

### III.2.2.2 Áreas naturales protegidas

Se revisó la ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas tanto de carácter federal, como estatal y municipal. Resultando que el proyecto aquí presentado, no incide en ninguna ANP, el ANP Federal más cercano es "Z.P.F.V. la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa" ubicado a 50 km aproximadamente. El ANP estatal más cercano se ubica a 28 km aproximadamente y es "Río Filobobos y su entorno". En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto a la ANP mencionada.

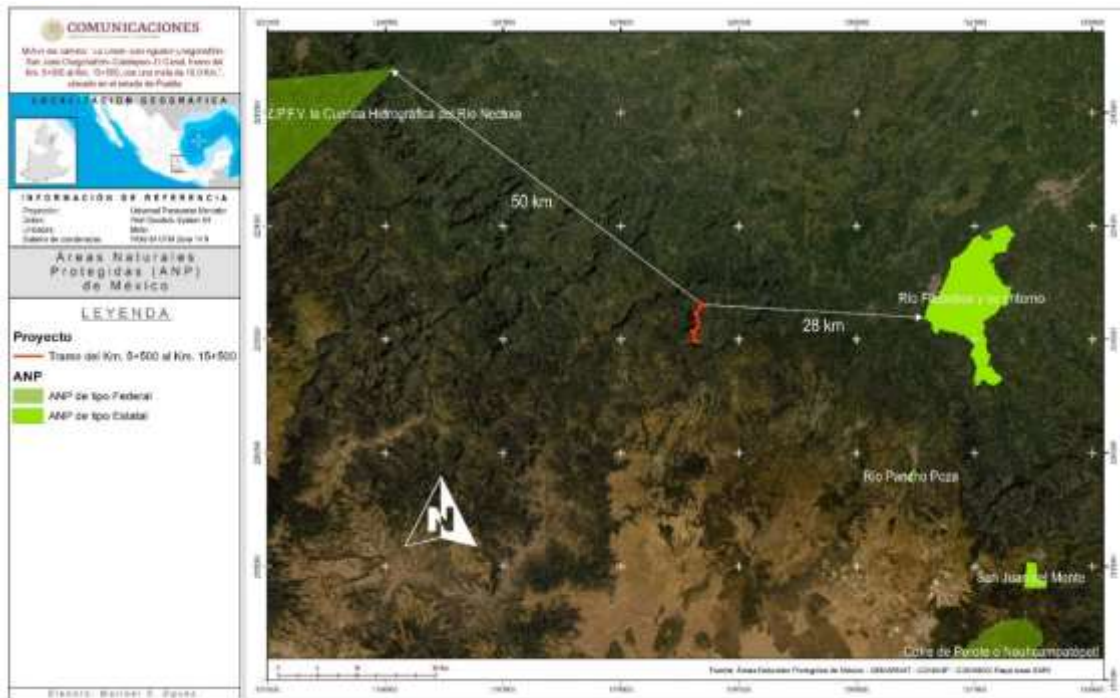


Figura 3. Ubicación del proyecto respecto al ANP

### III.2.2.3 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

La conservación de la biodiversidad es una prioridad nacional ante la crisis ambiental (cambio de uso de suelo, deforestación, degradación ambiental y cambio climático global, entre otros factores) que enfrenta el país, la cual se ha ido incrementando durante las últimas décadas. Es por ello que la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO) ha establecido instrumentos de planeación territorial representativos de las regiones biogeográficas del país, así como sus diversos ecosistemas terrestres y acuáticos, los cuales incluyen 152 regiones terrestres que cubren 515, 558 km<sup>2</sup>, 70 regiones marinas que comprenden 1, 378, 620 km<sup>2</sup> de las zonas costeras y oceánicas que forman parte de la zona económica exclusiva, 110 regiones hidrológicas en un área de 777, 248 km<sup>2</sup> de las principales

Así, conforme a la revisión realizada en el "Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO", mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el proyecto se ubica en el RTP 105 denominado "Cuetzalan", en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto a la RTP mencionada.

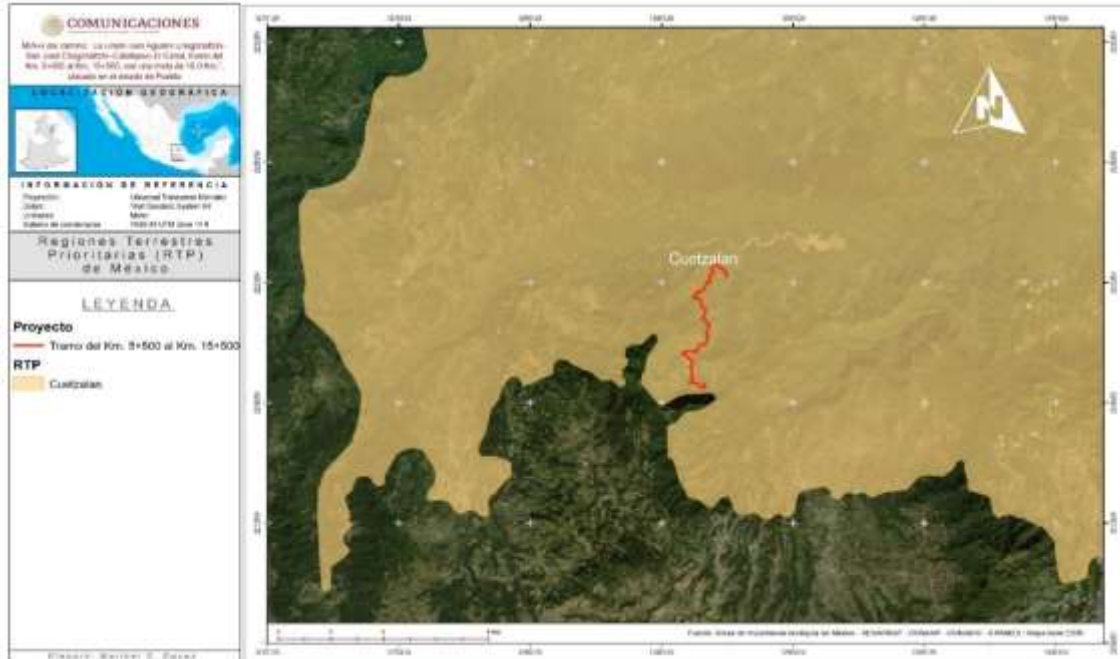


Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a RTP

Cuadro 9. Características de la RTP – 105 "Cuetzalan"

A. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.	
<b>Entidades:</b>	Puebla, Veracruz.
<b>Municipios:</b>	Acateno, Altotonga, Atempán, Atlequizayan, Atzalan, Ayotoxco de Guerrero, Caxhuacán, Chignautla, Cuetzalan del Progreso, Hueyapan, Hueytamalco, Huitzilán de Serdán, Jalacingo, Jonotla, Nauzontla, Tenampulco, Tetela de Ocampo, Teteles de Ávila Castillo, Teziutlán, Tlapacoyán, <u>Tlatlauquitepec</u> , Tuzamapan de Galeana, Xiutetelco, Xochiapulco, Xochitlán de Vicente Suárez, Yaonáhuac, Zacapoaxtla, Zoquiapan.
B. SUPERFICIE.	
<b>Superficie:</b>	1,284 km <sup>2</sup> .
C. CARACTERÍSTICAS GENERALES.	

Esta región se definió como prioritaria para la conservación por la existencia de bosques mesófilos de montaña presentes en las cañadas y la selva alta perennifolia en las partes bajas. Sin embargo, dados los requerimientos ambientales de ambos tipos de vegetación hay un nivel de fragmentación muy grande y la coexistencia con bosques de encino y de éste en asociación con pino, así como grandes extensiones perturbadas. El único manchón significativo de selva alta se ubica entre las cotas de 200 y 400 msnm y el bosque mesófilo se presenta en las laderas entre los 1,200 y 1,800 msnm.

#### D. ASPECTOS CLIMÁTICOS (PORCENTAJE DE SUPERFICIE)

##### Tipo(s) de clima:

(A)Cf	Semicálido, templado húmedo, 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	43%
C(f)	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, húmedo, precipitación anual mayor de 200 mm y precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno, mayores al 18% anual.	27%
A(f)	Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C, con precipitación anual mayor de 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 60 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.	23%
C(w2)x'	Templado, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C, subhúmedo, precipitación anual de 200 a 1,800 mm y precipitación en el mes más seco de 0 a 40 mm; lluvias de verano mayores al 10.2% anual.	7%

#### E. ASPECTOS FISIAGRÁFICOS.

##### Geoformas:

Sierra, lomeríos, laderas, cañadas.

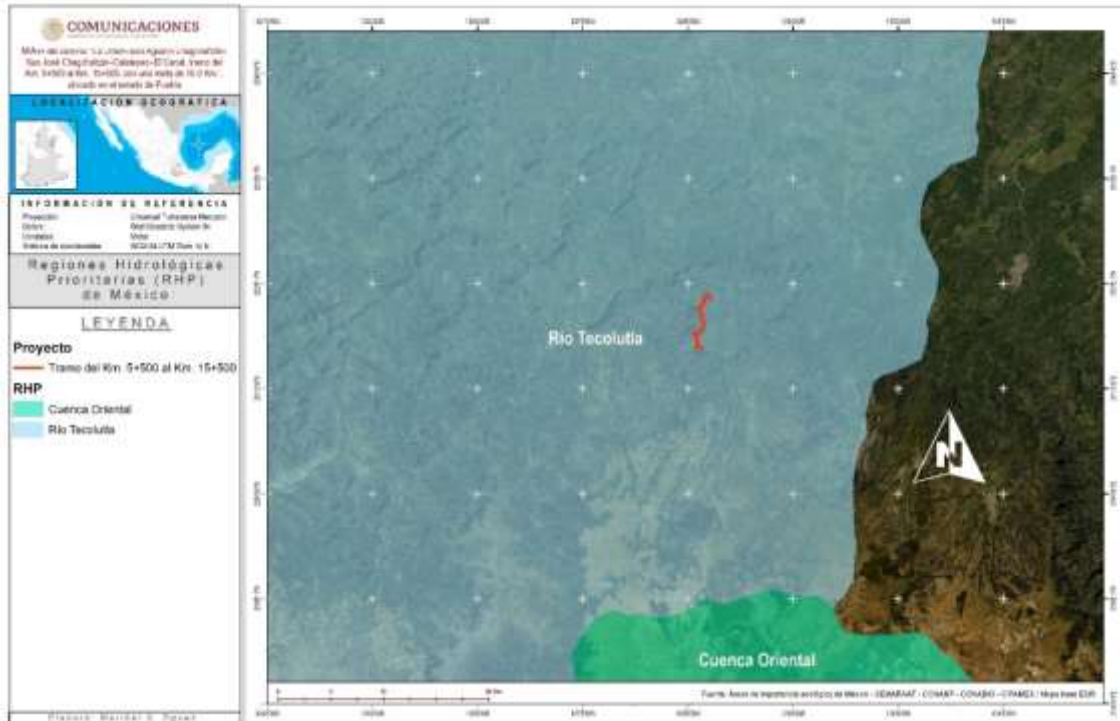
##### Unidades de suelo y porcentaje de superficie:

Vertisol éutrico	VRe	(Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo con una alta proporción de arcilla (más de 30%) al menos hasta 50 cm de profundidad; desarrolla fisuras de hasta un cm de ancho. El subtipo éutrico tiene un grado de saturación de 50% como mínimo, por lo menos en una profundidad comprendida entre 20 y 50 cm a partir de la superficie y carece de un horizonte	57%
		cálcico (de concentración de carbonato de calcio) o gípsico (concentración de yeso).	
Cambisol crómico	CMx	(Clasificación FAO-Unesco, 1989) Suelo que tiene un horizonte A ócrico, muy claro, con muy poco carbono orgánico, muy delgado, y duro y macizo cuando se seca; este horizonte posee un grado de saturación de 50% o más en al menos los 20 a 50 cm superficiales, sin ser calcáreo a esta profundidad; tiene un horizonte B cámbico (de alteración con color claro y muy bajo contenido de materia orgánica, textura fina, estructura moderadamente desarrollada, con significativo contenido de arcilla y evidencia de eliminación de carbonatos; este horizonte tiene un color pardo fuerte a rojo. Este suelo carece de propiedades gleicas (alta saturación con agua) en los 100 cm superficiales, con un grado de saturación menor del 50%; carece, asimismo, de propiedades sálicas.	43%
<b>F. ASPECTOS BIÓTICOS.</b>			
<b>Valor para la conservación:</b>		1 (bajo)	
<b>Diversidad ecosistémica:</b>		Bosques mesófilos y de pino.	
Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie son:			
<i>Agricultura, pecuario y forestal</i>		Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal.	78%
<i>Bosque mesófilo de montaña</i>		Bosque con vegetación densa, muy húmedos, de clima templado. Sólo se presenta en laderas superiores a los 800 m.	10%

<i>Bosque de pino</i>	Bosques predominantes de pino. A pesar de distribuirse en zonas templadas, son característicos de zonas frías.	7%
<i>Otros</i>		5%
		<b>Valor para la conservación</b>
<b>Integridad ecológica funcional:</b> Se ha perdido gran parte de la vegetación original a causa de la fragmentación.		1 (muy bajo)
<b>Función como corredor biológico:</b> Información no disponible.		0 (no se conoce)
<b>Fenómenos naturales extraordinarios:</b> Información no disponible.		0 (no se conoce)
<b>Presencia de endemismos:</b> Sobre todo se presenta para las especies de plantas y vertebrados.		1 (bajo)
<b>Riqueza específica:</b> Sobre todo para las especies de plantas y vertebrados.		2 (medio)
<b>Función como centro de origen y diversificación natural:</b> Información no disponible.		0 (no se conoce)
<b>G. ASPECTOS ANTROPOGÉNICOS.</b>		
<b>Problemática ambiental</b>	La vegetación se encuentra muy fragmentada debido principalmente a la ganadería extensiva, la deforestación, el cultivo de árboles frutales y el excesivo turismo en la zona. Según algunos expertos tiene potencial de recuperación.	

### III.2.2.4 Regiones Hidrológico-Prioritarias (RHP).

Con relación a las Regiones Hidrológicas Prioritarias, y con base en la consulta efectuada en el Mapa que representa las 110 RHP del país, generado también por la CONABIO a través del Programa de Regiones Prioritarias Marinas y Limitológicas de México, en su versión actualizada en el año 2010, se observa que el Proyecto recae en la RHP 76 denominada "Rio Tecolutla" en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto a la RHP mencionada.



**Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RHP**

**Biodiversidad:** De los principales tipos de vegetación son: bosques de pino-encino, de pino, de encino, bosque mesófilo de montaña en la cuenca alta; selva mediana subperennifolia, sabana, manglar, vegetación halófila y palmar en la cuenca baja. Alta diversidad de hábitats terrestres y acuáticos, con diferentes grados de degradación a lo largo de la cuenca. Flora característica: *Brosimum alicastrum*, *Bursera simaruba*, *Cedrela odorata*, *Coccoloba barbadensis*, *Croton punctatus*, *Diphysa robinoides*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Ipomoea imperati*, *Palafoxia lindenii*, *Panicum repens*, *Sesuvium portulacastrum*, *Sporobolus virginicus*. Fauna característica: de peces *Astyanax fasciatus*, *Cathorops aguadulce*, *Gambusia rachowi*, *Gobiomorus dormitor*, *Ictiobus bubalus*; de aves *Platalea ajaja*, *Eudocimus albus*, *Casmerodius albus*, *Mycteria americana*, *Egretta thula*. Endemismo del pez *Heterandria sp.*; de crustáceos *Procambarus (Ortmannicus) gonopodocristatus*, *Procambarus (Ortmannicus) villalobosi*, *Procambarus (Paracambarus) ortmanii*, *Procambarus (Paracambarus) paradoxus*, *Procambarus (Villalobosus) cuetzalanae*, *Procambarus (Villalobosus) erichsoni*, *Procambarus (Villalobosus) hortonhobbsi*, *Procambarus (Villalobosus) xochitlanae* y *Procambarus (Villalobosus) zihuateutlensis*; del ave *Campylorhynchus gularis*. Especies amenazadas: de peces *Gambusia affinis*, *Ictalurus australis*; de aves *Accipiter striatus*, *Aulacorhynchus prasinus*, *Ciccaba virgata*, *Cyanolyca cucullata*.

**Aspectos económicos:** pesquerías de ostión, peces y crustáceos *Macrobrachium acanthurus* y *M. carcinus*; actividad turística; agricultura de temporal y cultivos de vainilla, café, pimienta y cítricos. Presencia de recursos estratégicos como petróleo. Abastecimiento de agua para riego y uso urbano.

**Problemática:**

- Modificación del entorno: deforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo.
- Contaminación: por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla. Coliformes en la cuenca baja y media.
- Uso de recursos: existen recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego. Conservación: preocupa la tala inmoderada en la cuenca alta y se requiere de un control de coliformes en la cuenca media y baja. Se considera uno de los ríos mejor conservados de Veracruz. Faltan conocimientos generales de la zona.

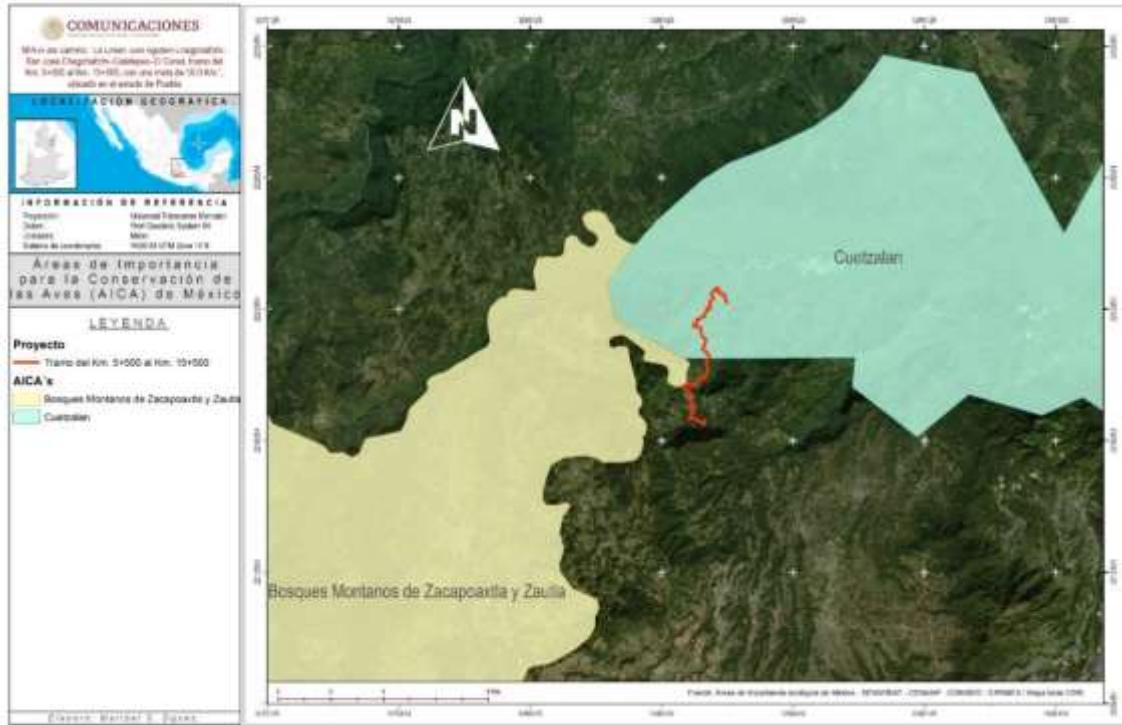
Esta RHP, presenta la siguiente problemática de modificación del entorno: desforestación, modificación de la vegetación excepto en cañadas, ganadería extensiva, pérdida de suelos por deslave, desecación de ríos y mantos freáticos. Monocultivo de maíz y manejo inadecuado del suelo. Contaminación: por agroquímicos que afectan el cultivo de la vainilla. Coliformes en la cuenca baja y media. Y Uso de recursos: existen recursos gaseros, abastecimiento de agua y riego.

### III.2.2.5 Áreas de importancia para la conservación de las aves.

Las AICA surgieron como una idea conjunta de la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la preservación de las aves (CIPAMEX) y BirdLife International. Se pretende que sean una herramienta de información útil para la toma de decisiones que contribuya a normar criterios de priorización y asignación de recursos para la conservación, así como proveer datos de distribución y ecología, a los estudiosos de las aves y contribuir a fomentar el turismo ecológico tanto a nivel nacional como internacional.

Así, de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA's, en escala 1:250000, elaborado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y la CONABIO, se tiene que el Proyecto se encuentra dentro del AICA C47 denominada "Cuetzalan", en la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto al AICA mencionada.





**Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a AICA**

A pesar de la carencia de estudios en el área, los pocos que se han realizado en la zona han permitido el reconocimiento de la gran riqueza avifaunística, incluyendo especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM 1994. Otro factor importante para la propuesta de esta zona como AICA, es el buen estado de conservación de la vegetación en muchas partes dentro del área; además de otros estudios realizados con base a otros organismos diferentes (herpetofauna).

Descripción	Tipo de Vegetación
<b>AICA 36 "Cuetzalan"</b>	
<p>La región abarca una superficie de 26 001.92 km<sup>2</sup>, e incluye los municipios de Cuetzalan. La Junta Auxiliar de Zoquiapan, Jonotla, San Miguel Zinacapan, Santiago Yoncuictlapan, Zacatipan, Tlacopitzacta, Xocoyolo, Nauzantla y el resto del municipio de Cuetzalan del Progreso, delimitado por el río Apulco. Se sitúa dentro de la Sierra Norte del estado de Puebla, está formado por cadenas montañosas, cañada, valles y tierras bajas</p>	

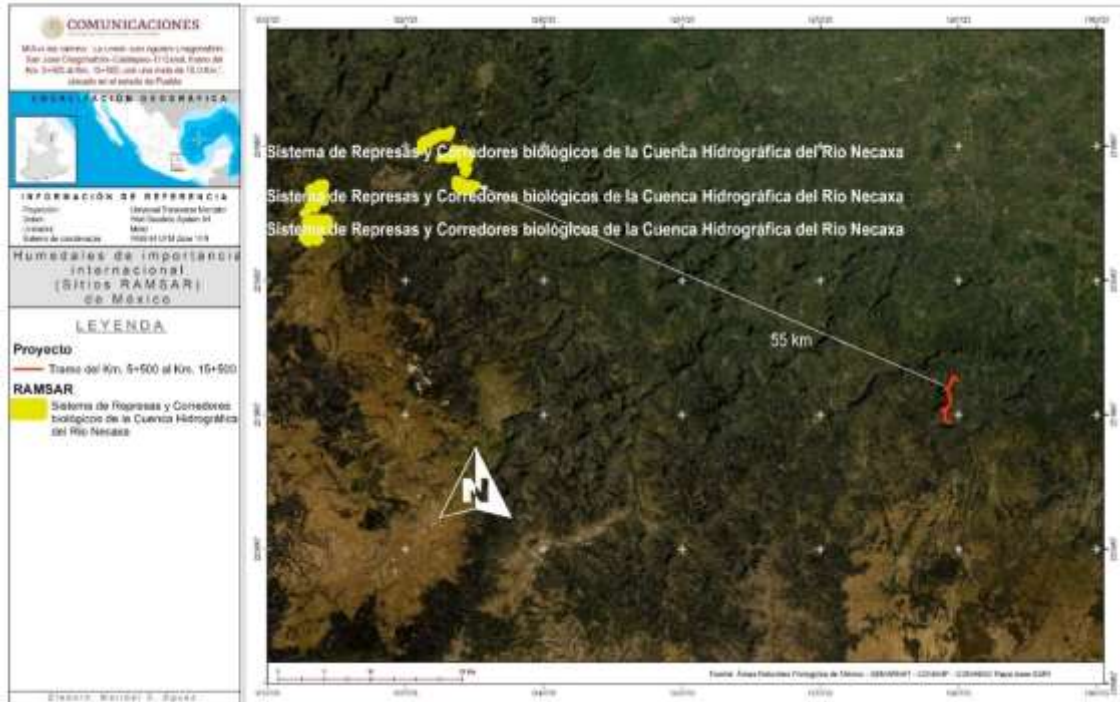
<p>que permiten la existencia de tipos de vegetación muy variados. A pesar de la carencia de estudios en el área, los pocos que se han realizado en la zona han permitido el reconocimiento de la gran riqueza avifaunística, incluyendo especies bajo alguna categoría de riesgo de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. Otro factor importante para la propuesta de esta zona como AICA, es el buen estado de conservación de la vegetación en muchas partes dentro del área; además de otros estudios realizados con base a otros organismos diferentes (herpetofauna)</p>	<p>Bosque Mesófilo de Montaña- El AICA alberga a 300 especies de aves.</p>
<p><b>AICA 251 "Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla"</b></p>	
<p>Los bosques montanos de Zacapoaxtla y Zautla tiene una superficie de 68 206.24 km<sup>2</sup> están ubicados en una zona montañosa, con cañadas y valles que permiten una alta diversidad de flora y fauna. La región se localiza aproximadamente a 150 km de la ciudad</p>	<p>Los Bosques Montanos de Zacapoaxtla y Zautla están compuestas principalmente por Bosques de Pino-Encino, Bosque Mesófilo de Montaña y Bosques de Pino.</p>

<p>de Puebla, dentro de la región morfológica de la Sierra Norte de Puebla, presenta un declive general sur-norte, que va de los 2600 a 800 metros y una altitud media de 1820 msnm. Se ubica entre la transición de los climas templados de la Sierra Norte con lluvias todo el año y los cálidos que se presentan en el declive del Golfo. Con base en INEGI (1999), el clima predominante es C (fm) templado húmedo con lluvias en todo el año, con precipitación del mes más seco menor a 40 mm. El segundo clima presente en la región es C (m) templado húmedo con abundantes lluvias en verano, también presente el C (W2) templado subhúmedo con lluvias en verano. Debido a su ubicación y características orográficas, la precipitación pluvial anual oscila entre 1200 a 1500 mm en las partes bajas y entre 1000 y 1200 mm en las partes altas. La temperatura media anual es entre 10° y 16°C, con una mínima de -6°C y una máxima de 28°C (INEGI, 2000a).</p>	<p>El AICA alberga a 276 especies de aves.</p>
---	--

**III.2.2.6 Sitios Ramsar.**

Los Humedales de Importancia Internacional, mejor conocidos como Sitios Ramsar, son áreas que han sido reconocidas internacionalmente al asignarles una designación de acuerdo CON los criterios establecidos por la "Convención Relativa a los Humedales de Importancia Internacional Especialmente como Hábitat de Aves Acuáticas" (Convención Ramsar), tratado internacional del que México es parte. Esta Convención fue celebrada en la ciudad de Ramsar, Irán el 2 de febrero de 1971.

A través de la consulta del mapa de Sitios RAMSAR de México 2014, escala: 1:7000000, editado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en el que se presentan los 140 sitios RAMSAR en la República Mexicana, publicados por la Convención RAMSAR en Morelia, Michoacán de Ocampo, se determinó que el área de interés no recae dentro de un sitio RAMSAR, el más cercano es el denominado "Sistema de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa" ubicado a 55 km aproximadamente en línea recta. En la siguiente figura se muestra la ubicación del proyecto respecto al sitio mencionado.



**Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR**

Debido a su disposición es que la red de represas funciona como un corredor para las aves acuáticas y semiacuáticas que las visitan durante la temporada invernal, esto es, se ha observado que algunas de las aves transitan entre una represa y otra tanto para pernoctar como para buscar alimento. Ejemplo de esto se observa con el Águila pescadora (*Pandion haliaetus*), a la cual se le ha observado alimentándose en la represa “La Laguna” (Tejocotal), en el estado de Hidalgo, movilizándose a pernoctar en la represa “Necaxa” en el estado de Puebla.

### **III.3 Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno.**

#### **III.3.1 Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional.**

##### **III.3.1.1 Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos**

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos es la ley máxima que rige la vida económica, social y política en México. En ella se señala como debe organizarse nuestra nación, acorde con las demandas por las que el pueblo luchó durante la Revolución Mexicana. Dada la importancia y la jerarquía legal que posee la Constitución, en el siguiente cuadro se presenta la relación de este instrumento legal con el desarrollo del proyecto.

**Cuadro 10. Vinculación del proyecto con la Constitución**

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 4°. Toda persona tiene derecho a un medio ambiente adecuado para su desarrollo y bienestar.</p>	<p>Los caminos contribuyen al desarrollo y bienestar de la población, el proyecto propuesto cumple con este precepto, cumple con las consideraciones ambientales pertinentes.</p>
<p>Artículo 25°. Corresponde al estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta constitución. El Estado planeará, conducirá, coordinará y orientará la actividad económica nacional, y llevará a cabo la regulación y fomento de las actividades que demande el interés general en el marco de libertades que otorga esta constitución.</p>	<p>Toda la actividad económica y empleo requiere de vías de comunicaciones ágiles y acordes a cada actividad, para transportar eficientemente los insumos y productos producidos o necesarios para la población. La manifestación de impacto que se presenta cumple con este precepto, considera la observancia de la normatividad ambiental, contribuye al desarrollo económico del lugar y a la prevención de accidentes.</p>
<p>Artículo 27°. La nación tendrá en todo tiempo el derecho de imponer a la propiedad privada las modalidades que dicte el interés público, así como el de regular, el beneficio social, el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación, con objeto de hacer una distribución equitativa de la riqueza pública, cuida de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana. En consecuencia, se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros urbanos.</p>	<p>La obra propuesta está planeada para mejorar la calidad de vida de la población. Se toma en cuenta el derecho de la propiedad. El proyecto cumple con las medidas de protección ambiental, así como la de mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la región.</p>

### III.3.1.2 Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y su reglamento en materia de impacto ambiental

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) es de orden público e interés social y tiene por objeto propiciar el desarrollo sustentable y establecer las bases para garantizar el derecho de toda persona a vivir en un medio ambiente sano para su desarrollo, salud y bienestar, 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; garantizar la participación corresponsable de las personas, en forma individual o colectiva, en la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente. En los cuadros siguientes se describen los artículos aplicables de la Ley y su Reglamento de acuerdo a la naturaleza del proyecto, así como el cumplimiento de los mismos que garantiza la congruencia jurídica:

**Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la LGEEPA.**

Descripción	Vinculación
Artículo 28.- (...) 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, gaseoductos, carboductos y poliductos. (...) VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas; (...) XI.- Obras y actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la Federación; (...)	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente debido a que se trata de un proyecto que consiste en una modernización de un camino de 5 m a 7 m de ancho de calzada, para pasar de un camino "Tipo E" a un camino "Tipo D", que se dará dentro del derecho de vía, permitiendo la optimización del tiempo de recorrido. Algunos tramos del proyecto se ubican en sitios catalogados con vegetación forestal, por lo que se considera como tramos a solicitar CUSTF.
Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental...	El proyecto cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable

**Cuadro 12. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental.**

Descripción	Vinculación
<p>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) Construcción de carreteras, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios, 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; (...) O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas (...) S) Obras en Áreas Naturales Protegidas: Cualquier tipo de obra o instalación dentro de las áreas naturales protegidas de competencia de la Federación</p>	<p>El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente.</p>
<p>Artículo 9°. Los promoventes deberán presentar ante la secretaria 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 loa que solicita autorización.</p>	<p>Este artículo se cumple mediante el presente documento, al presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, tal y como lo solicita la autoridad</p>
<p>Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información: I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental; II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo; III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables; IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p>	<p>Para dar cumplimiento al citado artículo, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional. La Manifestación de Impacto Ambiental se realiza en apego a la guía establecida por la SEMARNAT la cual cuenta con la descripción del proyecto, la descripción del medio biótico y abiótico del SAR, así como la identificación y valoración de los posibles efectos hacia los factores ambientales del SAR y el AI del proyecto, considerando a su vez la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para contrarrestar y abatir los efectos adversos. De acuerdo con la naturaleza del proyecto se aclara que no se llevarán a cabo actividades</p>

Descripción	Vinculación
V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional; VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.	altamente riesgosas por lo cual no aplica la presentación de un estudio de riesgo. Y finalmente se concluye que la modalidad definida para la elaboración e integración de la presente Manifestación se realiza en apego al artículo 11 del Reglamento de la Ley en materia
Artículo 17. El promovente deberá presentar a la Secretaría la solicitud de autorización en materia de impacto ambiental, anexando: I. La manifestación de impacto ambiental; II. Un resumen del contenido de la manifestación de impacto ambiental, presentado en disquete, y III. Una copia sellada de la constancia del pago de derechos correspondientes.	Este artículo se vincula con la presentación de la MIA, su resumen y la copia sellada que constata el pago de derechos para la evaluación de impacto ambiental por parte de SEMARNAT.

**Cuadro 13. Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera.**

Descripción	Vinculación
Artículo 13. Para la protección a la atmosfera se considerarán los siguientes criterios: II. Las emisiones de contaminantes a la atmósfera, sean de fuentes artificiales o naturales, fijas o móviles, deben ser reducidas o controladas, para asegurar una calidad del aire satisfactoria para el bienestar de la población y el equilibrio ecológico.  Artículo 28. Las emisiones de olores, gases, así como de partículas sólidas y líquidas a la atmósfera que se generen por fuentes móviles, no deberán exceder los niveles máximos permisibles de emisión que se establezcan en las normas técnicas ecológicas que expida la SEMARNAT en coordinación con la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial	Se pone de manifiesto que el mayor volumen de emisiones a la atmósfera será durante las actividades de preparación del sitio y construcción de la vía de comunicación, generadas principalmente por el uso de maquinaria pesada (las cuales son consideradas como fuentes móviles), siendo empleadas durante las diferentes etapas del proyecto. En este sentido, la empresa constructora deberá mantener en buenas condiciones los vehículos y maquinaria empleados con la finalidad de que las emisiones que estos produzcan se encuentren dentro de los límites máximos permisibles.



Descripción	Vinculación
y de Energía, Minas e Industria Paraestatal, tomando en cuenta los valores de concentración máxima permisible para el ser humano de contaminantes en el ambiente determinados por la Secretaría de Salud.	

### III.3.1.3 Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) y su reglamento

Esta Ley tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, la Ciudad de México y los Municipios, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. En los cuadros siguientes se presentan los artículos que tienen afinidad con el desarrollo del proyecto.

**Cuadro 14. Vinculación del proyecto con la LGDFS.**

Vinculación	Descripción
<p>Artículo 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del 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 que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>	<p>Para cumplir con la vinculación con esta Ley, particularmente con el artículo, el promovente de ser necesario solicitara el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal.</p> <p>El ETJ presentado ante la delegación estatal de SEMARNAT deberá contener la información y argumentos pertinentes para manifestar y demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.</p> <p>Cuando el ETJ es autorizado, debe integrarse un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada y su adaptación al nuevo hábitat, además, dichas autorizaciones deberán atender lo que en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.</p> <p>Se presentará la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por el retiro de vegetación, con esto se da cumplimiento a</p>

	todos los requerimientos indicados tanto en la LGDFS como en el presente reglamento.
Artículo 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.	El promovente como interesado en el CUSTF, posterior a la autorización del ETJ deberá acreditar el depósito ante el Fondo Forestal Nacional para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en términos y condiciones que establezca el reglamento.

**Cuadro 15. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS.**

Vinculación	Descripción
<p>Artículo 120. Para solicitar la autorización de cambio de uso de suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:</p> <p>I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;</p> <p>II. Lugar y fecha;</p> <p>III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y</p> <p>IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación a afectar.</p> <p>Junto con la solicitud deberá presentarse el estudio técnico justificativo, así como copia simple de la identificación oficial del solicitante y original o copia certificada del título de propiedad, debidamente inscrito en el registro público que corresponda o, en su caso, del documento que acredite la posesión o el derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, así como copia simple para su cotejo. Tratándose de ejidos o comunidades agrarias, deberá presentarse original o copia certificada del acta de asamblea en la que conste el acuerdo de cambio del uso del suelo en el terreno respectivo, así como copia simple para su cotejo.</p>	<p>Para que el promovente solicite la Autorización de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF) (y cumplir con la vinculación con este artículo) debe ingresar ante la SEMARNAT el formato pertinente debidamente llenado con los datos que se presentan en este artículo y en su caso las especificaciones que solicite la Secretaría de acuerdo con los criterios y lineamientos del contenido del ETJ presentados en este Reglamento.</p>

### III.3.1.4 Ley General de Vida Silvestre (LGVS) y su Reglamento.

La Ley General de Vida Silvestre es un instrumento orden público y de interés social, que proviene de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, fue decretada en julio de 2000, responde al objetivo de conservar la vida silvestre mediante su protección y aprovechamiento sustentable en el territorio de la República Mexicana.

El término de vida silvestre considera a todos los organismos que se desarrollan libremente en su hábitat, incluyendo sus poblaciones menores e individuos que se encuentran bajo el control del hombre, así como los ferales, especies domésticas que, al quedar fuera de control del hombre, se establecen en el hábitat natural. En los cuadros siguientes se presenta la relación que tienen los artículos de esta ley y su reglamento con el desarrollo del proyecto.

**Cuadro 16. Vinculación del proyecto con la LGVS.**

Vinculación	Descripción
Artículo 19. Las autoridades que, en el ejercicio de sus atribuciones, deban intervenir en las actividades relacionadas con la utilización del suelo, agua y demás recursos naturales con fines agrícolas, ganaderos, piscícolas, forestales y otros, observarán las disposiciones de esta Ley y las que de ella se deriven, y adoptarán las medidas que sean necesarias para que dichas actividades se lleven a cabo de modo que se eviten, prevengan, reparen, compensen o minimicen los efectos negativos de las mismas sobre la vida silvestre y su hábitat.	Como parte del desarrollo de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, se han evaluado los posibles impactos generados del desarrollo del proyecto (Capítulo V), y derivado de eso se han considerado una serie de medidas preventivas, de mitigación y compensación ambiental, para garantizar la mínima afectación a la vida silvestre y su hábitat.
Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.	La vinculación con la presente Ley se da por el hecho de que existe la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se enlistan los organismos en categorías de riesgo. Esta norma es considerada al presentar el resultado de muestreo de fauna y vegetación, así como en el planteamiento de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.

**Cuadro 17. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.**

Vinculación	Descripción
Artículo 78. Las medidas de manejo, control y remediación de ejemplares o poblaciones perjudiciales podrán consistir en cualquiera de las siguientes, de acuerdo al orden de prelación que se indica: I. La captura o colecta para el desarrollo de proyectos de recuperación, actividades de repoblación y reintroducción; II. La captura o colecta para actividades de investigación o educación ambiental; III. La reubicación de ejemplares, en cuyo caso se deberá evaluar el hábitat de destino y las condiciones de los ejemplares, en los términos señalados en la Ley y en el presente Reglamento para la liberación; IV. La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de los mismos; V. La eliminación de ejemplares o la erradicación de poblaciones, y VI. Las acciones o dispositivos para ahuyentar, dispersar, dificultar el acceso de los ejemplares o disminuir el daño que ocasionan, cuando así se justifique.	A fin de dar cumplimiento al citado instrumento y promover la preservación de la biodiversidad, se proponen acciones de rescate y reubicación de flora silvestre, así como protección y conservación de fauna silvestre y en particular el seguimiento del cumplimiento ambiental durante la ejecución de la obra, dando certeza de atender las regulaciones que se establecen en el presente reglamento.

### **III.3.1.5 Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR) y su reglamento.**

Tiene por objeto garantizar el derecho de toda persona al medio ambiente sano y propiciar el desarrollo sustentable a través de la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial; prevenir la contaminación de sitios con estos residuos y llevar a cabo su remediación. En los cuadros siguientes se enlistan los artículos que tienen injerencia con el desarrollo del Proyecto.

**Cuadro 18. Vinculación del proyecto con la LGPGIR**

Descripción	Vinculación
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Por el desarrollo del proyecto, se prevé la generación de residuos sólidos urbanos durante las etapas de preparación y construcción del proyecto, por lo que para su manejo, control y almacenamiento se ha desarrollado un conjunto de acciones para el manejo de residuos que contiene acciones y medidas que previenen y mitigan los impactos ambientales potenciales derivados de la generación de este tipo de residuo

<p>Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:</p> <p>(...)</p> <p>V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;</p> <p>(...)</p> <p>VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;</p> <p>IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;</p> <p>X. Los neumáticos usados, y</p> <p>(...)</p>	<p>Se contempla la generación de algunos residuos de manejo especial, aunque debe considerarse que se generaran de manera indirecta, irregular y en bajas cantidades ya que la preparación del sitio y construcción se llevara a cabo de manera paulatina.</p> <p>Los residuos con potencial de generación por el uso de diversos artículos por los visitantes al proyecto o por el uso de los mismos en las instalaciones para ofrecer algún servicio, serán manejados conforme a su naturaleza por un contratista debidamente registrado.</p> <p>Es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no conlleva la generación de residuos peligrosos por lo que los instrumentos de política ambiental en ese tema no se vinculan al mismo.</p>
<p>Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.</p>	

**Cuadro 19. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR**

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 13.- Las normas oficiales mexicanas que determinen las especificaciones y directrices que se deben considerar al formular los planes de manejo, establecerán criterios generales que, respecto de estos planes de manejo, orienten su elaboración, determinen las etapas que cubrirán y definan la estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida entre las partes involucradas.</p>	<p>En este caso la vinculación de este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-161-SEMARNAT-2011.</p>

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

I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;

II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante:

a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos.

La vinculación con este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

### III.3.1.6 Ley General de Cambio Climático (LGCC).

La ley establece disposiciones para enfrentar los efectos adversos del cambio climático y regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático en México. Tiene por objeto fomentar la difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático y establecer las bases para la concertación con la sociedad, entre otros. En el siguiente cuadro se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

**Cuadro 20. Vinculación del proyecto con la LGCC.**

Descripción	Vinculación
Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V.	El presente proyecto, no provocará el decremento en la calidad de vida de la población, ecosistemas, recursos naturales, entre otros; se dará cumplimiento a todos los reglamentos federales, estatales y municipales con la finalidad de mitigar los efectos que pudieran ser considerados peligrosos o dañinos al medio ambiente. El estudio y proyecto toma en consideración todas las medidas de mitigación y prevención que se recomiendan en la presente ley.

Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.

### III.3.1.1 Ley de Aguas Nacionales (LAN).

La LAN regula el acceso a, extracción, y uso de aguas tanto superficiales como subterráneas dentro del territorio mexicano. Los mandatos de la LAN (artículos) pueden ser implementados en niveles administrativos menores (Estado, municipio o incluso de instituciones comunitarias que manejan el agua). En el cuadro siguiente se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

**Cuadro 21. Vinculación del proyecto con la LAN.**

Descripción	Vinculación
Artículo 7 Se declara de utilidad pública: ... XI. La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras públicas hidráulicas y de los servicios respectivos, y la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.	A la par del desarrollo del proyecto se garantiza la integridad del medio hídrico de la zona, ya que no se ubica en una zona de sobreexplotación hídrica y el volumen requerido se encuentra dentro de las capacidades naturales del acuífero.
Artículo 20. De conformidad con el carácter público del recurso hídrico, la explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se realizará mediante concesión o asignación otorgada por el Ejecutivo Federal a través de "la Comisión" por medio de los Organismos de Cuenca, o directamente por ésta cuando así le competa, de acuerdo con las reglas y condiciones que dispone la presente Ley y sus reglamentos. Las concesiones y asignaciones se otorgarán después de considerar a las partes involucradas, y el costo económico y ambiental de las obras proyectadas.	En la fase de preparación del sitio y construcción, se considera el uso del agua tratada para el riego en el área de trabajo, con el objetivo de evitar la dispersión de polvos que se levanten debido a la circulación de los vehículos y la maquinaria sobre el área, dicha agua será suministrada por medio de pipas. El agua potable requerida en estas fases será para el consumo de los trabajadores y se llevará al sitio por medio de garrafones y se adquirirá a proveedores locales. Para el caso del suministro de agua del proyecto se llevará a cabo a través de un distribuidor autorizado a la cual se le pagarán los derechos correspondientes. El

	promovente deberá verificar que la entidad a quien se le compre el agua cuente con los permisos vigentes para la extracción de agua subterránea y este realizando los pagos de derechos a la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA).
Artículo 86 BIS. Se prohíbe arrojar o depositar en los cuerpos receptores y zonas federales, en contravención a las disposiciones legales y reglamentarias en materia ambiental, basura, materiales, lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales demás desechos o residuos que, por efecto de disolución o arrastre, contaminen las aguas de los cuerpos receptores, así como aquellos desechos o residuos considerados peligrosos en las Normas Oficiales Mexicanas respectivas. Se sancionará en términos de Ley a quien incumpla esta disposición.	El proyecto considera la generación de aguas residuales a lo largo de las etapas del proyecto, mismas que serán colectadas y manejadas por la empresa de utilizarán sanitarios portátiles que será contratada. Adicionalmente y como parte de las medidas prevención y mitigación, ejecutar una adecuada identificación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos, y de manejo especial y/o residuos peligrosos.

### III.3.1.2 Ley Federal de Responsabilidad Ambiental (LFRA)

Esta norma jurídica 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. En el cuadro siguiente se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.

**Cuadro 22. Vinculación del proyecto con la LFRA.**

Descripción	Vinculación
Artículo 6.-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 vinculación con este instrumento queda manifestada en la evaluación de impacto ambiental realizada en el capítulo V, así como con las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo VI.



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.

### III.3.1.3 Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal (LCPAF)

Dicha Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, 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. En el cuadro siguiente se presenta la relación que existe entre esta ley y el proyecto en comento.

**Cuadro 23. Vinculación del proyecto con la LCPAF.**

Descripción	Vinculación
Artículo 1. Este ordenamiento legal 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 2, 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.	De acuerdo con lo manifestado por el promovente, el proyecto será realizado con recursos federales, por lo tanto, la modernización del camino se constituye como una vía general de comunicación de carácter federal.
Artículo 3. Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras, construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.	

### III.3.2 Vinculación con instrumentos jurídicos de nivel estatal.

#### III.3.2.1 Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado De Puebla

La Ley para la Protección del Ambiente Natural y el Desarrollo Sustentable del Estado de Puebla (LPANDS-EP), se publicó en el Periódico Oficial del Estado (P.O) el 18 de septiembre de 2002, reformada por última vez el 12 de marzo de 2020. Esta Ley es de orden público e interés social, sus disposiciones son de observancia obligatoria en el Estado de Puebla y tienen por objeto apoyar el desarrollo sustentable a través de la prevención, preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, En el cuadro siguiente se presenta la relación que existe entre esta ley y el proyecto en comento:

**Cuadro 24. Vinculación del Proyecto con LPANDS del estado de Puebla**

Descripción	Vinculación
Artículo 38 La Secretaría evaluará el impacto ambiental y, en su caso, el	Aun cuando el proyecto contempla la modernización de un camino existente y actualmente en operación, el

riesgo ambiental de las obras y actividades que no sean competencia de la federación, ...	promoviente es la SCT, por lo que, a pesar de estar en el estado de Puebla, se considera de carácter federal, por lo que la evaluación ambiental del mismo también se llevará a cabo a nivel federal.
---	---

### III.3.3 Normas Oficiales Mexicanas.

Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) son regulaciones técnicas de observancia obligatoria expedidas por las dependencias competentes, que tienen como finalidad establecer las características que deben reunir los procesos o servicios cuando estos puedan constituir un riesgo para la seguridad de las personas o dañar la salud humana; así como aquellas relativas a terminología y las que se refieran a su cumplimiento y aplicación.

Para la realización del proyecto se considerarán las siguientes normas oficiales mexicanas que regulan este tipo de actividad:

**Cuadro 25. Vinculación del proyecto con NOMs.**

Descripción	Vinculación
NOM-059-SEMARNAT-2010, Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes.	Esta NOM deberá tomarse en cuenta para que posterior al trabajo de campo y determinación de especies se identifique si existe o no algún ejemplar bajo esta NOM, y en caso de tener registró, se debe establecer cómo se actuara en este respecto.
NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo	Esta NOM deberá tomarse en cuenta para todas las etapas de proyecto para identificar aquellos residuos que se denominen "de manejo especial" para su adecuado manejo. Cabe señalar que se estima que no se cumplan con las características rigurosas para la formulación de planes de manejo que deban presentarse ante SEMARNAT dada la naturaleza del proyecto, pero de cualquier forma la información presentada sobre los puntos para la formulación de planes de manejo será tomada en cuenta para realizar las labores de manejo de los residuos generados en las diferentes etapas de proyecto y por las diversas actividades.
NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Se debe recalcar que la naturaleza del proyecto no generará este tipo de residuos por sus actividades, aunque existe la posibilidad de generación en muy baja escala por lo que no deberán mezclarse con otro tipo de residuos y deberán ser manejados según su naturaleza. así mismo, para dar cumplimiento a la

Descripción	Vinculación
	presente Norma se plantean medidas de prevención en la presente MIA.
NOM-001-SEMARNAT-1996 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua superficial.	No se realizarán descargas directas a los cuerpos de agua superficial, tanto, ríos, arroyos, embalses. Se garantizará la contratación de una empresa especializada o el uso de fosas sépticas para el tratamiento de este tipo de desechos a fin de no generar aguas residuales.
NOM-041-SEMARNAT-2015 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.	Los vehículos, maquinaria y equipo que sean empleados en las distintas etapas del proyecto contarán con un programa de mantenimiento preventivo y periódico; en el cual se considere el cambio de aceite y filtros, y en caso de ser necesario, la verificación de estos en establecimientos autorizados por las autoridades correspondientes.  Se exigirá a los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto, el número de matrículas de sus equipos, la afinación de las mismas y que estos hayan sido verificados, para garantizar el cumplimiento de la norma.
NOM-044-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diesel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular mayor de 3,857 kg.	
NOM-045-SEMARNAT-2006. Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible.	
NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Se reglamentará al contratista para que garantice la emisión de las partículas se reduzca y se cumpla con la normatividad.
NOM-080-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos	La maquinaria empleada en la obra, deberá 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

Descripción	Vinculación
motorizados en circulación y su método de medición	combustible. Además de las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Establece los límites máximos permisibles de Emisiones de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de medición.	
NOM-054-SEMARNAT-1993. Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-1993.	Las sustancias peligrosas con las que se trabajará, principalmente para el mantenimiento del equipo pesado, pertenecen al grupo de Materiales combustibles e inflamables diversos: aceites, gasolina, thinner y diésel, principalmente; por lo que es necesario mantener estos materiales en un lugar de almacenamiento seguro, así como tomar las medidas de seguridad necesarias para su uso, evitar derrames y llevar un plan de manejo adecuado para estos residuos, teniendo un almacenamiento temporal, de preferencia alejado de cualquier otro material que pudiera provocar algún siniestro.
NOM-001-STPS-2008 Norma que implanta condiciones de seguridad e higiene en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo.	La seguridad del trabajador durante el desarrollo de la obra es una las principales prioridades ya que se debe de contar con las medidas preventivas de seguridad e higiene, contar con los equipos de seguridad necesarios. La seguridad de los trabajadores será responsabilidad de la SCT y de la empresa constructora del tramo carretero.
NOM-004-STPS-1999 Norma que establece los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	
NOM-006-STPS-2014 Norma que se describe las condiciones y procedimientos de seguridad en el manejo y almacenamiento de materiales.	
NOM-011-STPS-2001 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	
NOM-017-STPS-2008 Norma relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	



**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DE DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .....	6
IV.1 Delimitación del Área de Influencia (AI).....	6
IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	7
IV.2.1 Delimitación del área de estudio.....	7
IV.2.2 Metodología.....	8
IV.2.3 Delimitación analítica y gráfica .....	9
IV.2.4 Resultado .....	13
IV. 1. Medio abiótico .....	33
IV. 1.1 Clima.....	33
IV. 1.2 Precipitación .....	34
IV. 1.3 Temperatura .....	36
IV. 1.4 Fenómenos meteorológicos .....	36
IV. 1.5 Grado de riesgo por bajas temperaturas .....	37
IV. 1.6 Grado de riesgo por ciclones tropicales .....	37
IV. 1.7 Grado de riesgo por sequías .....	38
IV. 1.8 Fisiografía .....	39
IV. 1.9 Geología y geomorfología.....	41
IV. 1.10 Susceptibilidad .....	43
IV. 1.10.1 Susceptibilidad de la zona por sismicidad.....	43
IV. 1.10.2 Susceptibilidad de la zona a derrumbes, flujos y deslizamientos .....	45
IV. 1.11 Sistema de topoformas .....	46
IV. 1.12 Suelos.....	47
IV. 1.12.1 Estado de conservación del suelo .....	48
IV. 1.13 Hidrología superficial y subterránea .....	49
IV. 1.13.1 Región hidrológica y Cuenca .....	49
IV.3 Medio biótico.....	61
IV.3.1 Flora y vegetación .....	61
IV.3.2 Metodología para la caracterización de la vegetación presente en el AP y SAR (Fase de campo y gabinete). .....	81
IV.3.3 Fauna .....	114
IV.3.1 Ubicación de los sitios de muestreo.....	122

IV.3.2 Análisis de diversidad .....	124
IV.3.3 Medio socioeconómico .....	152
IV.1 Paisaje .....	154
IV.1.1 Metodología del diagnóstico del paisaje visual .....	156
IV.2 Diagnóstico ambiental .....	162
IV.2.1 Inventario ambiental .....	162
IV.2.2 Valoración de los componentes .....	163
IV.2.3 Conclusión.....	173

### CUADROS

Cuadro 1. Propiedades del SAR delimitado .....	13
Cuadro 2. Coordenadas de los vértices que delimitan la poligonal del SAR .....	14
Cuadro 3. Datos de la estación meteorológica consultada.....	34
Cuadro 4. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana .....	35
Cuadro 5. Usos del suelo y vegetación en el SAR.....	61
Cuadro 6. Características geométricas de la superestructura .....	63
Cuadro 7. Superficie del Derecho de Vía .....	63
Cuadro 8. Coordenadas del proyecto .....	64
Cuadro 9. Características particulares del camino existente .....	65
Cuadro 10. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto .	65
Cuadro 11. Dimensiones del proyecto .....	65
Cuadro 12. Desglose de superficies del Derecho de Vía del Proyecto.....	66
Cuadro 13. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto .....	66
Cuadro 14. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente .....	66
Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI .....	67
Cuadro 16. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI .....	67
Cuadro 17. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo.....	70
Cuadro 18. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto .....	71
Cuadro 19. Polígonos de CUSTF para el proyecto .....	71
Cuadro 20. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación. ....	81
Cuadro 21. Listado florístico del BMM en SAR .....	87
Cuadro 22. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo del BMM en el SAR .....	91
Cuadro 23. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo del BMM en el SAR .....	93

Cuadro 24. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo del BMM en el SAR.....	95
Cuadro 25. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas del BMM en el SAR.....	98
Cuadro 26. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de escandentes del BMM en el SAR .....	99
Cuadro 27. Listado florístico de la SAP en el AP .....	101
Cuadro 28. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la BMM en el AP .....	104
Cuadro 29. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la BMM en el AP.....	106
Cuadro 30. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la BMM en el AP ....	108
Cuadro 31. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la BMM en el AP ....	110
Cuadro 32. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de escandentes de la BMM en el AP .....	111
Cuadro 33. Resumen de diversidad del BMM en el AP y SAR.....	112
Cuadro 34. Otras características evaluadas en las identidades florísticas observadas en el BMM del SAR y AP.....	113
Cuadro 35. Especies de anfibios con distribución potencial en el SAR .....	119
Cuadro 36. Especies de reptiles con distribución potencial en el SAR.....	120
Cuadro 37. Especies de aves con distribución potencial en el SAR.....	120
Cuadro 38. Especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR.....	122
Cuadro 39. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna.....	123
Cuadro 40. Grado de afectación en la biodiversidad de fauna por grupo .....	150
Cuadro 41. Grado de afectación a la biodiversidad de fauna en función del porcentaje de especies no registradas.....	151
Cuadro 42. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto .....	157
Cuadro 43. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto.....	159
Cuadro 44. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje.....	159
Cuadro 45. Componentes ambientales susceptibles para impactar .....	162
Cuadro 46. Rangos de calidad de los componentes .....	163
Cuadro 47. Valoración de los componentes ambientales.....	164
Cuadro 48. Unidades de importancia.....	170
Cuadro 49. Unidades de importancia.....	171
Cuadro 50. Valoración de la calidad por componente .....	172
Cuadro 51. Rangos de calidad.....	172
Cuadro 52. Calidad de cada componente .....	173



## FIGURAS

Figura 1. Visualización del área de influencia (AI).....	6
Figura 2. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG .....	9
Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al AP y AI .....	10
Figura 4. Ordenamientos ecológicos más cercanos AP y AI .....	10
Figura 5. Sitios de importancia ecológica más cercanos al AP y AI .....	11
Figura 6. Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca en la que recae el sitio del proyecto.....	12
Figura 7. Capa vectorial de edafología, geología y uso de suelo y vegetación de INEGI .....	12
Figura 8. Delimitación preliminar del SAR.....	13
Figura 9. Unidad delimitada como Sistema ambiental regional (SAR) .....	13
Figura 10. Tipos de Climas presentes en el SAR, AI y DDV .....	33
Figura 11. Estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto. ....	34
Figura 12. Precipitación en el SAR, AI y DDV .....	36
Figura 13. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR .....	36
Figura 14. Riesgo por bajas temperaturas en el SAR, AI y DDV .....	37
Figura 15. Riesgo por ciclones tropicales en el SAR, AI y DDV .....	38
Figura 16. Riesgo por sequias en el SAR, AI y DDV .....	39
Figura 17. Provincia presente en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.....	40
Figura 18. Subprovincias presentes en el SAR, AI y DDV. ....	41
Figura 19. Geología en el SAR, AI y DDV.....	43
Figura 20. Regionalización sísmica en el SAR, AI y AP .....	45
Figura 21. Zonas potenciales a deslizamiento en el SAR, AI y DDV .....	46
Figura 22. Provincias y subprovincia presente en el Sistema Ambiental Regional .....	47
Figura 23. Unidades de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR) .....	48
Figura 24. Degradación en el SAR, AI y DDV .....	49
Figura 25. RH del SAR, AI y DDV.....	51
Figura 26. Hidrología del SAR. ....	52
Figura 27. Acuífero del SAR, AI y DDV.....	60
Figura 28. Usos del suelo y vegetación en el SA, AI y AP .....	62
Figura 29. Superficie del Predio (derecho de vía del proyecto). ....	64
Figura 30. Uso de suelo y vegetación según INEGI.....	68
Figura 31. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo.....	71
Figura 32. Polígonos forestales (A).....	75
Figura 33. Polígonos forestales (B).....	75
Figura 34. Polígonos forestales (C).....	76
Figura 35. Polígonos forestales (D).....	76
Figura 36. Polígonos forestales (E).....	77
Figura 37. Polígonos forestales (F) .....	78
Figura 38. Polígonos forestales (G) .....	78
Figura 39. Polígonos forestales (H).....	79

Figura 40. Polígonos forestales (I) .....	79
Figura 41. Polígonos forestales (J) .....	80
Figura 42. Polígonos forestales (K).....	80
Figura 43. Diagrama de muestreo de vegetación.....	81
Figura 44. Composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña en el SAR.....	87
Figura 45. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo del BMM en el SAR .....	92
Figura 46. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo del BMM en el SAR.....	94
Figura 47. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo del BMM en el SAR .....	96
Figura 48. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas del BMM en el SAR.....	98
Figura 49. Índice de valor de importancia del grupo de escandentes del BMM en el SAR .....	100
Figura 50. Composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña en el AP .....	100
Figura 51. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la BMM en el AP.....	105
Figura 52. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la BMM en el AP .....	107
Figura 53. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la BMM en el AP .....	109
Figura 54. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la BMM en el AP .....	110
Figura 55. Índice de valor de importancia del grupo de escandentes del BMM en el AP.....	111
Figura 56. Diagrama de un transecto.....	115
Figura 57. Búsqueda de herpetofauna.....	116
Figura 58 Registro de aves en campo .....	118
Figura 59 Ejemplos de rastros encontrados en campo .....	119
Figura 60. Distribución de la población por edad y sexo .....	152
Figura 61. Distribución de la población por edad y sexo .....	154
Figura 62. Metodología de evaluación de calidad del paisaje .....	155
Figura 63. Paisaje en el área de proyecto. a) Vegetación en el área del proyecto b) Terrenos agrícolas en las inmediaciones del proyecto c) Áreas desprovistas de vegetación y d) Vista general del paisaje.....	161

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

De acuerdo con la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad regional, el objetivo de este capítulo es describir y analizar en forma integral el Sistema Ambiental Regional que constituye el entorno del proyecto. Para ello, en primera instancia, se delimitará el área de estudio del proyecto sobre la base de una serie de criterios técnicos, normativos y de planeación.

El siguiente paso será caracterizar y analizar el medio ambiente. Esto deberá hacerse con información que abarque un periodo que comprenda desde el momento que se inicia el proyecto, con una retrospectiva de 20 años, con el propósito de determinar las tendencias del sistema ambiental. Con la información obtenida de la caracterización, se realizará un diagnóstico ambiental sobre el entorno donde se ubicará el proyecto. En ese diagnóstico se deben considerar las principales tendencias de desarrollo y/o deterioro de la región.

##### IV.1 Delimitación del Área de Influencia (AI)

El *área de influencia (AI)* se define por los procesos que se llevan a cabo en la zona donde se pretende insertar el proyecto, y por el área de distribución o amplitud que puedan llegar a tener los efectos o impactos ambientales de las obras y actividades que comprende el desarrollo del proyecto. Para este caso, se definió un área de influencia de 1,000 metros con respecto al eje central del proyecto, esto conforme a la amplitud de los impactos ambientales que pudiera ocasionar el proyecto.

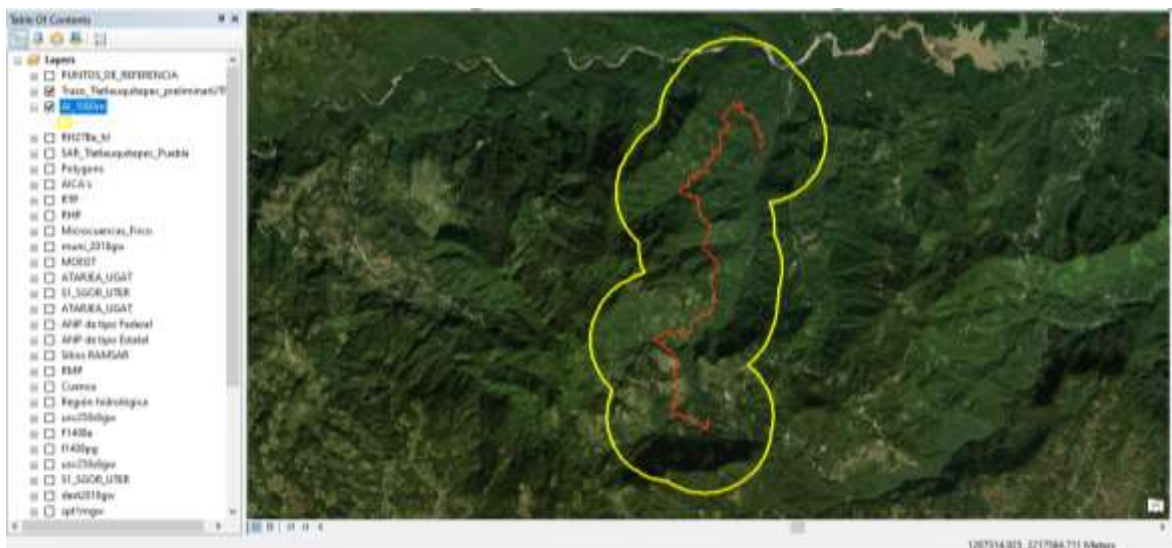


Figura 1. Visualización del área de influencia (AI)

## IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR)

Como punto de partida, es importante señalar que, el *Sistema Ambiental* como espacio geográfico, es el área de referencia en el que se encuentra inserto el sitio del proyecto para su estudio y análisis ambiental. Mientras que *Región* es el 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. Por tanto, la delimitación del *Sistema Ambiental Regional (SAR)*, equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, lo que implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo.

Es por ello que el SAR es considerado como una herramienta inicial para lograr un diagnóstico ambiental de una porción del territorio, con validez para proyectar la evaluación del impacto ambiental; por lo que, a través de esta noción de sistema ambiental, es factible identificar y evaluar las interrelaciones e interdependencia que caracterizan la estructura y el funcionamiento del/los ecosistemas en términos relativos y en función del tamaño o dimensión de los factores ambientales en el SAR, y con ello efectuar previsiones de los efectos de las interrelaciones entre el ambiente y el proyecto. La importancia de esta delimitación deriva de la función que tiene en el proceso de evaluación de impacto ambiental, toda vez que se trata del área de referencia a la que se acudirá en todo momento durante el procedimiento.

En cuanto a la caracterización del SAR, se refiere a la descripción y análisis integral de los elementos (bióticos y abióticos) que interactúan de forma dinámica en procesos de desarrollo y conservación ambiental, con el objeto de hacer la identificación de sus condiciones ambientales antes de la ejecución del proyecto y de sus principales tendencias de desarrollo y/o deterioro.

### IV.2.1 Delimitación del área de estudio

Contemplando las características del proyecto, descritas en los apartados anteriores de la presente modificación de MIA-R, para la definición del SAR del proyecto, se consultaron las siguientes fuentes cartográficas de información disponible en las siguientes plataformas e instituciones:

- ✓ *Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)*
- ✓ *Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)*
- ✓ *Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)*
- ✓ *Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)*
- ✓ *Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE)*
- ✓ *Consejo Internacional para la Preservación de las Aves, Sección México (CIPAMEX)*
- ✓ *Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED)*
- ✓ *Simulador de Flujos de Agua de Cuencas Hidrográficas (SIATL)*
- ✓ *Sistema de Información de la Gaceta de la Propiedad Industrial (SIGA)*
- ✓ *Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)*

Así mismo, de acuerdo con la guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, referida anteriormente, se tiene que para la delimitación del SAR se deberán contemplar los siguientes criterios:

- Los límites del área de estudio deben estar conformados por unidades ambientales completas, según se establezcan en regionalizaciones ecológicas y/o naturales existentes (por ejemplo, ordenamiento ecológico, regiones productivas, hidrológicas, entre otras).
- Si en el área de estudio existe un ordenamiento ecológico decretado, la información anterior se utilizará para identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto. El conjunto de unidades ambientales completas identificadas será el área de estudio.
- Cuando no exista un ordenamiento ecológico decretado, se establecerán los límites a través de interrelacionar las características del proyecto con los siguientes criterios; rasgos geomorfológicos, límites político-administrativos, tipos de vegetación, regiones productivas, cuencas hidrológicas, etc.

#### **IV.2.2 Metodología**

Cabe precisar que en este apartado se presentan numerosas imágenes que tienen como finalidad representar el procedimiento de delimitación de las áreas de estudio, e ilustrar los resultados que se fueron logrando durante dicho procedimiento, es decir, estas imágenes no son mapas en el sentido estricto, ya que en los apartados correspondientes se presenta la cartografía temática con los elementos correspondientes.

Una vez aclarado lo anterior, se prosigue a describir el procedimiento empleado para la delimitación del SAR.

- Se reunió y cargó la información cartográfica obtenida de las fuentes antes referidas y la información vectorial del proyecto (eje del proyecto lineal y/o puntos de inflexión) en un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente en el software ArcMap 10.4.1.



**Figura 2. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG**

- 1) Una vez visualizado el proyecto dentro del SIG, se procedió a delimitar analítica y gráficamente el sistema ambiental de la región de estudio, considerando el AI de 1,000 metros con respecto al *área del proyecto* (AP). En primera instancia se realizó el análisis de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, las áreas de importancia ecológica y, posteriormente se analizó la uniformidad y la continuidad de los componentes y de sus procesos ambientales significativos (hidrología, edafología, USV, límites político-administrativos, etc.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo.

### **IV.2.3 Delimitación analítica y gráfica**

Consistió en verificar la existencia de alguna interacción entre el proyecto y ordenamientos jurídicos ambientales, además del componente ambiental (biótico y abiótico). A continuación, se muestran los componentes que se observaron relevantes y que sirvieron como límite preliminar de la poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, obteniendo finalmente la unidad definida como SAR.

#### **IV.2.3.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT)**

Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el AP y AI se encuentran inmersos en su totalidad en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 117 denominada "Karst Huasteco Sur", y por la cercanía de sus límites con el área de interés se consideró como límite preliminar del SAR.

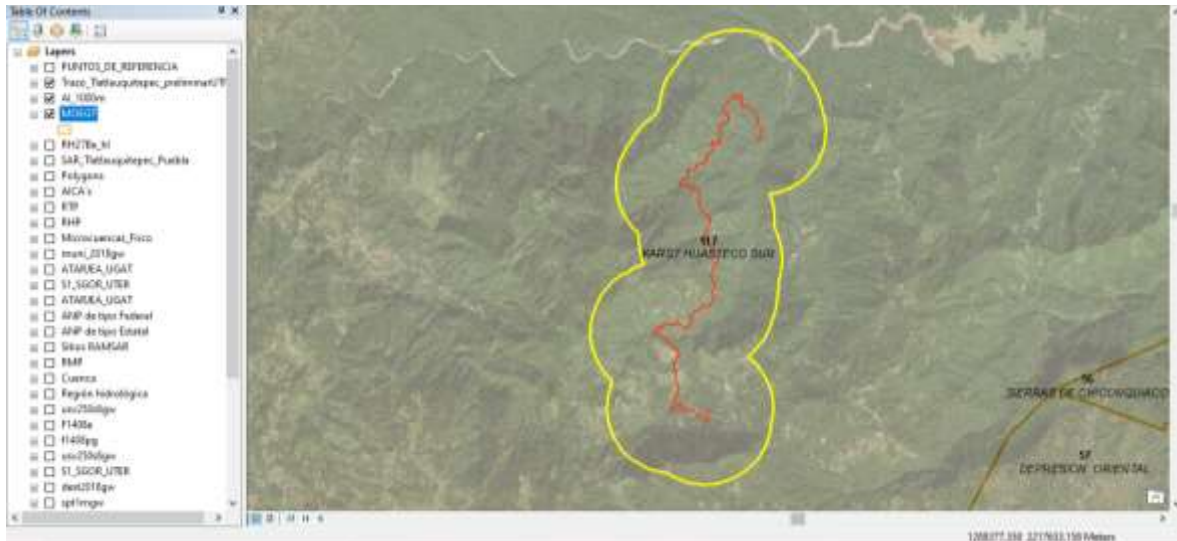


Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al AP y AI

#### IV.2.3.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y/o Locales Decretados

Se revisaron los ordenamientos decretados con o sin participación de SEMARNAT , así como la plataforma del Subsistema de Información Geográfica sobre el Ordenamiento Ecológico, conforme a la ubicación espacial del proyecto, donde se identificó que el proyecto NO se encuentra inmerso dentro de ningún ordenamiento, siendo el más cercano el ordenamiento local denominado "Programa de Ordenamiento Ecológico de las Cuencas Río Bobos y Solteros" ubicado aproximadamente a 17 km, tal como se muestra en la siguiente figura, por lo que, debido a su lejanía con el área de interés, no se consideró como límite preliminar del SAR.

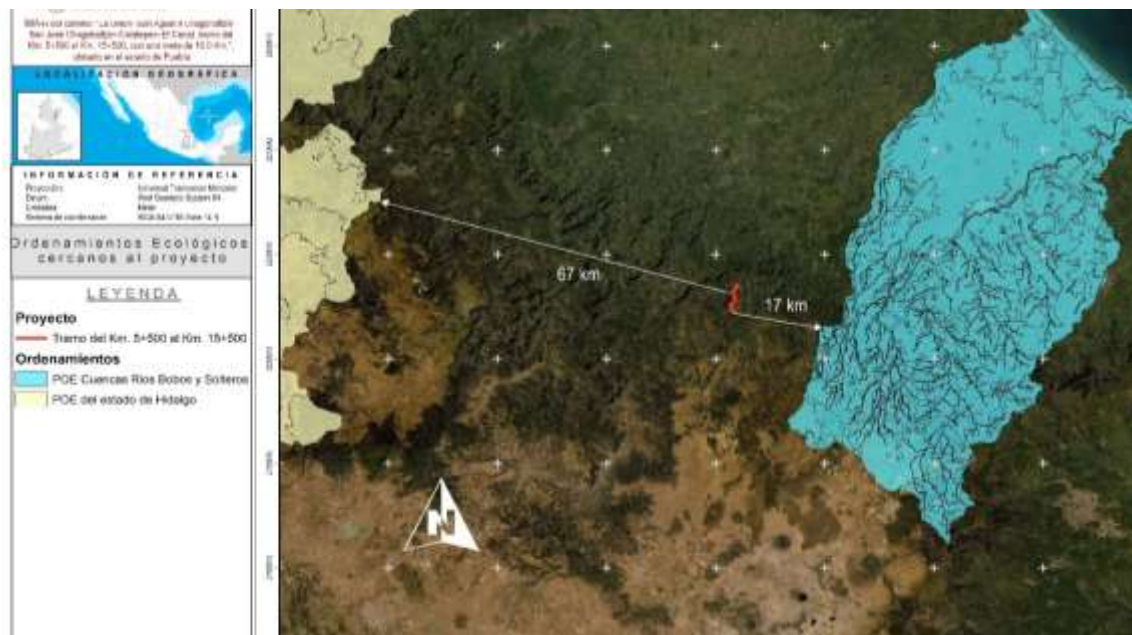


Figura 4. Ordenamientos ecológicos más cercanos AP y AI

### IV.2.3.3 Sitios de importancia ecológica (ANP´s, AICA´s, RTP´s, RHP´s, RMP´s, y Sitios RAMSAR)

Se revisó la información disponible de los sitios de importancia ecológica, observando que un área de importancia incide en el AP y AI. Se trata de un Área Natural Protegida de tipo estatal, por lo que se consideró como límite preliminar del SAR. Los resultados correspondientes a cada uno de los sitios de importancia se enuncian a continuación:

- ✓ **Área Natural Protegida (ANP)** de tipo Estatal denominada "*Río Filobobos y su entorno*" ubicada aproximadamente a 28 km.
- ✓ **Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)** denominada "Cuetzalan" ubicada en la zona del proyecto.
- ✓ **Región Terrestre Prioritaria (RTP)** de nombre "Cuetzalan" ubicada en la zona del proyecto.
- ✓ **Sitio RAMSAR** denominado "Sistema de Represas y Corredores Biológicos de la Cuenca Hidrográfica del Río Necaxa" ubicada aproximadamente a 55 km.
- ✓ **Región Hidrológica Prioritaria (RHP)** denominada "Río Tecolutla" ubicada en la zona del proyecto.
- ✓ **Región Marina Prioritaria (RMP)** denominada "Tecolutla" ubicada aproximadamente a 64 km.



Figura 5. Sitios de importancia ecológica más cercanos al AP y AI

### IV.2.3.4 Hidrología (Red Hidrográfica INEGI 1: 50,000)

Como parte del proceso de revisión geográfica el proyecto fue ubicado dentro de los límites de la Región Hidrológica (RH), Cuenca, y Subcuenca correspondiente. Se identificó que el proyecto recae en la RH denominada "*Norte de Veracruz*", en la cuenca "*Río Tecolutla*", y en la subcuenca "*Río Apulco*" y en las microcuencas "*Presa la Soledad*", "*Ciudad de Tlatlauquitepec*", y "*San Juan Tahitic*". Derivado de lo anterior, se creó conveniente considerar las microcuencas como límite preliminar del SAR debido a su cercanía con la zona de interés.





**Figura 6. Región Hidrológica, Cuenca, Subcuenca y Microcuenca en la que recae el sitio del proyecto.**

#### IV.2.3.5 Otros factores

Otros factores que se visualizaron para diagnosticar el área fue el conjunto de datos vectoriales de Uso del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI y la capa vectorial de Edafología y Geología de INEGI. No obstante, dependiendo del grado de importancia de los elementos que vayan conformando el SAR, es como se considerarán estos factores.



**Figura 7. Capa vectorial de edafología, geología y uso de suelo y vegetación de INEGI**

### IV.2.4 Resultado

Tomando en cuenta los resultados de la delimitación analística y gráfica, además de la magnitud de los aspectos físicos, el SAR resulta de los elementos espaciales y físicos existentes en los alrededores del sitio del Proyecto, tal es el caso de las microcuencas.



Figura 8. Delimitación preliminar del SAR

Finalmente, el SAR se acotó a una poligonal, delimitada con un sistema de coordenadas que haga posible su localización cartográfica de manera objetiva y precisa, por lo que la unidad delimitada como SAR cuenta con las siguientes características:

Cuadro 1. Propiedades del SAR delimitado

Superficie	Perímetro	Sistema de coordenadas	Datum
17,470.80 hectáreas	74.32 kilómetros	UTM Zona 14 Q	WGS 1984

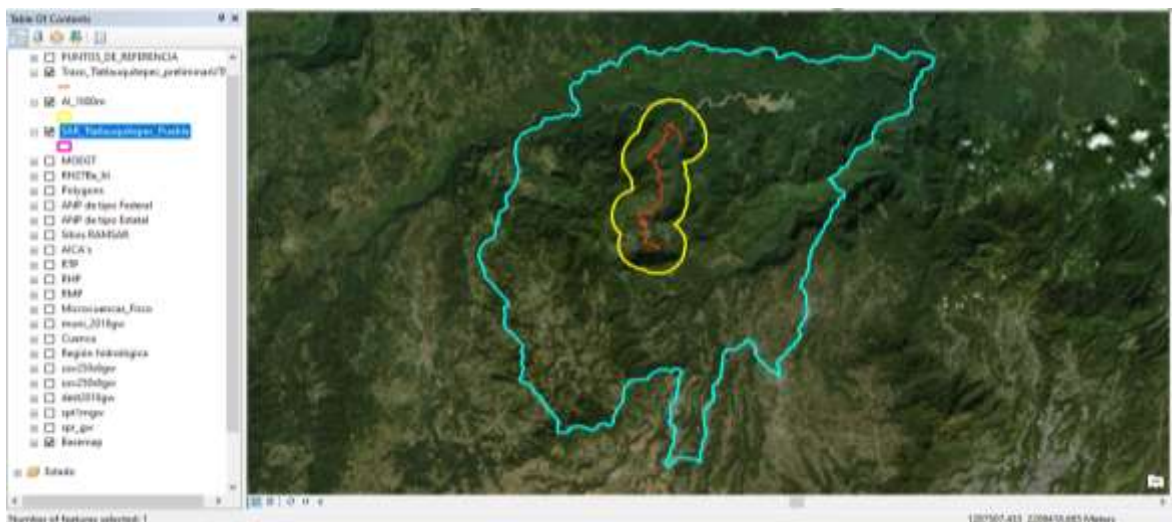


Figura 9. Unidad delimitada como Sistema ambiental regional (SAR)

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de los vértices que delimitan la poligonal del SAR.

**Cuadro 2. Coordenadas de los vértices que delimitan la poligonal del SAR**

Vértice	X	Y
1	2971517.58	894151.152
2	2971567.58	894126.152
3	2971617.58	894101.152
4	2971817.58	894126.151
5	2971992.58	894101.151
6	2972042.58	894076.151
7	2972067.58	894051.151
8	2972092.58	894026.151
9	2972217.58	894051.151
10	2972392.58	894076.151
11	2972667.58	894051.151
12	2972792.58	894026.151
13	2972867.58	894001.151
14	2972892.58	893976.151
15	2972942.58	893951.151
16	2972967.58	893926.151
17	2973067.58	893901.151
18	2973267.58	893926.151
19	2973292.58	893951.151
20	2973317.58	893976.151
21	2973342.58	894001.151
22	2973517.58	894026.151
23	2973542.58	894051.151
24	2973642.58	894076.151
25	2973667.58	894101.151
26	2973717.58	894126.151
27	2973842.58	894101.151
28	2973942.58	894126.151
29	2973992.58	894101.151

Vértice	X	Y
30	2974017.58	894076.151
31	2974117.58	894076.151
32	2974142.58	894051.151
33	2974167.58	894001.151
34	2974192.58	893851.15
35	2974217.58	893801.15
36	2974217.58	893751.15
37	2974242.58	893726.15
38	2974267.58	893701.15
39	2974317.58	893726.15
40	2974367.58	893751.15
41	2974417.58	893776.15
42	2974542.58	893776.15
43	2974542.58	893826.15
44	2974567.58	893851.15
45	2974717.58	893876.15
46	2974917.58	893901.15
47	2974967.58	893876.15
48	2975017.58	893851.15
49	2975067.58	893826.15
50	2975117.58	893801.15
51	2975142.58	893776.15
52	2975217.58	893751.15
53	2975242.58	893726.15
54	2975267.58	893701.15
55	2975292.58	893676.15
56	2975317.58	893651.15
57	2975342.58	893626.15
58	2975367.58	893601.15

Vértice	X	Y
59	2975392.58	893576.15
60	2975442.58	893601.15
61	2975717.58	893576.15
62	2975767.58	893551.15
63	2975792.58	893526.15
64	2975992.58	893551.15
65	2976092.58	893576.15
66	2976167.58	893601.15
67	2976217.58	893626.15
68	2976342.58	893651.15
69	2976417.58	893676.15
70	2976467.58	893701.15
71	2976517.58	893726.15
72	2976642.58	893751.15
73	2976717.58	893776.15
74	2976742.58	893751.15
75	2976817.58	893726.15
76	2976842.58	893701.15
77	2976967.58	893676.149
78	2977067.58	893701.149
79	2977192.58	893676.149
80	2977267.58	893651.149
81	2977517.58	893676.149
82	2977592.58	893701.149
83	2977792.58	893726.149
84	2977842.58	893751.149
85	2977867.58	893776.149
86	2977892.58	893801.149
87	2977942.58	893801.149
88	2977967.58	893826.149
89	2977992.58	893851.149
90	2978017.58	894001.15

Vértice	X	Y
91	2978017.58	894076.15
92	2978042.58	894101.15
93	2978067.58	894126.15
94	2978092.58	894151.15
95	2978117.58	894176.15
96	2978142.58	894151.15
97	2978167.58	894126.15
98	2978317.58	894101.15
99	2978367.58	894076.15
100	2978417.58	894051.149
101	2978467.58	894026.149
102	2978492.58	894001.149
103	2978517.58	893976.149
104	2978567.58	893951.149
105	2978592.58	893926.149
106	2978642.58	893901.149
107	2978667.58	893876.149
108	2978792.58	893851.149
109	2978817.58	893826.149
110	2978842.58	893801.149
111	2978867.58	893776.149
112	2978892.58	893751.149
113	2978917.58	893726.149
114	2978942.58	893701.149
115	2978967.58	893676.149
116	2979042.58	893651.149
117	2979242.59	893676.149
118	2979292.59	893676.149
119	2979317.59	893701.149
120	2979342.59	893726.149
121	2979367.59	893751.149
122	2979367.59	893826.149

Vértice	X	Y
123	2979392.59	893851.149
124	2979417.59	893876.149
125	2979867.59	893851.149
126	2979917.59	893826.149
127	2979992.59	893801.149
128	2980067.59	893776.149
129	2980142.59	893751.149
130	2980242.59	893726.149
131	2980267.59	893701.149
132	2980292.59	893676.148
133	2980317.59	893651.148
134	2980317.59	893601.148
135	2980317.59	893376.148
136	2980292.59	893351.148
137	2980267.59	893326.148
138	2980242.59	893301.148
139	2980217.59	893276.148
140	2980167.59	893251.148
141	2980142.59	893226.148
142	2980067.59	893201.148
143	2980042.59	893176.148
144	2979967.59	893151.148
145	2979917.59	893151.148
146	2979892.59	893126.148
147	2979867.59	893101.148
148	2979842.59	893076.148
149	2979867.59	893026.148
150	2979892.59	892976.148
151	2979867.59	892926.148
152	2979842.59	892901.148
153	2979817.59	892876.148
154	2979792.59	892851.148

Vértice	X	Y
155	2979767.59	892826.148
156	2979742.59	892801.148
157	2979717.59	892776.148
158	2979692.59	892751.148
159	2979667.59	892701.148
160	2979642.59	892626.147
161	2979617.59	892601.147
162	2979592.59	892576.147
163	2979617.59	892551.147
164	2979617.59	892376.147
165	2979592.59	892351.147
166	2979567.59	892326.147
167	2979517.59	892326.147
168	2979492.58	892276.147
169	2979467.58	892251.147
170	2979442.58	892226.147
171	2979467.58	892151.147
172	2979442.58	891926.147
173	2979467.58	891726.146
174	2979467.58	891626.146
175	2979442.58	891601.146
176	2979417.58	891576.146
177	2979392.58	891551.146
178	2979392.58	891501.146
179	2979367.58	891476.146
180	2979342.58	891451.146
181	2979317.58	891426.146
182	2979292.58	891401.146
183	2979267.58	891376.146
184	2979092.58	891351.146
185	2978867.58	891326.146
186	2978842.58	891301.146

Vértice	X	Y
187	2978817.58	891276.146
188	2978792.58	891251.146
189	2978767.58	891226.146
190	2978742.58	891201.146
191	2978642.58	891176.146
192	2978392.58	891151.146
193	2978342.58	891126.146
194	2978317.58	891101.146
195	2978292.58	891076.146
196	2978267.58	891051.146
197	2978242.58	891026.146
198	2978217.58	891001.146
199	2978167.58	891001.146
200	2978142.58	890976.146
201	2978117.58	890951.146
202	2978092.58	890926.146
203	2978067.58	890876.146
204	2978042.58	890801.146
205	2978017.58	890751.146
206	2977992.58	890726.146
207	2977967.58	890676.146
208	2977942.58	890601.146
209	2977917.58	890551.146
210	2977892.58	890451.145
211	2977917.58	890351.145
212	2977917.58	890301.145
213	2977892.58	890276.145
214	2977867.58	890251.145
215	2977817.58	890226.145
216	2977792.58	890201.145
217	2977767.58	890176.145
218	2977717.58	890151.145

Vértice	X	Y
219	2977692.58	890126.145
220	2977667.58	890101.145
221	2977617.58	890076.145
222	2977542.58	890051.145
223	2977492.58	890026.145
224	2977442.58	890001.145
225	2977342.58	890001.145
226	2977317.58	889976.145
227	2977292.58	889951.145
228	2977267.58	889926.145
229	2977242.58	889876.145
230	2977217.58	889851.145
231	2977192.58	889826.145
232	2977167.58	889776.145
233	2977142.58	889726.145
234	2977117.58	889676.145
235	2977092.58	889626.145
236	2977067.58	889576.145
237	2977042.58	889526.145
238	2977017.58	889476.145
239	2976992.58	889451.145
240	2976967.58	889426.145
241	2976942.58	889376.144
242	2976917.58	889326.144
243	2976892.58	889301.144
244	2976892.58	889251.144
245	2976867.58	889226.144
246	2976817.58	889201.144
247	2976742.58	889176.144
248	2976692.58	889176.144
249	2976667.58	889151.144
250	2976642.58	889126.144

Vértice	X	Y
251	2976617.58	889051.144
252	2976592.58	889026.144
253	2976567.58	889001.144
254	2976567.58	888951.144
255	2976517.58	888926.144
256	2976442.58	888901.144
257	2976392.58	888876.144
258	2976367.58	888851.144
259	2976342.58	888826.144
260	2976317.58	888801.144
261	2976267.58	888776.144
262	2976192.58	888751.144
263	2976217.58	888726.144
264	2976242.58	888701.144
265	2976267.58	888676.144
266	2976292.58	888651.144
267	2976317.58	888626.144
268	2976342.58	888601.144
269	2976367.58	888551.144
270	2976392.58	888501.144
271	2976417.58	888476.144
272	2976442.58	888451.144
273	2976442.58	888376.143
274	2976467.58	888351.143
275	2976492.58	888326.143
276	2976517.58	888301.143
277	2976542.58	888276.143
278	2976667.58	888276.143
279	2976692.58	888251.143
280	2976717.58	888226.143
281	2976742.58	888201.143
282	2976767.58	888176.143

Vértice	X	Y
283	2976767.58	887976.143
284	2976692.58	887976.143
285	2976667.58	887951.143
286	2976642.58	887926.143
287	2976617.58	887901.143
288	2976592.58	887876.143
289	2976567.58	887851.143
290	2976542.58	887826.143
291	2976542.58	887701.143
292	2976517.58	887676.143
293	2976492.58	887651.143
294	2976467.58	887626.143
295	2976442.58	887601.143
296	2976417.58	887576.143
297	2976392.58	887551.143
298	2976367.58	887526.143
299	2976342.58	887501.142
300	2976317.58	887476.142
301	2976292.58	887451.142
302	2976267.58	887401.142
303	2976242.58	887201.142
304	2976217.58	887176.142
305	2976192.58	887076.142
306	2976167.58	887026.142
307	2976142.58	887001.142
308	2976117.58	886976.142
309	2976092.58	886951.142
310	2976067.58	886926.142
311	2976042.58	886876.142
312	2976017.58	886851.142
313	2975992.58	886751.142
314	2975967.58	886701.142

Vértice	X	Y
315	2975942.58	886626.142
316	2975917.58	886601.142
317	2975892.58	886576.142
318	2975867.58	886501.141
319	2975842.58	886451.141
320	2975817.58	886426.141
321	2975792.58	886401.141
322	2975767.58	886351.141
323	2975742.58	886301.141
324	2975717.58	886251.141
325	2975692.58	886226.141
326	2975717.58	886176.141
327	2975692.58	886151.141
328	2975667.58	886101.141
329	2975642.58	886051.141
330	2975567.58	886051.141
331	2975542.58	886026.141
332	2975542.58	885926.141
333	2975517.58	885901.141
334	2975492.58	885851.141
335	2975467.58	885826.141
336	2975442.58	885726.141
337	2975417.58	885676.141
338	2975392.58	885551.141
339	2975367.58	885501.14
340	2975342.58	885076.14
341	2975317.58	884951.14
342	2975292.58	884901.14
343	2975267.58	884851.14
344	2975242.58	884751.14
345	2975217.58	884726.14
346	2975192.58	884701.14

Vértice	X	Y
347	2975167.58	884676.14
348	2975142.58	884651.14
349	2975092.58	884651.14
350	2975092.58	884476.139
351	2975067.58	884451.139
352	2975042.58	884401.139
353	2975017.58	884326.139
354	2975042.58	884301.139
355	2975067.58	884276.139
356	2975092.58	884251.139
357	2975117.58	884226.139
358	2975142.58	884201.139
359	2975167.58	884176.139
360	2975192.58	884001.139
361	2975217.58	883976.139
362	2975242.58	883926.139
363	2975267.58	883226.138
364	2975242.58	883126.138
365	2975217.58	883051.138
366	2975192.58	883026.138
367	2975167.58	882976.138
368	2975142.58	882926.138
369	2975117.58	882851.137
370	2975092.58	882826.137
371	2975067.58	882801.137
372	2975042.58	882776.137
373	2975017.58	882751.137
374	2974992.58	882726.137
375	2974967.58	882701.137
376	2974942.58	882676.137
377	2974917.58	882551.137
378	2974942.58	882501.137



Vértice	X	Y
379	2974967.58	882476.137
380	2974992.58	882401.137
381	2975017.58	882326.137
382	2974992.58	882301.137
383	2974967.58	882276.137
384	2974942.58	882251.137
385	2974917.58	882226.137
386	2974892.58	882101.137
387	2974867.58	882076.137
388	2974817.58	882076.137
389	2974792.58	882051.137
390	2974767.58	882026.137
391	2974742.58	882001.137
392	2974742.58	881901.136
393	2974717.58	881876.136
394	2974667.58	881876.136
395	2974642.58	881851.136
396	2974617.58	881826.136
397	2974592.58	881801.136
398	2974542.58	881776.136
399	2974542.58	881726.136
400	2974492.58	881726.136
401	2974467.58	881701.136
402	2974442.58	881676.136
403	2974442.58	881626.136
404	2974417.58	881576.136
405	2974392.58	881551.136
406	2974367.58	881526.136
407	2974342.58	881501.136
408	2974317.58	881476.136
409	2974292.58	881451.136
410	2974267.58	881426.136

Vértice	X	Y
411	2974242.58	881401.136
412	2974217.58	881376.136
413	2974192.58	881351.136
414	2974167.58	881326.136
415	2974142.58	881301.136
416	2974117.58	881276.136
417	2974092.58	881251.136
418	2974067.58	881226.136
419	2974042.58	881176.136
420	2974067.58	881151.136
421	2974092.58	881076.136
422	2974117.58	880951.136
423	2974142.58	880851.135
424	2974167.58	880651.135
425	2974117.58	880701.135
426	2974092.58	880726.135
427	2974067.58	880751.135
428	2974042.58	880776.135
429	2974017.58	880801.135
430	2973992.58	880826.135
431	2973967.58	880851.135
432	2973942.58	880876.136
433	2973867.58	880876.136
434	2973842.58	880901.136
435	2973817.58	880926.136
436	2973792.58	880951.136
437	2973767.58	880976.136
438	2973742.58	881001.136
439	2973717.58	881026.136
440	2973692.58	881051.136
441	2973667.58	881076.136
442	2973642.58	881101.136

Vértice	X	Y
443	2973617.58	881126.136
444	2973592.58	881151.136
445	2973567.57	881176.136
446	2973542.57	881201.136
447	2973542.57	881251.136
448	2973517.57	881276.136
449	2973467.57	881276.136
450	2973442.57	881301.136
451	2973417.57	881326.136
452	2973392.57	881351.136
453	2973367.57	881376.136
454	2973367.57	881426.136
455	2973342.57	881451.136
456	2973317.57	881476.136
457	2973292.57	881501.136
458	2973267.57	881526.136
459	2973217.57	881526.137
460	2973217.57	881576.137
461	2973242.57	881826.137
462	2973217.57	881851.137
463	2973192.57	881926.137
464	2973167.57	881976.137
465	2973142.57	882026.137
466	2973117.57	882051.137
467	2973092.57	882076.137
468	2973067.57	882101.137
469	2973042.57	882126.137
470	2972992.57	882126.137
471	2972967.57	882151.137
472	2972917.57	882176.137
473	2972892.57	882151.137
474	2972867.57	882126.137

Vértice	X	Y
475	2972842.57	882101.137
476	2972817.57	882076.137
477	2972792.57	882026.137
478	2972767.57	882001.137
479	2972742.57	881976.137
480	2972717.57	881951.137
481	2972642.57	881951.137
482	2972542.57	881901.137
483	2972517.57	881801.137
484	2972492.57	881776.137
485	2972442.57	881776.137
486	2972342.57	881801.137
487	2972067.57	881776.137
488	2972067.57	881701.137
489	2972042.57	881676.137
490	2972017.57	881651.137
491	2971992.57	881626.137
492	2971967.57	881601.137
493	2971942.57	881551.137
494	2971917.57	881301.137
495	2971892.57	881151.136
496	2971917.57	881076.136
497	2971892.57	881001.136
498	2971867.57	880951.136
499	2971892.57	880901.136
500	2971867.57	880776.136
501	2971842.57	880726.136
502	2971867.57	880676.136
503	2971842.57	880626.136
504	2971817.57	880601.136
505	2971792.57	880576.136
506	2971767.57	880551.136

Vértice	X	Y
507	2971742.57	880526.136
508	2971767.57	880426.136
509	2971742.57	880401.136
510	2971717.57	880376.136
511	2971617.57	880376.136
512	2971567.57	880351.136
513	2971542.57	880326.136
514	2971542.57	880051.135
515	2971517.57	880001.135
516	2971567.57	880001.135
517	2971592.57	879976.135
518	2971592.57	879826.135
519	2971567.57	879801.135
520	2971542.57	879726.135
521	2971517.57	879676.135
522	2971492.57	879651.135
523	2971467.57	879626.135
524	2971442.57	879601.135
525	2971417.57	879576.135
526	2971392.57	879551.135
527	2971342.57	879551.135
528	2971317.57	879526.135
529	2971317.57	879476.135
530	2971292.57	879451.135
531	2971267.57	879376.135
532	2971242.57	879351.135
533	2971217.57	879326.135
534	2971192.57	879301.135
535	2971167.57	879026.134
536	2971192.57	878876.134
537	2971217.57	878501.134
538	2971242.57	878476.134

Vértice	X	Y
539	2971217.57	878326.133
540	2971242.57	878276.133
541	2971217.57	878201.133
542	2971192.57	878151.133
543	2971167.57	878126.133
544	2971142.57	878101.133
545	2971117.57	878076.133
546	2971092.57	877901.133
547	2971117.57	877776.133
548	2971092.57	877726.133
549	2971067.57	877676.133
550	2971042.57	877651.133
551	2971017.57	877626.133
552	2970992.57	877501.133
553	2971017.57	877326.132
554	2971042.57	877226.132
555	2971017.57	877201.132
556	2970993.14	877176.701
557	2970917.18	877235.629
558	2970872.89	877319.447
559	2970770.78	877334.112
560	2970677.53	877332.013
561	2970601.04	877338.773
562	2970481.6	877370.011
563	2970243.28	877407.056
564	2970049.64	877343.328
565	2969941.72	877239.121
566	2969900.1	877204.258
567	2969885.82	877085.195
568	2969763.25	877005.452
569	2969742.57	877026.132
570	2969717.57	877051.132

Vértice	X	Y
571	2969692.57	877101.132
572	2969667.57	877251.133
573	2969692.57	877276.133
574	2969717.57	877326.133
575	2969767.57	877326.133
576	2969792.57	877351.133
577	2969792.57	877401.133
578	2969817.57	877576.133
579	2969842.57	877626.133
580	2969867.57	877701.133
581	2969892.57	877801.133
582	2969917.57	877851.133
583	2969942.57	877876.133
584	2969967.57	877926.133
585	2969992.57	878001.133
586	2970017.57	878151.134
587	2969992.57	878176.134
588	2969967.57	878251.134
589	2969992.57	878301.134
590	2970017.57	878351.134
591	2970042.57	878401.134
592	2970067.57	878576.134
593	2970042.57	878626.134
594	2970017.57	878651.134
595	2969992.57	878676.134
596	2969967.57	878701.134
597	2969942.57	878726.134
598	2969917.57	878751.134
599	2969892.57	878776.134
600	2969842.57	878776.134
601	2969842.57	878851.134
602	2969817.57	878926.135

Vértice	X	Y
603	2969842.57	879001.135
604	2969867.57	879051.135
605	2969892.57	879101.135
606	2969917.57	879201.135
607	2969892.57	879276.135
608	2969867.57	879451.135
609	2969892.57	879526.135
610	2969917.57	879551.135
611	2969942.57	879576.135
612	2969967.57	879601.135
613	2969992.57	879626.135
614	2970017.57	879651.135
615	2970042.57	879701.135
616	2970067.57	879776.135
617	2970092.57	879826.135
618	2970117.57	879876.136
619	2970142.57	880101.136
620	2970167.57	880176.136
621	2970192.57	880476.136
622	2970167.57	880551.136
623	2970192.57	880651.136
624	2970217.57	880676.136
625	2970242.57	880701.136
626	2970267.57	880751.136
627	2970292.57	880801.137
628	2970317.57	880876.137
629	2970342.57	880951.137
630	2970317.57	880976.137
631	2970292.57	881001.137
632	2970242.57	881001.137
633	2970142.57	881026.137
634	2970092.57	881051.137

Vértice	X	Y
635	2970067.57	881026.137
636	2970042.57	881001.137
637	2970017.57	880976.137
638	2969992.57	880951.137
639	2969967.57	880926.137
640	2969917.57	880901.137
641	2969892.57	880926.137
642	2969867.57	880951.137
643	2969842.57	880976.137
644	2969667.57	881001.137
645	2969517.57	881026.137
646	2969492.57	881001.137
647	2969442.57	880976.137
648	2969392.57	880951.137
649	2969292.57	880926.137
650	2969242.57	880901.137
651	2969217.57	880876.137
652	2969192.57	880851.137
653	2969167.57	880826.137
654	2969142.57	880801.137
655	2969117.57	880776.137
656	2969092.57	880751.137
657	2969067.57	880726.137
658	2969042.57	880701.137
659	2969017.57	880676.137
660	2969017.57	880626.137
661	2968842.57	880626.137
662	2968692.57	880601.137
663	2968567.57	880576.137
664	2968292.57	880551.137
665	2968267.57	880526.137
666	2968267.57	880451.137

Vértice	X	Y
667	2968242.57	880426.137
668	2968217.57	880401.137
669	2968192.57	880376.137
670	2968167.57	880351.137
671	2968142.57	880326.137
672	2968092.57	880326.137
673	2968067.57	880301.137
674	2968067.57	880251.137
675	2968042.57	879826.136
676	2968017.57	879776.136
677	2967992.57	879701.136
678	2967967.57	879626.136
679	2967942.57	879601.136
680	2967917.57	879551.136
681	2967892.57	879526.136
682	2967867.57	879451.136
683	2967842.57	879426.136
684	2967817.57	879401.136
685	2967792.57	879376.136
686	2967767.57	879276.136
687	2967742.57	879251.136
688	2967717.57	879201.135
689	2967692.57	879176.135
690	2967667.57	879126.135
691	2967642.57	878851.135
692	2967617.57	878826.135
693	2967592.57	878801.135
694	2967567.57	878776.135
695	2967542.57	878751.135
696	2967517.57	878726.135
697	2967442.57	878726.135
698	2967417.57	878751.135

Vértice	X	Y
699	2967392.57	878776.135
700	2967367.57	878801.135
701	2967267.57	878826.135
702	2967067.57	878801.135
703	2967067.57	878751.135
704	2967042.57	878726.135
705	2967017.57	878701.135
706	2966992.57	878651.135
707	2966967.57	878626.135
708	2966942.57	878601.135
709	2966917.57	878576.135
710	2966867.57	878576.135
711	2966767.57	878551.135
712	2966717.57	878576.135
713	2966692.57	878601.135
714	2966667.57	878626.135
715	2966617.57	878651.135
716	2966542.57	878676.135
717	2966467.57	878701.135
718	2966317.57	878726.135
719	2966017.57	878701.135
720	2965992.57	878676.135
721	2965967.57	878651.135
722	2965942.57	878626.135
723	2965942.57	878576.135
724	2965917.57	878551.135
725	2965892.57	878526.135
726	2965867.57	878501.135
727	2965842.57	878476.135
728	2965442.56	878476.135
729	2965442.56	878676.136
730	2965467.56	878751.136

Vértice	X	Y
731	2965492.56	878851.136
732	2965517.56	878901.136
733	2965492.56	878951.136
734	2965467.56	879001.136
735	2965442.56	879051.136
736	2965417.56	879076.136
737	2965392.56	879101.136
738	2965367.56	879126.136
739	2965342.56	879151.136
740	2965317.56	879176.136
741	2965292.56	879226.136
742	2965267.56	879301.136
743	2965242.56	879351.136
744	2965217.56	879401.136
745	2965167.56	879401.136
746	2965117.56	879426.137
747	2965092.56	879451.137
748	2965067.56	879476.137
749	2965067.56	879526.137
750	2965042.56	879551.137
751	2965017.56	879576.137
752	2964992.56	879626.137
753	2964967.56	879676.137
754	2964942.56	879751.137
755	2964917.56	879776.137
756	2964892.56	879801.137
757	2964867.56	879826.137
758	2964842.56	879851.137
759	2964817.56	879926.137
760	2964792.56	879976.137
761	2964767.56	880026.137
762	2964717.56	880026.137

Vértice	X	Y
763	2964692.56	880051.137
764	2964667.56	880076.137
765	2964642.56	880101.137
766	2964617.56	880126.137
767	2964592.56	880151.138
768	2964567.56	880176.138
769	2964542.56	880201.138
770	2964542.56	880251.138
771	2964517.56	880301.138
772	2964492.56	880351.138
773	2964467.56	880376.138
774	2964442.56	880401.138
775	2964417.56	880426.138
776	2964392.56	880451.138
777	2964367.56	880476.138
778	2964342.56	880501.138
779	2964317.56	880526.138
780	2964267.56	880526.138
781	2964167.56	880551.138
782	2964142.56	880576.138
783	2964092.56	880601.138
784	2964067.56	880626.138
785	2964042.56	880651.138
786	2963992.56	880676.138
787	2963992.56	880726.138
788	2964017.56	880776.138
789	2964042.56	880801.138
790	2964067.56	880826.138
791	2964092.56	880876.139
792	2964117.56	880951.139
793	2964142.56	881101.139
794	2964167.56	881126.139

Vértice	X	Y
795	2964142.56	881176.139
796	2964117.56	881226.139
797	2964092.56	881251.139
798	2964067.56	881451.139
799	2964092.56	881501.139
800	2964117.56	881526.139
801	2964142.56	881551.139
802	2964167.56	881601.139
803	2964142.56	881651.139
804	2964117.56	881726.139
805	2964092.56	881776.14
806	2964067.56	881826.14
807	2964092.56	881876.14
808	2964117.56	881926.14
809	2964142.56	882101.14
810	2964117.56	882126.14
811	2964092.56	882151.14
812	2964067.56	882176.14
813	2964042.56	882201.14
814	2964017.56	882226.14
815	2963992.56	882251.14
816	2963967.56	882276.14
817	2963942.56	882301.14
818	2963917.56	882326.14
819	2963892.56	882351.14
820	2963867.56	882376.14
821	2963842.56	882426.14
822	2963817.56	882451.14
823	2963792.56	882526.141
824	2963767.56	882551.141
825	2963742.56	882576.141
826	2963692.56	882576.141

Vértice	X	Y
827	2963667.56	882601.141
828	2963667.56	882651.141
829	2963642.56	882676.141
830	2963592.56	882676.141
831	2963567.56	882701.141
832	2963542.56	882726.141
833	2963517.56	882751.141
834	2963492.56	882776.141
835	2963492.56	882826.141
836	2963467.56	882901.141
837	2963442.56	882951.141
838	2963417.56	883126.141
839	2963442.56	883201.141
840	2963467.56	883426.142
841	2963442.56	883501.142
842	2963417.56	883626.142
843	2963442.56	883651.142
844	2963492.56	883651.142
845	2963517.56	883676.142
846	2963567.56	883701.142
847	2963567.56	883751.142
848	2963617.56	883751.142
849	2963617.56	883826.142
850	2963592.56	883851.142
851	2963567.56	883901.142
852	2963542.56	883926.142
853	2963517.56	883951.142
854	2963492.56	883976.142
855	2963467.56	884026.142
856	2963442.56	884051.142
857	2963417.56	884076.142
858	2963392.56	884101.142

Vértice	X	Y
859	2963367.56	884151.142
860	2963342.56	884176.143
861	2963317.56	884201.143
862	2963292.56	884226.143
863	2963267.56	884251.143
864	2963242.56	884301.143
865	2963217.56	884326.143
866	2963192.56	884351.143
867	2963167.56	884376.143
868	2963142.56	884401.143
869	2963117.56	884451.143
870	2963092.56	884501.143
871	2963067.56	884526.143
872	2963042.56	884551.143
873	2963017.56	884601.143
874	2962992.56	884626.143
875	2962967.56	884651.143
876	2962942.56	884676.143
877	2962917.56	884701.143
878	2962892.56	884726.143
879	2962867.56	884751.143
880	2962842.56	884776.143
881	2962817.56	884801.143
882	2962792.56	884826.143
883	2962767.56	884851.143
884	2962742.56	884876.144
885	2962717.56	884926.144
886	2962692.56	885026.144
887	2962667.56	885126.144
888	2962642.56	885201.144
889	2962667.56	885251.144
890	2962642.56	885301.144



Vértice	X	Y
891	2962617.56	885326.144
892	2962592.56	885376.144
893	2962567.56	885426.144
894	2962542.56	885501.144
895	2962517.56	885601.144
896	2962492.56	885651.144
897	2962467.56	885726.145
898	2962442.56	885751.145
899	2962467.56	885826.145
900	2962492.56	885876.145
901	2962517.56	885926.145
902	2962542.56	886051.145
903	2962567.56	886151.145
904	2962592.56	886176.145
905	2962617.56	886201.145
906	2962642.56	886226.145
907	2962667.56	886251.145
908	2962692.56	886276.145
909	2962717.56	886301.145
910	2962742.56	886326.145
911	2962767.56	886351.145
912	2962792.56	886376.145
913	2962817.56	886401.145
914	2962867.56	886401.145
915	2962917.56	886426.145
916	2962942.56	886451.145
917	2963017.56	886476.145
918	2963042.56	886501.145
919	2963067.56	886526.145
920	2963092.56	886551.145
921	2963117.56	886576.145
922	2963117.56	886701.146

Vértice	X	Y
923	2963142.56	886751.146
924	2963167.56	887026.146
925	2963192.56	887076.146
926	2963242.56	887076.146
927	2963267.56	887126.146
928	2963242.56	887151.146
929	2963267.56	887326.146
930	2963292.57	887376.146
931	2963292.57	887501.146
932	2963317.57	887526.146
933	2963342.57	887551.146
934	2963367.57	887576.146
935	2963392.57	887601.146
936	2963417.57	887626.146
937	2963467.57	887651.146
938	2963492.57	887676.147
939	2963542.57	887701.147
940	2963567.57	887726.147
941	2963592.57	887751.147
942	2963617.57	887776.147
943	2963592.57	887951.147
944	2963567.57	888051.147
945	2963592.57	888176.147
946	2963567.57	888226.147
947	2963567.57	888276.147
948	2963617.57	888276.147
949	2963642.57	888301.147
950	2963667.57	888326.147
951	2963692.57	888351.147
952	2963717.57	888376.147
953	2963742.57	888401.147
954	2963767.57	888426.147

Vértice	X	Y
955	2963792.57	888451.147
956	2963817.57	888501.147
957	2963842.57	888526.147
958	2963867.57	888551.147
959	2963892.57	888601.147
960	2963917.57	888676.148
961	2963942.57	888726.148
962	2963967.57	888801.148
963	2963992.57	888901.148
964	2964017.57	889001.148
965	2964042.57	889126.148
966	2964067.57	889176.148
967	2964092.57	889251.148
968	2964067.57	889401.148
969	2964042.57	889426.148
970	2964017.57	889476.148
971	2963992.57	889651.149
972	2963967.57	889701.149
973	2963942.57	889901.149
974	2963967.57	890076.149
975	2963992.57	890401.149
976	2964017.57	890426.15
977	2964042.57	890451.15
978	2964067.57	890476.15
979	2964092.57	890501.15
980	2964117.57	890601.15
981	2964142.57	890651.15
982	2964167.57	890676.15
983	2964192.57	890701.15
984	2964192.57	890751.15
985	2964317.57	890776.15
986	2964342.57	890801.15

Vértice	X	Y
987	2964392.57	890826.15
988	2964442.57	890851.15
989	2964492.57	890876.15
990	2964517.57	890901.15
991	2964592.57	890926.15
992	2964692.57	890951.15
993	2964792.57	890976.15
994	2964867.57	891001.15
995	2964917.57	891001.15
996	2964942.57	891026.15
997	2964967.57	891051.15
998	2964992.57	891101.15
999	2965017.57	891151.15
1000	2965042.57	891226.15
1001	2965042.57	891276.15
1002	2965067.57	891301.15
1003	2965117.57	891326.15
1004	2965167.57	891351.15
1005	2965292.57	891376.15
1006	2965742.57	891401.15
1007	2965767.57	891426.15
1008	2965792.57	891451.15
1009	2965842.57	891476.15
1010	2965942.57	891501.15
1011	2966167.57	891476.15
1012	2966217.57	891451.15
1013	2966292.57	891451.15
1014	2966367.57	891601.15
1015	2966392.57	891626.15
1016	2966417.57	891651.15
1017	2966442.57	891676.15
1018	2966467.57	891701.15

Vértice	X	Y
1019	2966442.57	891801.15
1020	2966417.57	892001.151
1021	2966392.57	892026.151
1022	2966367.57	892051.151
1023	2966342.57	892076.151
1024	2966317.57	892101.151
1025	2966292.57	892126.151
1026	2966267.57	892151.151
1027	2966242.57	892176.151
1028	2966217.57	892201.151
1029	2966192.57	892351.151
1030	2966167.57	892451.151
1031	2966142.57	892501.151
1032	2966142.57	892676.151
1033	2966167.57	892701.151
1034	2966192.57	892726.152
1035	2966217.57	892751.152
1036	2966242.57	892776.152
1037	2966292.57	892801.152
1038	2966342.57	892801.152
1039	2966367.57	892826.152
1040	2966517.57	892826.152
1041	2966542.57	892876.152
1042	2966567.57	892901.152
1043	2966592.57	892951.152
1044	2966617.57	892976.152
1045	2966642.57	893026.152
1046	2966667.57	893076.152
1047	2966692.57	893151.152
1048	2966692.57	893226.152
1049	2966892.57	893251.152
1050	2967092.57	893226.152

Vértice	X	Y
1051	2967192.57	893251.152
1052	2967267.57	893251.152
1053	2967292.57	893276.152
1054	2967292.57	893426.152
1055	2967317.57	893451.152
1056	2967342.57	893476.152
1057	2967442.57	893501.152
1058	2967517.57	893526.152
1059	2967567.57	893551.152
1060	2967592.57	893576.152
1061	2967642.57	893601.152
1062	2967667.57	893626.152
1063	2967817.57	893601.152
1064	2967867.57	893576.152
1065	2967892.57	893551.152
1066	2967942.57	893526.152
1067	2968017.57	893526.152
1068	2968042.57	893551.152
1069	2968067.57	893601.152
1070	2968092.57	893701.152
1071	2968117.57	893751.152
1072	2968142.57	893776.152
1073	2968167.57	893801.152
1074	2968192.57	893826.152
1075	2968217.57	893851.152
1076	2968242.57	893876.152
1077	2968267.57	893901.152
1078	2968267.57	893951.152
1079	2968317.57	893976.152
1080	2968392.57	894001.152
1081	2968442.57	894026.152
1082	2968467.57	894051.152

Vértice	X	Y
1083	2968517.57	894076.152
1084	2968542.57	894101.152
1085	2968567.57	894126.152
1086	2968592.57	894151.152
1087	2968642.57	894176.152
1088	2968692.57	894201.152
1089	2968717.57	894226.153
1090	2968917.57	894251.152
1091	2969017.57	894226.152
1092	2969067.57	894226.152
1093	2969092.57	894201.152
1094	2969117.57	894151.152
1095	2969117.57	894101.152
1096	2969142.57	894076.152
1097	2969167.57	894051.152
1098	2969442.57	894026.152
1099	2969492.57	894001.152
1100	2969542.57	893976.152
1101	2969592.57	893951.152
1102	2969617.57	893926.152
1103	2969742.57	893951.152
1104	2969767.57	893976.152
1105	2969792.57	894001.152
1106	2969817.57	894026.152
1107	2969842.57	894051.152
1108	2969867.57	894076.152
1109	2969917.57	894101.152
1110	2969967.57	894126.152
1111	2969992.57	894151.152
1112	2970317.58	894126.152
1113	2970392.58	894151.152
1114	2970467.58	894176.152

Vértice	X	Y
1115	2970492.58	894201.152
1116	2970517.58	894226.152
1117	2970567.58	894251.152
1118	2970617.58	894276.152
1119	2970642.58	894301.152
1120	2970667.58	894326.152
1121	2970692.58	894351.152
1122	2970792.58	894376.152
1123	2970892.58	894401.152
1124	2970992.58	894376.152
1125	2971042.58	894351.152
1126	2971117.58	894326.152
1127	2971242.58	894301.152
1128	2971392.58	894276.152
1129	2971467.58	894276.152
1130	2971492.58	894251.152
1131	2971517.58	894226.152
1132	2971517.58	894151.152



## IV. 1. Medio abiótico

### IV. 1.1 Clima

De acuerdo con la carta de Climas del INEGI (en una escala de 1:250,000) en el Sistema Ambiental Regional se presentan tres climas (A)C(fm), C(f) y C(m)(f) cómo se puede observar el siguiente cuadro y figura:



**Figura 10. Tipos de Climas presentes en el SAR, AI y DDV**

Según la carta temática del INEGI consultada, los climas presentes tienen las siguientes características.

(A)C(fm): Semicálido húmedo del grupo C, 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. Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno y porcentaje de lluvia invernal menor al 18% del total anual.

C(f): Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco mayor de 40 mm; lluvias todo el año y porcentaje de lluvia invernal mayor al 18% del total anual.

C(m)(f): Templado, húmedo, temperatura media anual entre 12°C y 18°C, temperatura del mes más frío entre -3°C y 18°C y temperatura del mes más caliente bajo 22°C. Precipitación en el mes más seco menor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

### IV. 1.2 Precipitación

Aunado a la visión general del clima descrito anteriormente, es importante conocer las condiciones climatológicas del área de estudio, se consultó la red de estaciones climatológicas de la Comisión Nacional del Agua y del Servicio Meteorológico Nacional, decidiendo utilizar las normales climatológicas de la estación meteorológica en operación y más cercana al área del Proyecto y del SAR.

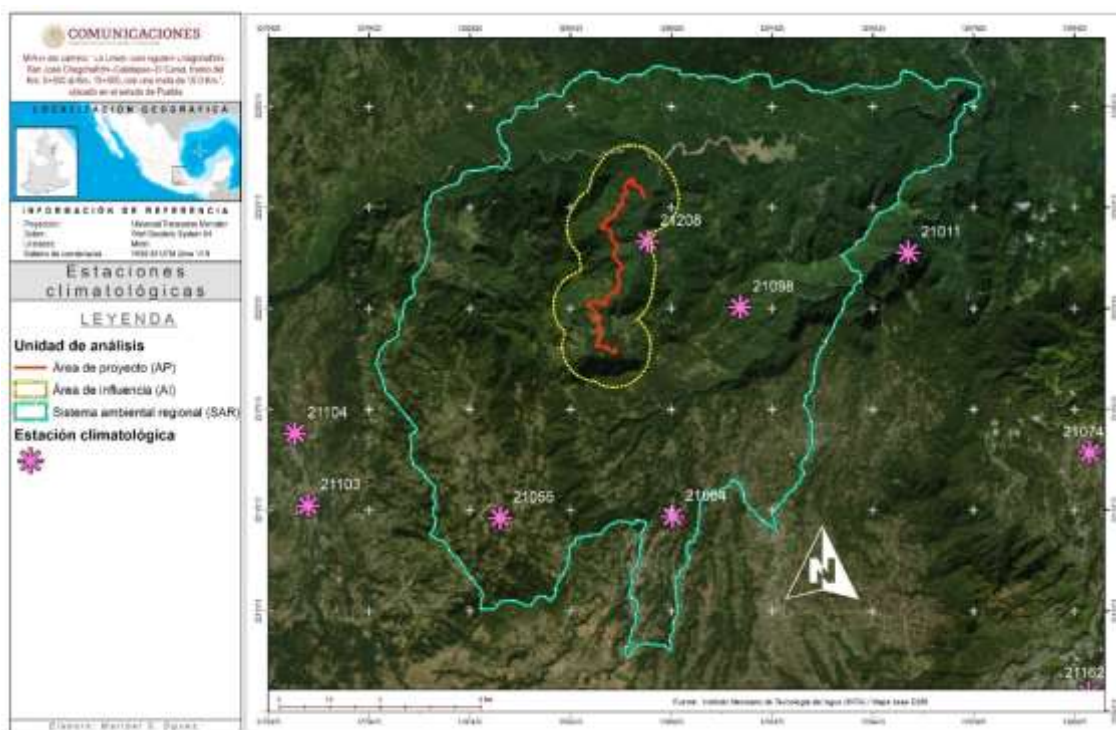


Figura 11. Estaciones meteorológicas cercanas al Proyecto.

Cuadro 3. Datos de la estación meteorológica consultada

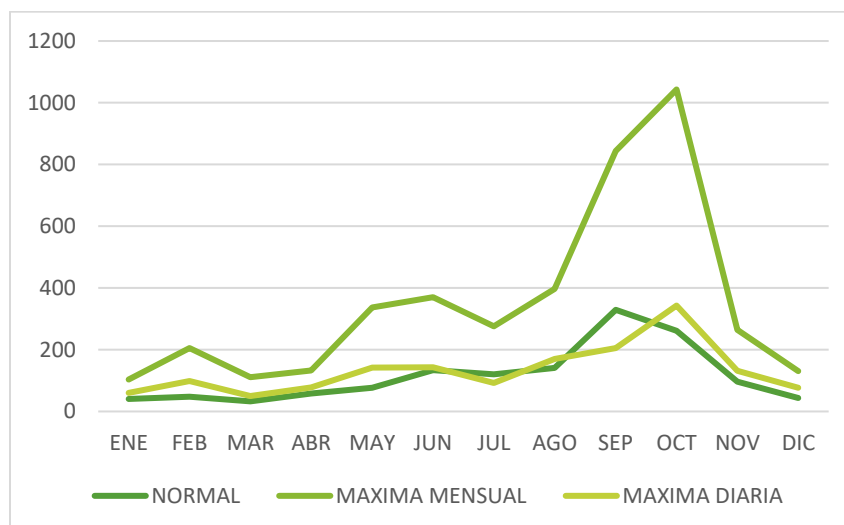
Número	Municipio	X	Y
21103	Zacapoaxtla	647802.05	2197902.75

En el siguiente Cuadro se presenta los promedios de las normales climatológicas.

**Cuadro 4. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana**

ELEMENTOS	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
<b>TEMPERATURA</b>												
MAXIMA NORMAL	19.1	20	22.3	23.9	24.5	23.3	22.0	22.2	21.6	21.1	20.6	19.9
MEDIA NORMAL	12.5	13.5	15.3	17.2	18	17.6	16.5	16.5	16.5	15.4	14.2	13.4
MINIMA NORMAL	5.9	6.9	8.3	110.4	11.7	11.9	11.1	10.8	11.3	9.7	7.8	6.9
<b>PRECIPITACION</b>												
NORMAL	40.3	48.1	32.8	58	76.5	133.5	120.2	141.5	329.3	261	96.3	43.7
MAXIMA MENSUAL	103.5	205.6	110.7	132.6	337	370.5	275.4	397.4	843.5	1043	264	130.7
MAXIMA DIARIA	60.1	98.7	50	78.3	142	143	92.2	170.5	205	343	132	77
<b>EVAPORACION TOTAL</b>												
NORMAL	79.8	91.2	135.5	155.4	161.3	129.6	103.1	96.7	83.6	80.4	71.7	75.8
<b>NUMERO DE DIAS CON LLUVIA</b>												
LLUVIA	10.5	9.6	8.4	9.0	8.5	14.2	16.5	17.3	19.2	15.5	12	9.5
NIEBLA	10.8	9.3	7.3	8.2	7.0	8.0	10.9	7.2	8.7	9.5	9.4	9.4
GRANIZO	0	0.2	0.1	0.0	0	0	0	0	0	0	0	0
TORMENTA E.	0.3	0.8	0.8	1.5	1.4	1.6	2.9	3.9	1.4	0.9	0.1	0.2

Así, de acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 1381.2, la precipitación mínima mensual se registra en los meses diciembre y enero, la mayor precipitación es durante octubre. Para mayor detalle ver la siguiente figura.

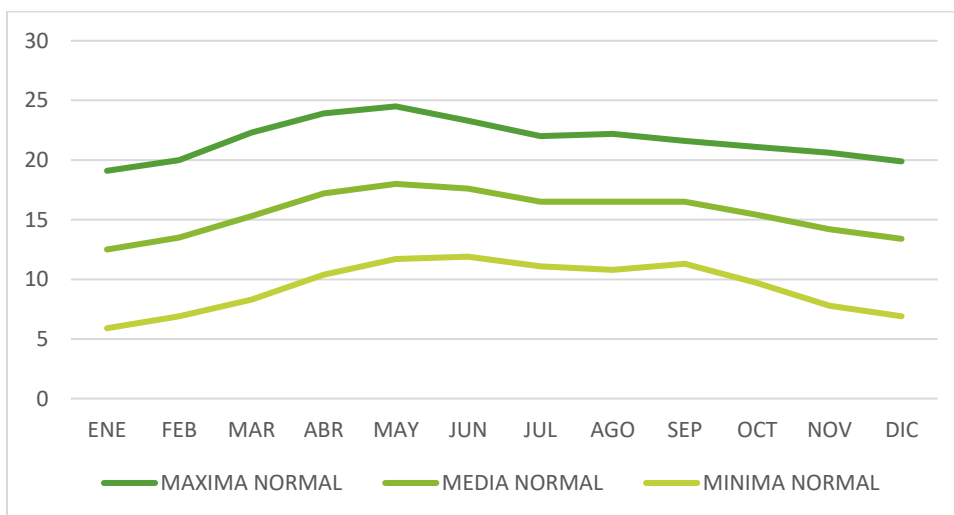




**Figura 12. Precipitación en el SAR, AI y DDV**

**IV. 1.3 Temperatura**

Por otra parte, de acuerdo con el promedio de las normales climatológicas de la estación meteorológica antes referida se tiene que el registro de variación térmica reporta que las temperaturas más bajas se presentan en los meses de noviembre a febrero. A partir del mes de abril comienzan a incrementar para mantener el mayor registro en el mes de mayo. En la siguiente grafica se puede observar el comportamiento de los valores máximos y mensuales de la temperatura, a partir de los datos registrados la estación meteorológica.



**Figura 13. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR**

**IV. 1.4 Fenómenos meteorológicos**

De acuerdo con el Programa Regional de Meteorología, se denomina fenómeno natural al cambio de la naturaleza que sucede por sí solo. Son aquellos procesos permanentes de movimientos y de transformaciones que sufre la naturaleza y que pueden influir en la vida humana (epidemias, condiciones climáticas, desastres naturales, etc.). Esta expresión también se refiere, en general, a los peligrosos fenómenos naturales también llamados "desastres naturales".

Los fenómenos meteorológicos más comunes son la lluvia o el viento. Pero existen otros que sólo se producen en ciertas épocas como la nieve o que son más probables en ciertas zonas geográficas como los huracanes. A continuación, se presentan descripciones de tres diferentes tipos de fenómenos meteorológicos y sus grados de riesgo dentro del SAR.

#### IV. 1.5 Grado de riesgo por bajas temperaturas

De acuerdo con el Glosario Meteorológico, la temperatura está definida como la medida del movimiento molecular. Se mide usando escalas arbitrarias a partir del cero absoluto (-273 °C) donde las moléculas teóricamente dejan de moverse. Así, para definir las bajas temperaturas se describe la temperatura mínima como la temperatura más baja en el transcurso de un intervalo de tiempo determinado.

Con base en el Atlas nacional de riesgos elaborado por CENAPRED, el Sistema Ambiental Regional del proyecto presenta riesgo Muy alto y Alto.

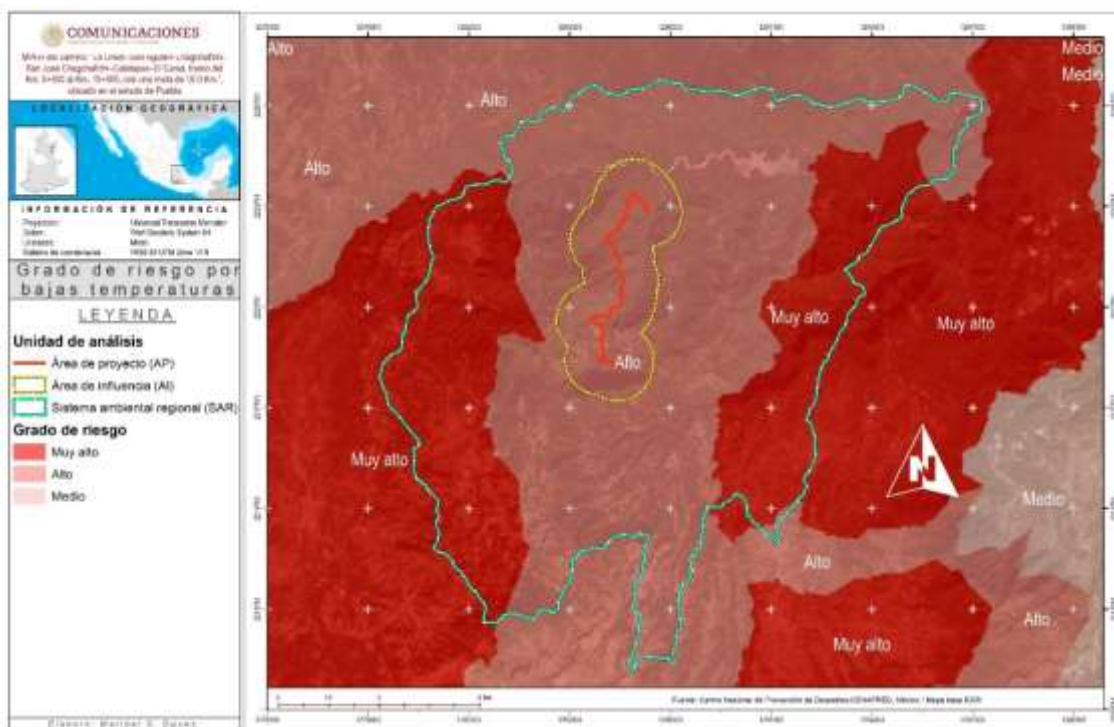
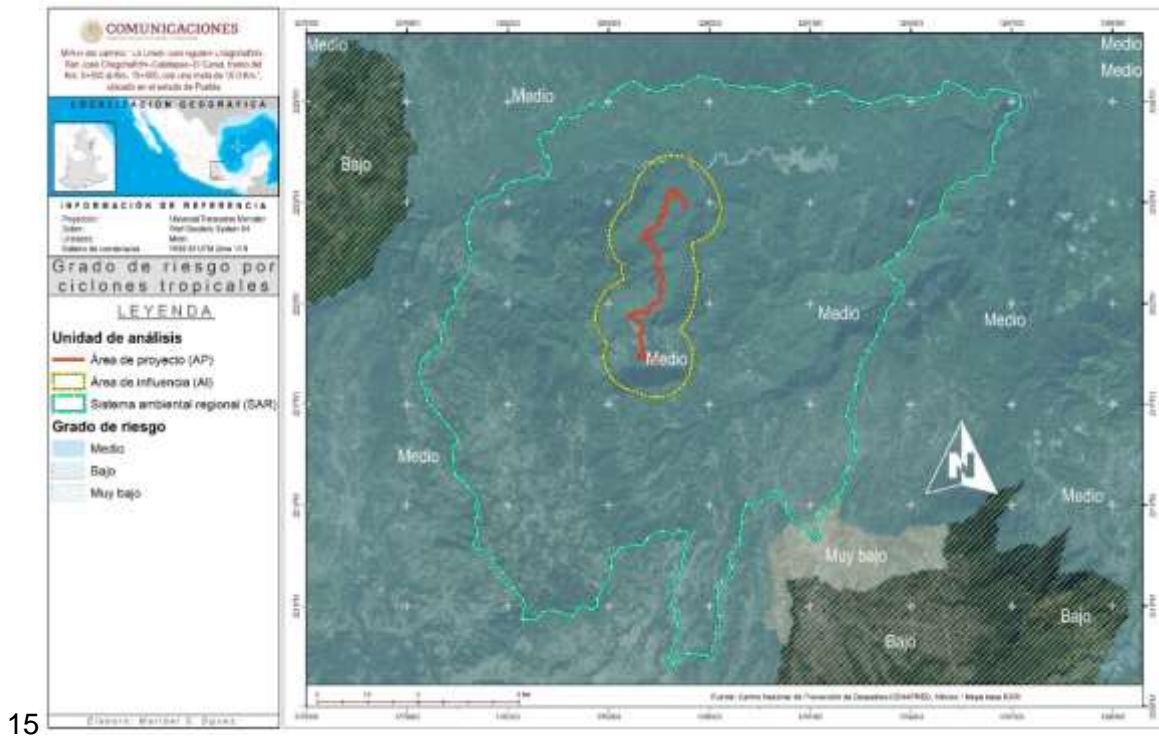


Figura 14. Riesgo por bajas temperaturas en el SAR, AI y DDV

#### IV. 1.6 Grado de riesgo por ciclones tropicales

De acuerdo con el Atlas Climatológico de Ciclones Tropicales en México, se denomina ciclones tropicales a aquellos fenómenos tropicales que se caracterizan por producir vientos fuertes, oleaje elevado, una sobreelevación del mar y lluvia abundante teniendo un impacto económico importante a escala mundial.



15

Figura 15. Riesgo por ciclones tropicales en el SAR, AI y DDV

#### IV. 1.7 Grado de riesgo por sequias

De acuerdo con el CENAPRED, no existe una definición de sequía que sea aceptada universalmente. Sus definiciones dependen del enfoque científico (meteorológico, hidrología, geografía, etc.), por lo que, desde el punto de vista meteorológico, la sequía se presenta cuando la precipitación acumulada, durante un cierto lapso, es significativamente más pequeña que el promedio de las precipitaciones registradas en dicho lapso o que un valor específico de la precipitación. Con base en el Mapa de Grado de Riesgo por Sequías del CENAPRED, se puede observar que el SAR, presenta un nivel de riesgo Medio y Bajo.

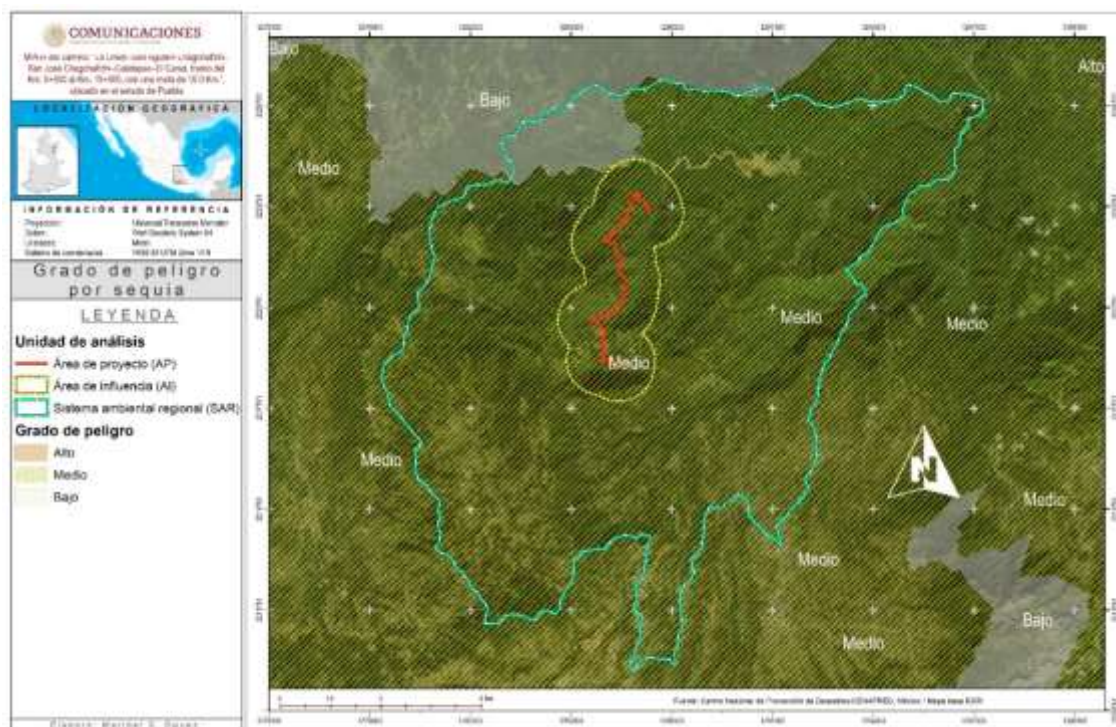


Figura 16. Riesgo por sequías en el SAR, AI y DDV

#### IV. 1.8 Fisiografía

Respecto a la fisiografía del Sistema Ambiental Regional se señala que recae en la Provincia Fisiográfica Sierra Madre Oriental y Eje Neovolcánico como se muestra en el siguiente Cuadro y Figura:

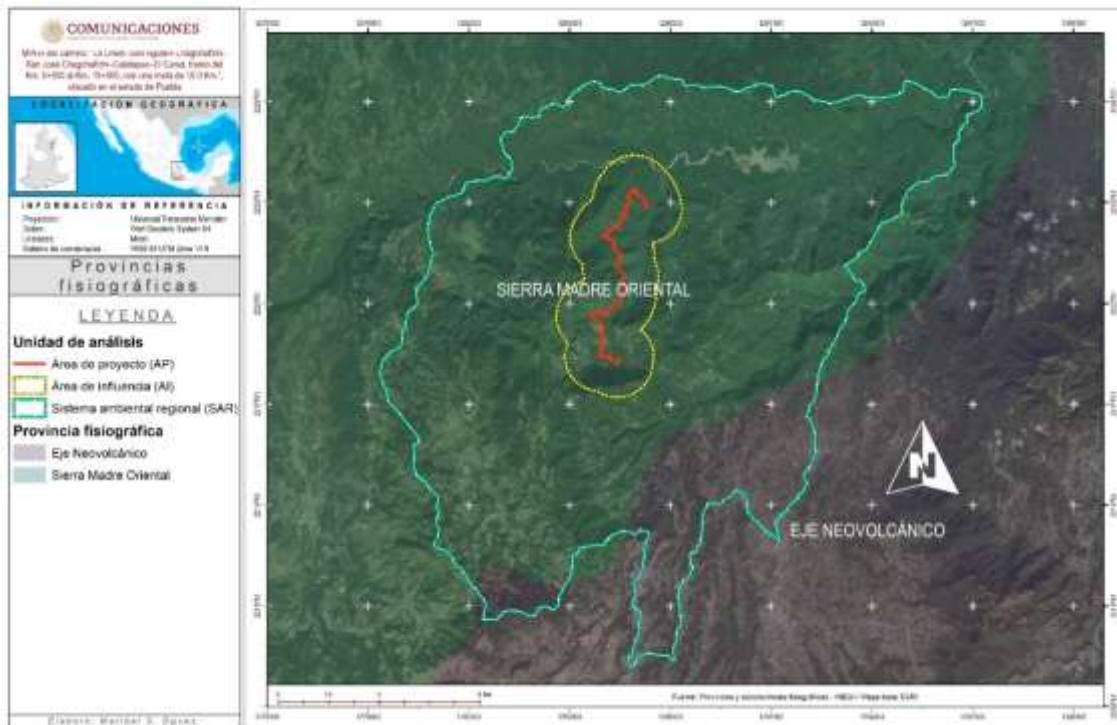


Figura 17. Provincia presente en el Sistema Ambiental Regional del Proyecto.

Asu vez, el SAR recae dentro de las subprovincias fisiográficas Carso Huasteco, Chiconquiaco y Lagos y Volcanes de Anahuac.



**Figura 18. Subprovincias presentes en el SAR, AI y DDV.**

Carso Huasteco: El área que comprende el Carso Huasteco dentro de territorio poblano pertenece a la región conocida como Sierra Norte de Puebla. Se ubica en la porción septentrional del estado. Limita al norte y noreste con la subprovincia Llanuras y Lomeríos, de la Llanura Costera del Golfo Norte; al este, con la subprovincia Chiconquiaco, del Eje Neovolcánico; al sureste, sur y oeste, con la subprovincia Lagos y Volcanes de Anáhuac, también del Eje Neovolcánico; hacia el noroeste se interna en territorios veracruzano e hidalguense. Se extiende desde las poblaciones de Pantepec y Pahuatlán del Valle hasta la altura de las localidades de Cuyoaco, Zaragoza y Hueyapan. Ocupa 11.58% de la superficie estatal; abarca 33 municipios completos, entre ellos Tlacuilotepec, Pahuatlán, Naupan, Olintla, Huehuetla, Jonotla, Cuetzalan del Progreso, Xochiapulco y Tetela de Ocampo; así como parte de los de Pantepec, Jalpan, Xicotepec, Zihuateutla, Jopala, Tuzamapan de Galeana, Hueyapan, Yaonáhuac, Tlatlauquitepec, Zacapoaxtla, Zautla, Cuyoaco, Ixtacamaxtitlán, Aquixtla, Zacatlán, Huauchinango y Honey. En esta zona se encuentran materiales sedimentarios calcáreos y no calcáreos, que han sido sepultados parcialmente por rocas volcánicas. Varias de las cumbres de las sierras tienen altitudes superiores a los 1 000 m, pero la mayor, cerro Tenisteyo, llega a los 3 200 m. Los principales ríos que surcan esta parte de la entidad son: Necaxa, San Marcos y Apulco.

Chiconquiaco: complejo de caldera del Pleistoceno, que se termina cerca del Golfo de México, con el macizo de Palma Sola, estructura volcánica compleja del Mioceno al reciente. La pendiente del terreno baja algunos centenares de metros para volverse a elevar en la Sierra de Chiconquiaco hasta una altura de 2800 metros. Es esencialmente volcánica y sus superficies se caracteriza por lo accidentado del terreno, como resultado de una intensa erosión diferencial sobre los depósitos volcánicos, tanto en corrientes lávicas como en masas de rocas efusivas y materiales piroclásticos, principalmente aglomerados, tobas, cenizas, dejando como resultado agudas crestas y profundos barrancos donde corrientes turbulentas se deslizan en pendientes rápidas y cascadas de consideración.

#### **IV. 1.9 Geología y geomorfología**

En cuanto a la geología, de acuerdo a la carta geológica del INEGI, el Sistema Ambiental Regional (SAR) está representada por rocas de las clases

- Rocas sedimentarias: (del latín *sedimentum*, asentamiento) se forman por la precipitación y acumulación de materia mineral de una solución o por la compactación de restos vegetales y/o animales que se consolidan en rocas duras. Los sedimentos son depositados, una capa sobre la otra, en la superficie de la litósfera a temperaturas y presiones relativamente bajas y pueden estar integrados

por fragmentos de roca preexistentes de diferentes tamaños, minerales resistentes, restos de organismos y productos de reacciones químicas o de evaporación.

- Rocas Ígneas extrusivas: Las rocas ígneas (del latín *ignis*, fuego) también nombradas magmáticas, son todas aquellas que se han formado por solidificación de un de material rocoso, caliente y móvil denominado *magma*; este proceso, llamado cristalización, resulta del enfriamiento de los minerales y del entrelazamiento de sus partículas. Este tipo de rocas también son formadas por la acumulación y consolidación de lava, palabra que se utiliza para un magma que se enfría en la superficie al ser expulsado por los volcanes. Las rocas volcánicas típicas son formadas por el rápido enfriamiento de la lava y de fragmentos piroclásticos. Este proceso ocurre cuando el magma es expulsado por los aparatos volcánicos; ya en la superficie y al contacto con la temperatura ambiental, se enfría rápidamente desarrollando pequeños cristales que forman rocas de grano fino (no apreciables a simple vista) y rocas piroclásticas.
- Rocas Ígneas intrusivas: Son rocas formadas en el interior de la corteza terrestre. Cuando un magma se enfría bajo la superficie lo hace más lentamente, permitiendo un mejor desarrollo de los cristales, que debido a eso alcanzan tamaños que pueden ser observados a simple vista, generalmente abarcan grandes extensiones de terreno y llegan a la superficie terrestre mediante procesos orogénicos (deformaciones tectónicas) o mediante procesos externos de erosión. Dentro de este tipo de rocas, algunos autores reconocen una clase intermedia, la hipoabisal, que incluye a las rocas que han cristalizado a una profundidad moderada y se presentan en forma de filones o diques, rellenando grietas; son mucho menos abundantes que las plutónicas y se encuentran casi siempre asociadas a ellas

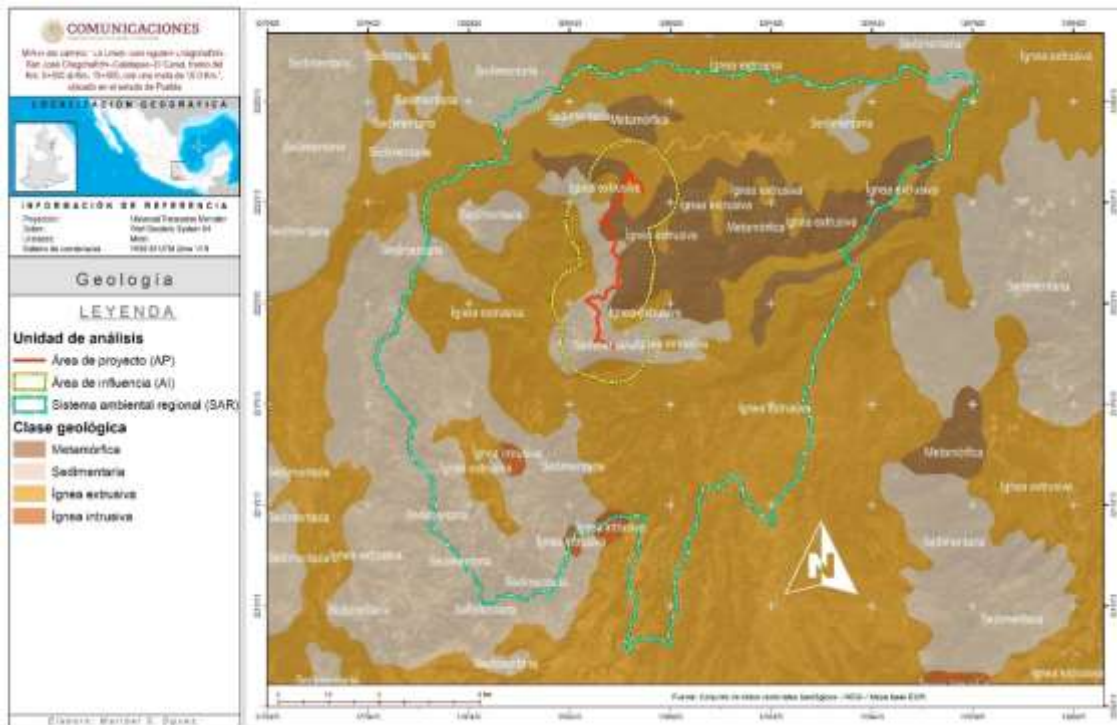


Figura 19. Geología en el SAR, AI y DDV.

#### IV. 1.10 Susceptibilidad

##### IV. 1.10.1 Susceptibilidad de la zona por sismicidad

México es uno de los países del mundo con mayor actividad sísmica. Se registran más de 90 sismos por año con magnitud superior a 4 grados en la escala de Richter, lo que equivale a un 6% de todos los movimientos telúricos que se registran en el mundo (Atlas Nacional de Riesgos, 2010). La principal actividad sísmica de México se encuentra en la zona de subducción en las costas del Océano Pacífico, en ella se ubica el estado de Oaxaca; por lo que es necesario prestarle importancia a los eventos sísmicos y los efectos que estos producen, así como las pérdidas que se pueden presentar en la región por esta causa.

Como se sabe, los sismos se originan en el movimiento de las placas tectónicas sobre las cuales descansa el lecho del océano Pacífico, que están en continuo movimiento y empujándose unas contra otras, lo que ocasiona que se acumule una gran tensión, (como si fueran un enorme resorte que se va presionando), cuando esta tensión se libera, producto del mismo movimiento de las placas, la tensión se libera originando los terremotos en la plataforma continental y provocando que se mueva la superficie de la corteza terrestre, este movimiento es lo que conocemos como temblor.

Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico. Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano,



se puede ver una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali.

Por otra parte, se debe decir que la República mexicana se encuentra dividida en cuatro zonas sísmicas, esta zonificación se elaboró para servir de apoyo en el diseño sísmico de estructuras, se realizó con base a los registros históricos de la frecuencia de sismos y la intensidad de estos, los cuales datan de aproximadamente inicios de siglo. Es decir, estas regiones sísmicas reflejan que tan frecuentes son los temblores y cuál es la aceleración máxima del suelo que se espera por la acción de las fuerzas sísmicas. Respecto a las zonas, a continuación, se presenta una descripción general de cada una de ellas.

- Zona A, de baja sismicidad. En esta zona no se han registrados ningún sismo de magnitud considerable en los últimos 80 años, ni se esperan aceleraciones del suelo mayores al 10 % de la aceleración de la gravedad.
- Zona B, de media intensidad. Esta zona es de moderada intensidad, pero las aceleraciones no alcanzan a rebasar el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona C, de alta intensidad. En esta zona hay más actividad sísmica que en la zona B, aunque las aceleraciones del suelo tampoco sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.
- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

Con base en el análisis realizado del Mapa de Regionalización Sísmica del diseño elaborado por la Comisión Federal de Electricidad (CFE), mediante la información disponible en el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED), el SAR se encuentra situada en la zona de susceptibilidad sísmica B, la cual corresponde un rango de peligro moderado, cubriendo el 100% de la superficie donde se ubica la unidad de análisis del SAR, como se observa en la siguiente figura.

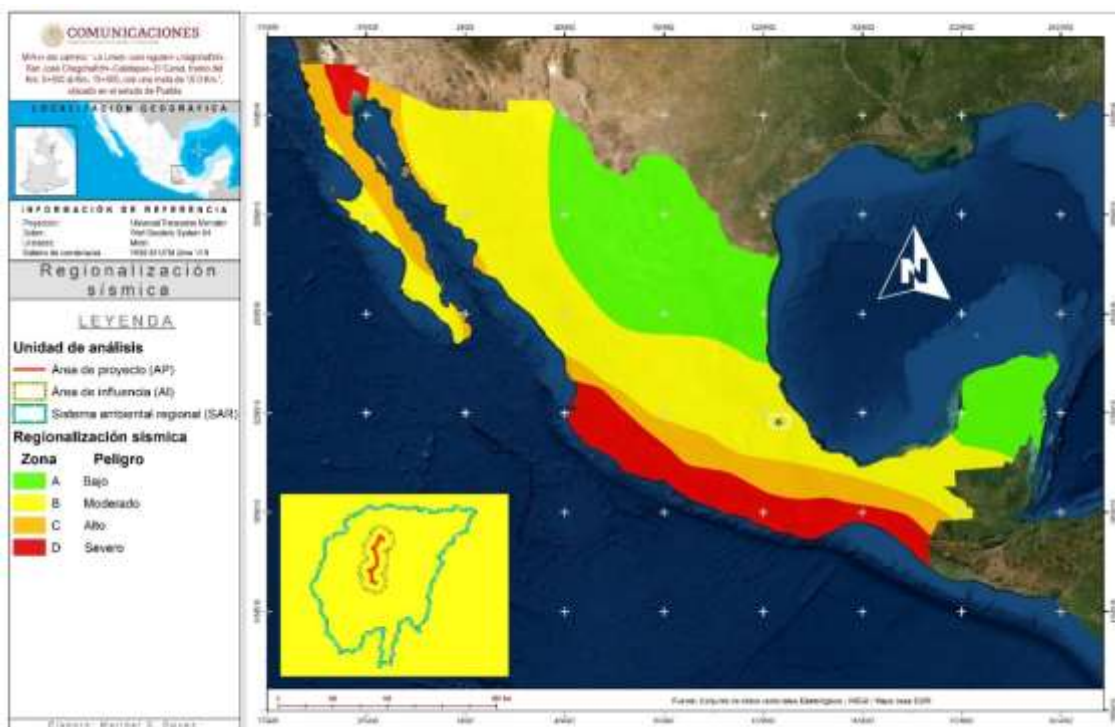


Figura 20. Regionalización sísmica en el SAR, AI y AP

#### IV. 1.10.2 Susceptibilidad de la zona a derrumbes, flujos y deslizamientos

De acuerdo con el Servicio Geológico Nacional, la inestabilidad de una ladera provoca el movimiento pendiente abajo de suelos, rocas y vegetación bajo la influencia de la gravedad. Los materiales se mueven a través de diferentes mecanismos: caídos o derrumbes, flujos y deslizamientos. Por otra parte, según el CENAPRED Los movimientos de las laderas ocurren cuando el pie (parte inferior) o alguna otra parte del cuerpo de los cerros o de las montañas se ven afectadas por causas naturales o artificiales. Entre las causas naturales más comunes se encuentra el reblandecimiento del terreno por el agua de la lluvia, los sismos, la erosión y socavación que causan los ríos al pie de los cerros.

Las causas artificiales están, en algunos casos, relacionadas con las excavaciones o cortes que se realizan para extraer materiales, construir carreteras o preparar el terreno para la construcción de casas. Además de estas causas, existen otros factores que determinan la inestabilidad de las laderas; éstos son el clima, el tipo de rocas (geología), la forma del terreno (topografía) y la deforestación. La mayoría de los casos de inestabilidad ocurre en suelos y rocas alteradas suaves y su transporte ocurre de diferentes maneras: derrumbes, flujos y deslizamientos. En los siguientes apartados se describe cada una.

- Un derrumbe se define como el desprendimiento violento de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando

- Los flujos son movimientos de suelo y de fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso, muy rápidos; la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.
- Los deslizamientos son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura. Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y son, sobre ellas, que deslizan los materiales colapsados de una ladera.

Cada año, en las zonas montañosas de México ocurren numerosos casos de inestabilidad de laderas, causando decesos y cuantiosos daños materiales, principalmente en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Su ocurrencia es el resultado de la combinación de factores climáticos, geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y antropogénicos. Para el presente estudio se realizó la consulta del Conjunto de Datos Vectoriales de Susceptibilidad de Deslizamiento en Laderas del CENAPRED, basado en factores topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales. A partir de dicha información se definió que el SAR recae en alguna zona potencial a deslizamiento de laderas nombrada "Golfo de México".

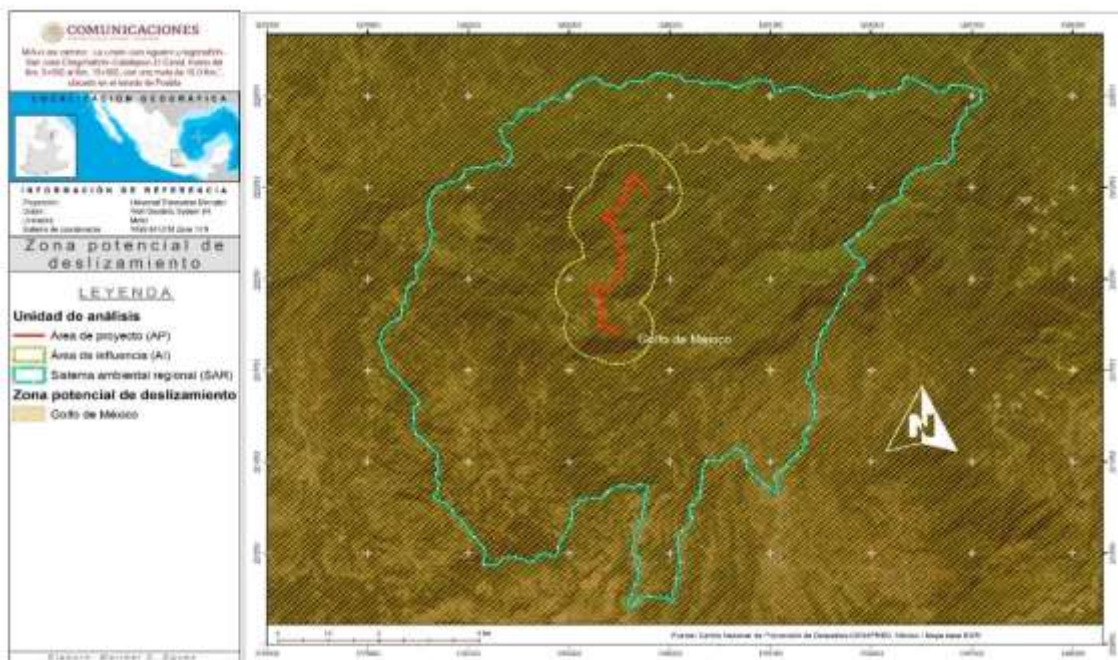
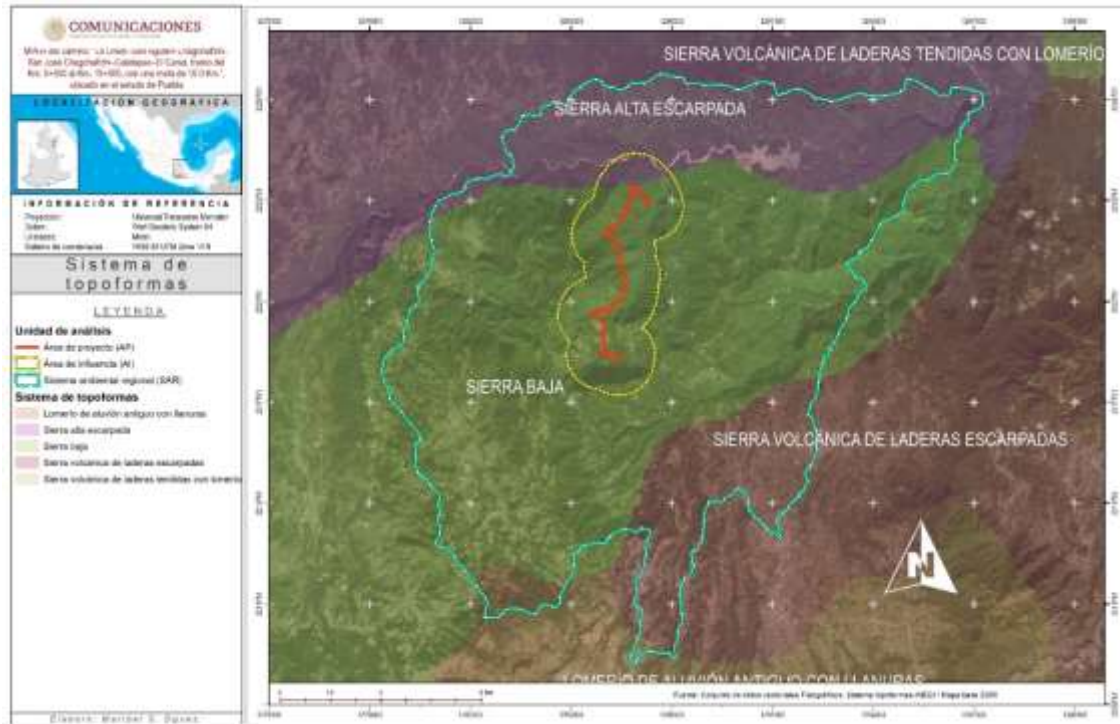


Figura 21. Zonas potenciales a deslizamiento en el SAR, AI y DDV

#### IV. 1.11 Sistema de topoformas

La clasificación fisiográfica comprende la provincia, que es una gran área con características similares; la subprovincia, primera subdivisión en donde las condiciones paisajísticas son más recurrentes; la discontinuidad fisiográfica, que es una zona con morfología propia que la distingue; los sistemas de topoformas que agrupan elementos, y las topoformas, que constituyen el producto de la interacción de los agentes formadores del relieve.

De acuerdo con la categorización antes descrita, se presenta el siguiente cuadro la superficie acuerdo a topoforma y la figura que lo ilustra.



**Figura 22. Provincias y subprovincia presente en el Sistema Ambiental Regional**

#### IV. 1.12 Suelos

Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), el Sistema Ambiental Regional está representada por las siguientes unidades de suelos:

Acrisol: El acrisol es un suelo con 100% un horizonte árgico, subsuperficial, con alto contenido de arcilla y una textura franco-arenosa o muy fina y un grado de saturación menor del 50%, por lo menos dentro de una profundidad de 125 cm a partir de la superficie; el acrisol háplico dispone de una concentración relativamente pobre de carbono orgánico en los 100 cm superficiales; a pesar del contenido de arcilla, carece de manchas gruesas con matices rojos con contenido férrico, así como de plintita (mezcla rica en hierro y pobre en materia orgánica); carece también de propiedades gleicas (alta saturación con agua).

Andosol: Típicamente, suelos negros de paisajes volcánicos; del japonés an, negro, y do, suelo. Vidrios y eyecciones volcánicas (principalmente ceniza, pero también tufa, pómez y otros) u otro material rico en silicato. Ondulado a montañoso, húmedo, y regiones árticas a tropicales con un amplio rango de tipo de vegetacións. La meteorización rápida de vidrios o eyecciones volcánicas resulta en la acumulación de complejos órgano-minerales estables o minerales de bajo grado de ordenamiento como alofano, imogolita y ferrihidrita. La meteorización ácida de otro material rico en silicato en climas húmedo y perhúmedo también lleva a la formación de complejos órgano-minerales estables.

Leptosol: Los leptosoles son suelos con menos de 25 cm de profundidad y cubren 54.3 millones de a aproximadamente; son suelos muy someros que se generan sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y pedregosos. Se encuentran en paisajes accidentados de sierras altas, complejas, plegadas y asociadas con cañadas o cañones, también se ubican en extensas planicies. Este grupo de suelo se encuentra en todas las zonas climáticas, aunque es más frecuente en zonas con altitud media o alta y en áreas fuertemente erosionadas. En el país se han identificado 41 tipos diferentes de este grupo de suelos, se encuentran mayor continuidad de Leptosoles en las sierras de San Carlos, sierras del Petén, Serranía del Burro, sierras del sur de Puebla, el Carso Yucateco y la gran sierra Plegada de la Sierra Madre Oriental.

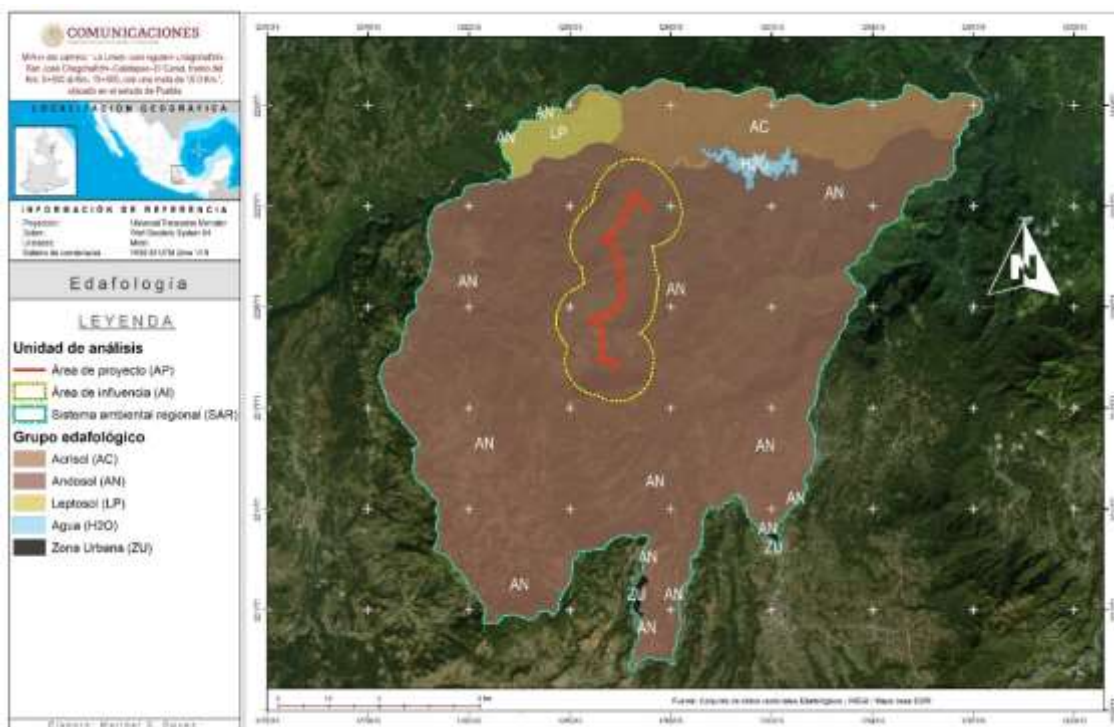


Figura 23. Unidades de suelo presentes en el Sistema Ambiental Regional (SAR)

#### IV. 1.12.1 Estado de conservación del suelo

Dentro del SAR, según el Mapa de Degradación de INEGI, se identifica degradación química tanto ligera como moderada.

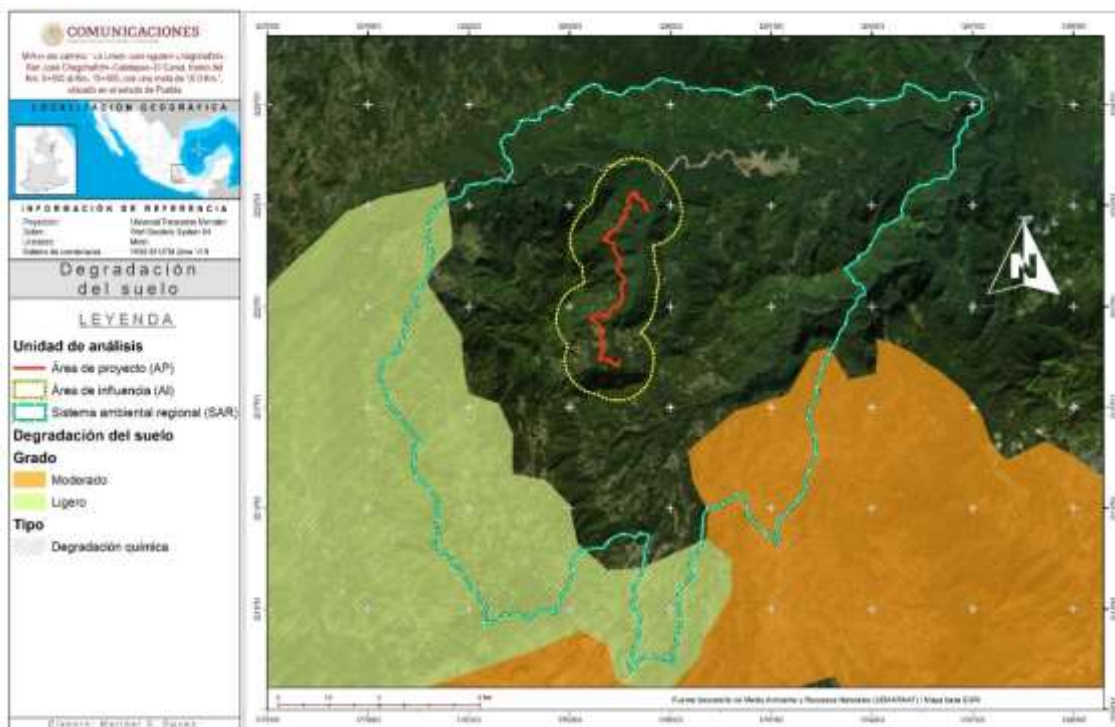


Figura 24. Degradación en el SAR, AI y DDV

#### IV. 1.13 Hidrología superficial y subterránea

##### IV. 1.13.1 Región hidrológica y Cuenca

La región hidrológica (RH) es un área delimitada por un parteaguas que al menos abarca dos cuencas hidrológicas, cuyas aguas fluyen a una corriente principal. Las regiones hidrológicas están subdivididas en cuencas hidrológicas, es decir, en superficies delimitadas por un parteaguas que fluyen hacia una corriente principal, o cuerpo de agua - de acuerdo con los criterios geográficos para delimitar cuencas hidrográficas- con la restricción de que ningún municipio puede pertenecer a dos o más regiones hidrológicas.

De acuerdo con el Mapa de Regiones Hidrológicas de México, el SAR se encuentra inmerso en el RH Norte de Veracruz y en la Cuenca Hidrológica Río Tecolutla. En los siguientes cuadros y figuras se observa lo antes mencionado.

RH Norte de Veracruz: Es la segunda región en extensión dentro del territorio veracruzano. El sistema fluvial determinante son las cuencas de los ríos Tuxpan-Nautla, además de los cauces secundarios y sistemas lagunares-estuarinos asociados a esta región, entre ellos Tamiahua y otros de menor dimensión. Esta región se caracteriza por presentar las principales expresiones geomorfológicas del litoral, como son las dunas e islas de barrera que se apoyan en arrecifes para formar extensos sistemas lagunares-estuarinos, entre ellos destacadamente Tamiahua y otros de menor dimensión. Ocupa 25.70% del total de la superficie del territorio veracruzano.

Comparativamente con las otras regiones hidrológicas, ésta ocupa el primer lugar en superficie de manglar y el tercer lugar en descarga fluvial. Cubre una extensión de 18,259 km<sup>2</sup> (25.07% del total de las regiones en su parte veracruzana) y la extensión total de manglar para dicha porción es de 215.44 km<sup>2</sup> que corresponden a 49.17% del total del estado; la descarga fluvial es de 14,193 millones de metros cúbicos, lo que representa 13.39% del total estatal.

Cuenca Hidrológica Río Tecolutla: La cuenca del río Tecolutla se encuentra entre los paralelos 19° 28' y 20° 30' de latitud norte y entre los meridianos 96° 58' y 98° 15' de longitud oeste. Está ubicada en los estados de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Veracruz; el área que drena, hasta la desembocadura en el Golfo de México, se estima en 7,342 km<sup>2</sup>. En la cuenca se pueden distinguir tres zonas: a) la parte alta, en la Sierra Madre Oriental, en la que los cauces se encuentran alojados en cañones angostos y profundos con fuertes pendientes; b) la parte intermedia, en donde disminuye la pendiente del cauce y es posible construir vasos de almacenamiento para generar energía eléctrica, y c) la parte baja que atraviesa la planicie costera del estado de Veracruz, hasta la desembocadura en el Golfo de México. Los arroyos que dan origen a esta importante corriente nacen en la Sierra de Puebla en los distritos de Huauchinango, Zacatlán, Acatlán y Teziutlán. La corriente principal recibe los nombres de arroyo Zapata, río Coyuca, río Apulco y finalmente río Tecolutla. Los afluentes principales son los ríos Xiucayucan, Tehuantepec, Laxaxalpan. En el curso medio recibe las aportaciones del arroyo Joloapan y río Chichicotzapa. El colector general tiene su origen en el arroyo Zapata, a una elevación de 3,500 m y 20 km al norte de Huamantla de Juárez, Tlax., vierten en él los arroyos Huicolotla y Los Lobos por la margen izquierda; a partir de estas confluencias recibe el nombre de río Coyuca. Su curso se desarrolla a 2,000 m de altitud en el estado de Puebla, donde recibe por la margen izquierda los arroyos Tetzoncuahuixtic y San José y por la margen derecha los arroyos Texocuixpan y Tlapizaco; en este sitio el colector se empieza a llamar río Apulco. En su recorrido, el colector general recibe a 1,460 m de altitud al arroyo La Gloria. La corriente principal recibe por su margen derecha otros dos afluentes de importancia que son los arroyos Xilita y Santalaco. El primero nace en el Cerro Caculco a 2,500 m de altura, a 2 km al oeste de Zacapoaxtla, Puebla, y después de un recorrido de 7 km se une al colector a 1,000 m de elevación y a 3.5 km aguas abajo de la confluencia del arroyo La Gloria. Sobre este afluente se encuentra la planta hidroeléctrica Xilita. Respecto al arroyo Santalaco, su origen se sitúa a 4 km al este de Zacapoaxtla, a 2,500 m de altitud cruzando por una topografía abrupta

Así mismo se encuentra dentro de la subcuenca Río Apulco, en el siguiente cuadro se muestran las proporciones presentes en el SAR, AI y DDV.

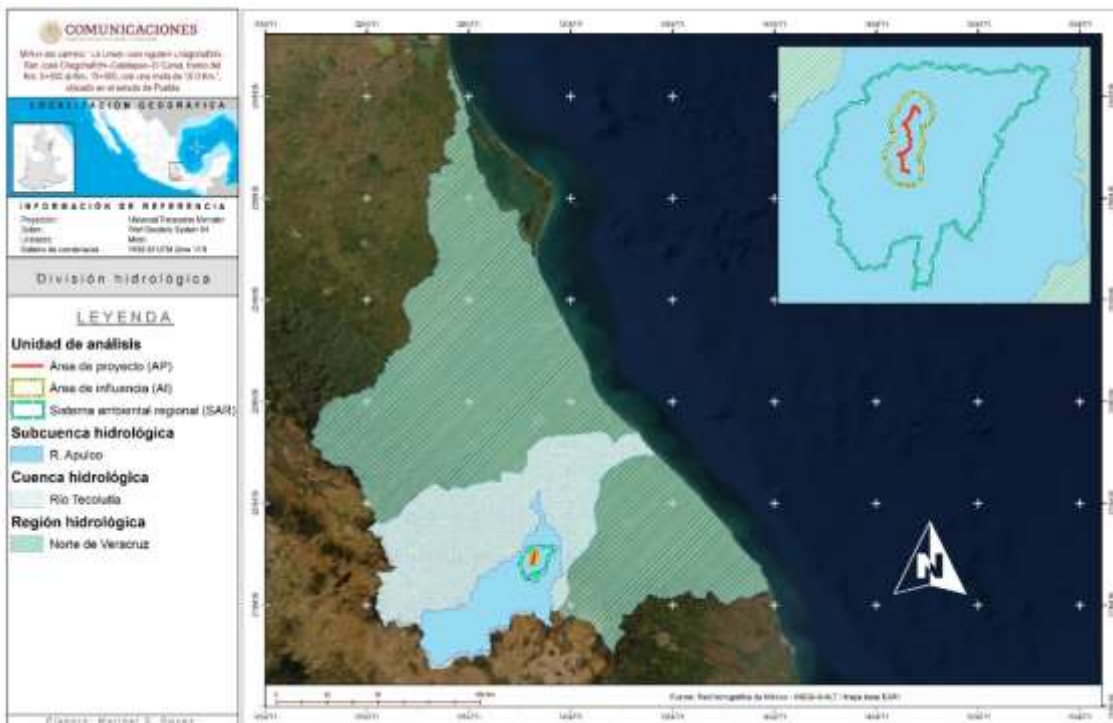


Figura 25. RH del SAR, AI y DDV.

Subcuenca del Río Apulco: presenta un potencial hidrológico puesto que por su ubicación dentro de la cuenca Río Tecolutla que abarca la mayor parte de la sierra Norte de Puebla y ocupa una superficie en el estado de 17.46% y su alta percepción de agua pluvial que va de precipitaciones de lluvia entre 1 500 a 3000 mm al año desgraciadamente no es aprovechado en su totalidad. Cabe señalar que aunque el potencial del uso del suelo sea de aptitud preferentemente forestal, la actividad principal de la Subcuenca del Río Apulco es la agricultura y ganadería, sin embargo las condiciones de riesgo y vulnerabilidad de alto grado de siniestralidad presenta un mayor grado de exposición a desastres naturales como el que ocurrió con la depresión tropical No. 11 del 5 de octubre de 1999 ; donde se produjo el mayor desastre natural 4° Encuentro de Jóvenes Investigadores – CONACYT 11° Coloquio de Jóvenes Talentos en la Investigación Acapulco, Guerrero 21, 22 y 23 de septiembre 2016 debido a las altas precipitaciones y por la presencia de asentamientos humanos precaristas en zonas vulnerables, el sobreuso de los recursos naturales y los altos niveles de pobreza han provocado la destrucción de importantes centros poblados, carreteras, deslizamientos de tierra, inundaciones, pérdida total de cultivos, animales y vidas humanas, agudizando de esta manera las condiciones económicas, sociales y ambientales de los habitantes del lugar esto ha puesto en evidencia la vulnerabilidad natural



del ambiente, la ausencia de un ordenamiento territorial y un manejo adecuado de la subcuenca del Rio Apulco.

Con relación a los cuerpos de agua, es oportuno señalar que de acuerdo con la información cartográfica en escala 1:50,000 del INEGI correspondiente a la subcuenca RH12AD en la que recae el Proyecto existen 13 escurrimientos de agua intermitentes para después convergen hacia el "Arroyo Chalchihuapan" y aguas abajo se une al "Rio Apulco" (INEGI, SIATL 2012). En la siguiente figura se muestran los escurrimientos del SAR.

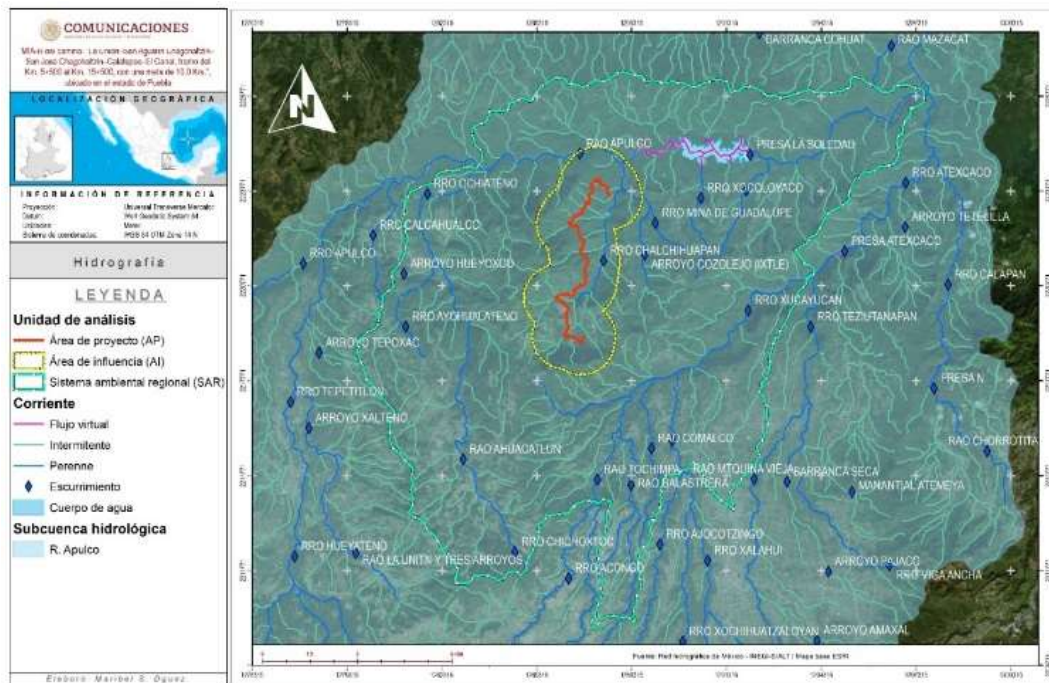


Figura 26. Hidrología del SAR.

En el siguiente cuadro se muestran imágenes de los escurrimientos que intersecan con el proyecto.

**Escurrecimiento 1**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
bado	656697.00	2202248.00	10 x 4 x 3

**Escurrimiento 2**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Losa	656497.00	2202270.00	5.70 x 4.50 x 3.10

**Escurrimiento 3**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Losa	656268.00	2203483.00	6.3 x 3 x 3

**Escurrimiento 4**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Losa	656294.00	2203547.00	8.60x4.90x2.80

**Escurrimiento 5**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Escurrimiento	657080.00	2204922.00	4.00 x7 x7

**Escurrimiento 6**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Sin Escurrimiento	656499.00	2203607.00	0

**Escurrimiento 7**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Losa	656766.00	2205782.00	10.50x5x5

**Escurrimiento 8**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Escurrimiento	656882.00	2206007.00	7x6

**Escurrimiento 9**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Tubo	657280.00	2206433.00	7.00x2.70x1.70

**Escurrimiento 10**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
--------------	---	---	-------------

Tubo	657424.00	2206618.00	5.00x4x3
------	-----------	------------	----------

**Escurrimiento 11**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Sin obra	657507.00	2207507.00	0.00

**Escurrimiento 12**



Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Tubo	658019.00	2206789.00	5.60x3.30x1.90

Escurrimiento 13			
			
Tipo de Obra	X	Y	Dimensiones
Losa	658083.00	2206585.00	4.00x2.60x1.90

#### IV.2.4.1 Acuífero

Además de los aspectos hidrológicos superficiales también es importante conocer la hidrología subterránea en el área de estudio, especialmente lo relacionado con los acuíferos. Un acuífero es una formación geológica, o grupo de formaciones o parte de una formación, capaz de acumular una significativa cantidad de agua subterránea, la cual puede brotar o extraerse para consumo. En el caso del SAR, este se encuentra inmerso dentro del acuífero "Tecolutla"

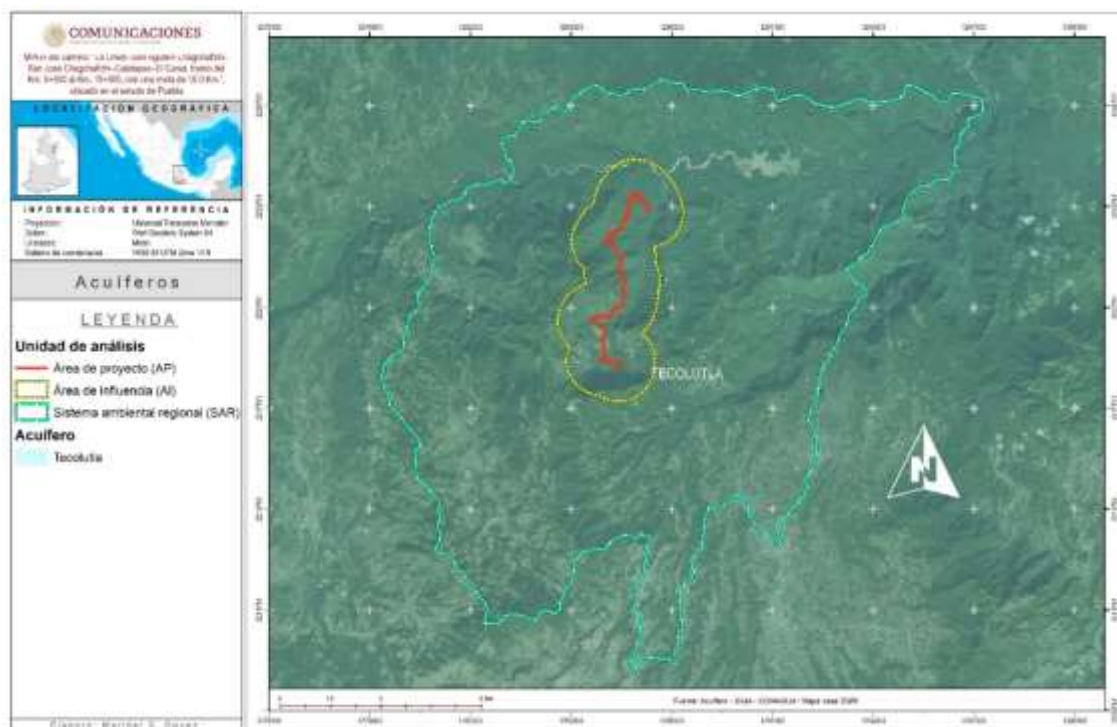
De acuerdo a los estudios de "Disponibilidad de media anual de los acuíferos" de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) el acuífero antes citado, presenta las siguientes características:

El acuífero Tecolutla, definido con la clave 3002 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo de las Aguas Subterráneas de la Comisión Nacional del Agua (SIGMAS), se localiza en la porción centro-norte del estado de Veracruz, entre los paralelos 19°29' y 20°44' de latitud norte y los meridianos 96°59' y 98°16' de longitud oeste, cubriendo una superficie de 7,584 km<sup>2</sup>.

La parte alta de la región está dominada por la Sierra Madre Oriental y la planicie por la Llanura Costera del Golfo de México. La corriente principal recibe los nombres de arroyo



Zapata, río Coyuca, río Apulco y finalmente el de río Tecolutla. Los afluentes principales son los ríos Xiucayucan, Tecuatepec y Laxaxalpan; en su curso medio recibe las aportaciones del arroyo Joloapan y del río Chichicatzapa. El colector general tiene su origen en el arroyo Zapata, en el parteaguas con la Región Hidrológica 18, a una elevación de 3,500 msnm a 20 km al norte de Huamantla de Juárez, Tlaxcala. Confluyen a él por margen izquierda los arroyos Huixcolotla y Los Lobos y a partir de esta confluencia recibe el nombre de río Coyuca. Su curso se desarrolla a 2,200 m de altitud en el estado de Puebla donde recibe por la margen izquierda los arroyos Tetzoncuahuixtic y San José y por la derecha los arroyos Texocuiapan y Tlapizaco; en ese sitio el colector cambia su nombre a río Apulco.



**Figura 27. Acuífero del SAR, AI y DDV.**

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, tanto en sentido horizontal como vertical, constituido por sedimentos aluviales, fluviales y eólicos depositados tanto en los subálveos de las corrientes fluviales como en la planicie costera. Está constituido en su porción superior por sedimentos aluviales de granulometría variada, areniscas y conglomerados, cuyo espesor puede alcanzar varios cientos de metros en el centro del valle. La porción inferior se aloja en una secuencia de rocas sedimentarias de origen marino entre las que destacan las calizas, lutitas y areniscas; así como rocas volcánicas (tobas y brechas volcánicas), que presentan permeabilidad secundaria por fracturamiento.

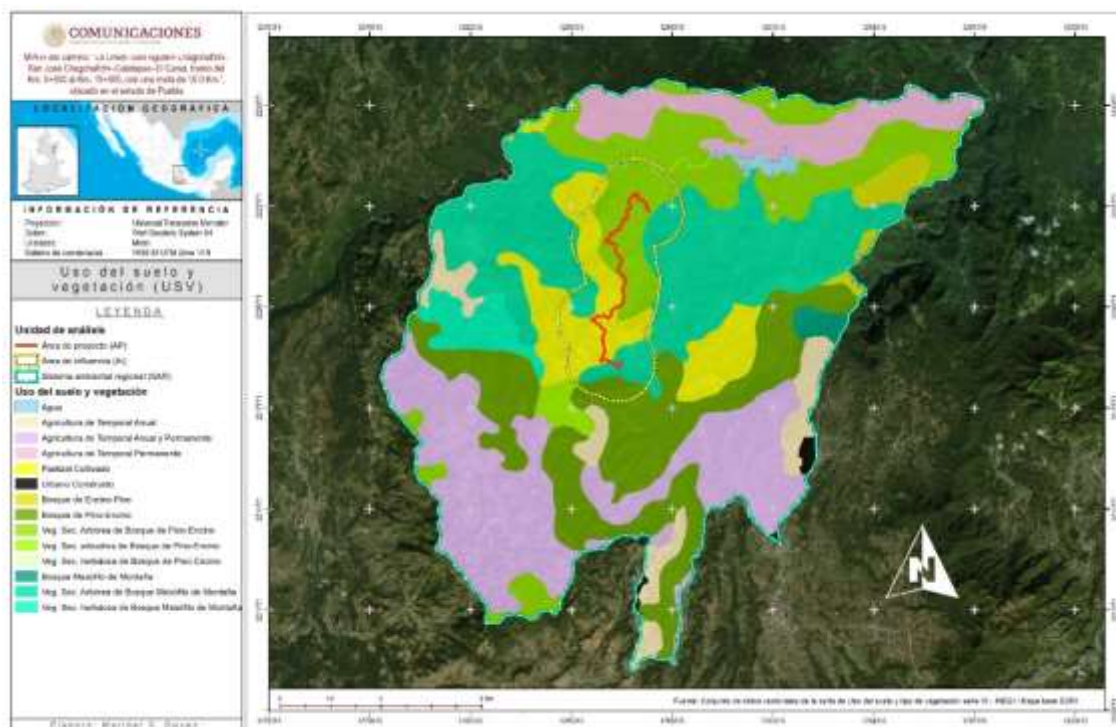
### IV.3 Medio biótico

#### IV.3.1 Flora y vegetación

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI, en el SAR se presenta 13 tipos diferentes de agroecosistemas, entre los que se encuentran: Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Agricultura de temporal permanente, Pastizal cultivado, Urbano construido, Agua, Bosque de encino-pino, Bosque de pino-encino, Vegetación secundaria de arbórea de Bosque de pino-encino, Vegetación secundaria de arbustiva de Bosque de pino-encino, Vegetación secundaria de herbácea de Bosque de pino-encino, Bosque mesófilo de montaña, Vegetación secundaria arbórea de Bosque mesófilo de montaña, Vegetación secundaria de herbácea de Bosque mesófilo de montaña.

**Cuadro 5. Usos del suelo y vegetación en el SAR.**

Uso de suelo y vegetación	SAR		AI		LC	
	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Agricultura de Temporal Anual	5317.03	10.08%		0.00%		0.00%
Agricultura de Temporal Permanente	2502.21	4.74%	274.87	23.04%	0.01	0.17%
Agricultura de Temporal Semipermanente	2219.27	4.21%		0.00%		0.00%
Agricultura de Temporal Semipermanente y Permanente	1381.77	2.62%		0.00%		0.00%
Asentamientos Humanos	629.35	1.19%	61.37	5.14%	0.86	15.03%
Cuerpo de Agua	7390.60	14.01%		0.00%		0.00%
Pastizal Cultivado	29806.27	56.50%	855.84	71.75%	4.85	84.79%
Selva Alta Perennifolia	439.17	0.83%		0.00%		0.00%
Vegetación Secundaria Arbórea de selva Alta Perennifolia	1685.50	3.19%	0.79	0.07%		0.00%
Vegetación Secundaria Arbustiva de selva Alta Perennifolia	1385.72	2.63%		0.00%		0.00%
<b>Total</b>	<b>52756.90</b>	<b>100%</b>	<b>1192.87</b>	<b>100%</b>	<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 28. Usos del suelo y vegetación en el SA, AI y AP**

De acuerdo con la "Guía de interpretación de cartografía del uso del suelo y vegetación" de INEGI, a continuación, se presenta la descripción de los principales usos de suelo y vegetación reportados para el SAR:

- **Pastizal Cultivado**  
Es el que se ha introducido intencionalmente en una región y para su establecimiento y conservación se realizan algunas labores de cultivo y manejo. Son pastos nativos de diferentes partes del mundo como: *Digitaria decumbens* (Zacate Pangola), *Pennisetum ciliaris* (Zacate Buffel), *Panicum maximum* (Zacate Guinea o Privilegio), *Panicum purpurascens* (Zacate Pará), entre otras muchas especies. Estos pastizales son los que generalmente forman los llamados potreros en zonas tropicales, por lo general con buenos coeficientes de agostadero.
- **Bosque Mesófilo de Montaña**  
Bosque muy variable en composición de especies pero con estructura y clima muy similares. Está dominado por árboles en varios estratos, con abundancia de helechos y epífitas. El follaje del 50% de sus especies de árboles se pierde durante alguna época del año. Comparten lluvias frecuentes, nubosidad, neblina y humedad atmosférica altas durante todo el año. Estos bosques han funcionado como refugios para especies durante los cambios climáticos de los últimos miles de años.
- **Bosque de Pino-Encino**  
Los bosques contribuyen a la provisión de bienes y servicios ambientales, tales como la conservación de diversidad biológica, captura de carbono, regulación del ciclo hidrológico y el clima (Seppelt et al., 2011). Después de las selvas, los bosques

de Pinus-Quercus son uno de los ecosistemas con mayor diversidad en el mundo; se extienden en los Estados Unidos de América, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua Honduras y Cuba (Mora y Alanís, 2016). La estructura de estos bosques se reconoce como un indicador clave de la fitodiversidad, la estabilidad ecológica y el desarrollo de los rodales (Franklin et al., 2002), que junto con la densidad y la diversidad son características importantes para la descripción cuantitativa de la vegetación (Gadow et al., 2007). En este sentido, los árboles son los elementos principales de la estructura ecosistémica (Del Río et al., 2003) y un adecuado indicador de la biodiversidad para evaluar el estatus del rodal forestal (Ozdemir et al., 2012).

**IV.3.1.1 Dimensiones del proyecto y uso actual del suelo**

**IV.3.1.2 Superficie del Predio (Derecho de Vía)**

Cabe señalar que el Derecho de Vía, corresponde a la superficie total del predio, como marco de referencia geográfico general del Proyecto; no obstante, para efectos de la Evaluación de Impacto Ambiental se emplea únicamente la línea de ceros, ya que fuera de esa superficie no habrá alguna afectación del proyecto por obras permanentes y/o temporales.

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 24,600 metros, tal y como se muestra en el siguiente Cuadro.

**Cuadro 6. Características geométricas de la superestructura**

Elemento	Valor
Largo	10,000.00 m
Amplitud	40.00 m

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 40.0022 ha.

**Cuadro 7. Superficie del Derecho de Vía**

Nombre	Superficie (ha)
Derecho de vía	40.0022

En la siguiente figura se muestra la ocupación del DDV del Proyecto:



Figura 29. Superficie del Predio (derecho de vía del proyecto).

### IV.3.1.3 Superficie del camino actual (Tipo E)

Dado que el proyecto se trata de la modernización y corrección de curvas de un camino existente, a continuación, se presentan las coordenadas de inicio y fin del camino actual.

Cuadro 8. Coordenadas del proyecto

Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
Inicio	Fin		Inicio		Fin	
			X	Y	X	Y
5+500	15+500	10	658082.91	2206442.10	657137.01	2202268.84

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **3.8969 hectáreas**, con una longitud de 10.00 km y una amplitud promedio de 3.69 metros.

**Cuadro 9. Características particulares del camino existente**

Longitud del camino existente	Ancho del camino existente	Superficie del camino actual
10 km	3.89 m	3.8969 ha

Posteriormente, en el SIG se cargó el trazo del camino proyectado (Tipo D) y se realizó un corte del camino actual, con respecto al nuevo trazo, y se obtuvo un shape que representa la superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros (superficie de afectación directa) del nuevo camino.

A continuación, se determinó que dicha área es de **3.6910 ha**; lo que representa que de las 3.8969 ha que ocupa el camino actual, solo 3.6910 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (.2059 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 10. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto**

Longitud del camino existente (1)	Ancho de camino existente (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (4)	Superficie total del camino actual (3+4)
10 km	3.89 m	3.6910 ha	0.2059 ha	3.8969 ha

**IV.3.1.4 Superficie del proyecto Tipo D**

En el Cuadro 11 se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

**Cuadro 11. Dimensiones del proyecto**

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	10,000.0
Ancho de derecho de vía (m)	40.0
Ancho de corona (m)	7
Ancho de calzada (m)	6
Ancho de línea de ceros promedio (m)	112,608 m
Sup. total del derecho de Vía (ha)	11.22

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGIS se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 19.4309 ha, y además se obtuvo que el área sin afectación (resto del derecho de vía) será de 64.3417 ha. En la siguiente Tabla se presenta un desglose del Derecho de Vía del Proyecto.

**Cuadro 12. Desglose de superficies del Derecho de Vía del Proyecto**

Área	Superficie (ha)
Área de afectación directa (línea de ceros)	11.2608
Área sin afectación (resto del derecho de vía)	28.7414
<b>Sup. total del Derecho de Vía</b>	<b>40.0022</b>

Por otra parte, ya que para la construcción del proyecto se realizarán cortes y terraplenes, en el siguiente Cuadro se presenta un desglose del área de afectación directa (línea de ceros).

**Cuadro 13. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto**

Área	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	7.4243	65.93%
	Superficie para cortes y terraplenes	3.8366	34.07%
<b>Total</b>		<b>11.2608</b>	<b>100%</b>

Contemplando que la línea de ceros recae en parte en la superficie que ocupa el camino actual, el siguiente Cuadro muestra la superficie que se aprovechará del camino actual y la superficie que se adicionará al Proyecto.

**Cuadro 14. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente**

Desglose de superficies	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	3.691	32.78%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	<b>7.5699</b>	<b>67.22%</b>
<b>Total</b>		<b>19.4309</b>	<b>100.00%</b>

**En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 11.2608 ha, de las cuales 3.6910 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 7.5699 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.**

#### IV.3.1.5 Vegetación en el área del proyecto

De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI, escala 1:50,000, la superficie del DDV, presenta los siguientes tipos de vegetación, tal como se muestra en el siguiente Cuadro y Figura.

**Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
PC	Pastizal Cultivado	13.1426	32.85%
VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque Mesófilo De Montaña	2.6979	6.74%
VSA/BP Q	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Pino-Encino	24.1618	60.40%
<b>Total</b>		<b>40.0022</b>	<b>100%</b>

Así mismo, se presenta un desglose de la Línea de Ceros según el mapa de uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI.

**Cuadro 16. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
PC	Pastizal Cultivado	3.5793	31.79%
VSA/BM	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque Mesófilo De Montaña	0.7058	6.27%
VSA/BPQ	Vegetación Secundaria Arbórea De Bosque De Pino-Encino	6.9757	61.95%
<b>Total</b>		<b>11.2608</b>	<b>100%</b>



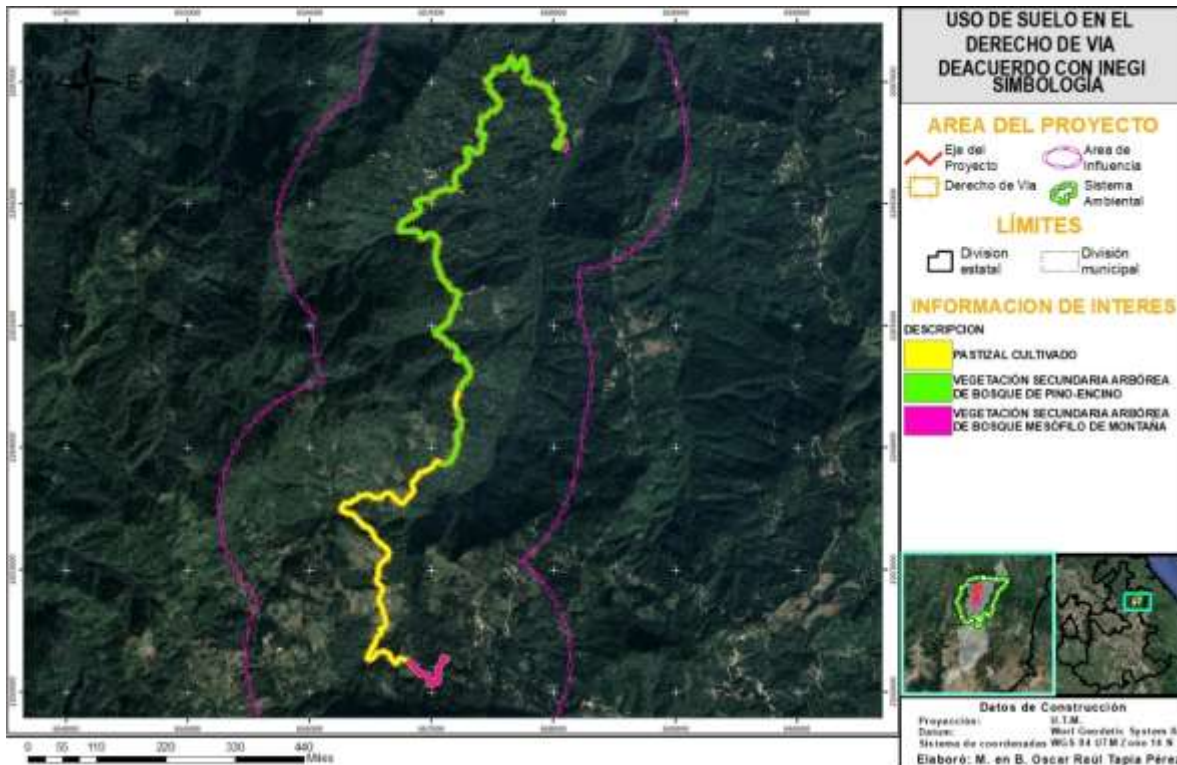


Figura 30. Uso de suelo y vegetación según INEGI

Es oportuno señalar que, la alternativa de trazo se ha propuesto con el criterio de tener el menor número de afectaciones a propiedad privada y a la vegetación forestal, tratando de evitar la construcción de terraplenes y teniendo siempre en cuenta que el volumen de corte no aumente considerablemente.

Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

**ARTICULO 7.** Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

**VI. Cambio de uso del suelo en terreno forestal:** La remoción total o parcial de la vegetación forestal de los terrenos forestales arbolados o de otros terrenos forestales para destinarlos o inducirlos a actividades no forestales;

**LXXI Bis. Terreno forestal arbolado:** Terreno forestal que se extiende por más de 1,500 metros cuadrados dotado de árboles de una altura superior a 5 metros y una cobertura de copa superior al diez por ciento, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. Incluye todos los tipos de bosques y selvas de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía que cumplan estas características;

**LXXI. Terreno forestal:** Es el que está cubierto por vegetación forestal o vegetación secundaria nativa, y produce bienes y servicios forestales;

**LXXX. Vegetación forestal:** Es el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales

**LXXXI. Vegetación secundaria nativa:** Aquella vegetación forestal que surge de manera espontánea como proceso de sucesión o recuperación en zonas donde ha habido algún impacto natural o antropogénico

### **Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

**Artículo 2.** Para los efectos del presente Reglamento, además de la terminología contenida en la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, se entenderá por:

**V. Bosque,** vegetación forestal principalmente de zonas de clima templado, en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Esta categoría incluye todos los tipos de bosque señalados en la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática.

**XXXI. Selva,** Ecosistema forestal de clima tropical en el que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, excluyendo los acahuales y guamiles que cuentan con las características para ser considerados terrenos forestales; arbolados de acuerdo con esta Ley. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar, de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística y Geografía;

**XL. Vegetación forestal de zonas áridas,** aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea arbórea o arbustiva que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

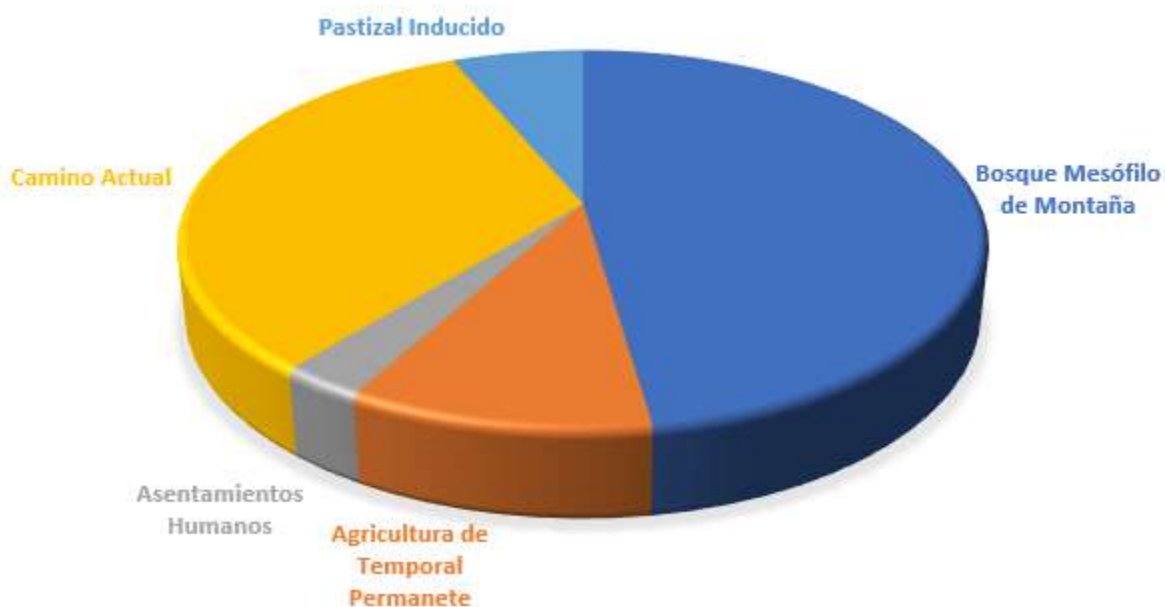
No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Por lo que en campo se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.

**Cuadro 17. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo**

Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	3.6910	32.78%
	Agricultura de Temporal Permanente	No Forestal	1.1636	10.33%
	Asentamientos Humanos	No Forestal	0.3199	2.84%
	Pastizal inducido	No Forestal	0.7143	6.34%
	<b>Subtotal No Forestal</b>		5.8889	104.59%
	Bosque Mesófilo de Montaña	Forestal	5.3725	47.71%
	<b>Subtotal Forestal</b>		<b>5.3725</b>	<b>47.71%</b>
	<b>Total, Línea de ceros</b>		11.2608	100%
Restante de DDV sin afectación			28.7414	
<b>Superficie del derecho de vía</b>			<b>40.0022</b>	

De acuerdo con el Cuadro y figura anterior, es oportuno recalcar que la superficie de afectación por el proyecto contempla dos usos de suelo general:

- **Forestal:** Todas aquellas áreas que son ocupadas por vegetación primaria o predominantemente primaria y secundaria, en este caso; Bosque Mesófilo de Montaña.
- **No forestal.** Áreas desprovistas de vegetación total o ausencia de especies, se refiere a aquellas áreas donde no se presenta crecimiento ni desarrollo de cobertura "forestal". Así mismo, se considera como "no forestal" aquellas zonas desprovistas de vegetación (que debido a las distintas actividades antropogénicas no se permiten procesos de sucesión natural). En este caso se agruparon las siguientes coberturas: Agricultura de temporal anual, Asentamientos humanos, aunado, por supuesto, a la superficie correspondiente al camino existente.



**Figura 31. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo**

En el siguiente Cuadro se desglosa la superficie por tipo de vegetación forestal que requerirán autorización en materia de Cambio de Uso del Suelo en Terrenos Forestales (CUSTF).

**Cuadro 18. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto**

Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Bosque Mesófilo de Montaña	5.3725	100%
<b>Total</b>	<b>5.3725</b>	<b>100%</b>

En el siguiente Cuadro se desglosa la superficie de CUSTF por polígono forestal.

**Cuadro 19. Polígonos de CUSTF para el proyecto**

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 1	Bosque Mesófilo de Montaña	0.3167
Polígono forestal 2	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0207

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 3	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0333
Polígono forestal 4	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0457
Polígono forestal 5	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2462
Polígono forestal 6	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0489
Polígono forestal 7	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2081
Polígono forestal 8	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0414
Polígono forestal 9	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0776
Polígono forestal 10	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1228
Polígono forestal 11	Bosque Mesófilo de Montaña	0.028
Polígono forestal 12	Bosque Mesófilo de Montaña	0.4876
Polígono forestal 13	Bosque Mesófilo de Montaña	0.008
Polígono forestal 14	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0337
Polígono forestal 15	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0407
Polígono forestal 16	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0258
Polígono forestal 17	Bosque Mesófilo de Montaña	0.221
Polígono forestal 18	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1024
Polígono forestal 19	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2674
Polígono forestal 20	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0486
Polígono forestal 21	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0083
Polígono forestal 22	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0566
Polígono forestal 23	Bosque Mesófilo de Montaña	0.3803
Polígono forestal 24	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0388
Polígono forestal 25	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0385
Polígono forestal 26	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1123
Polígono forestal 27	Bosque Mesófilo de Montaña	0.027
Polígono forestal 28	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0919
Polígono forestal 29	Bosque Mesófilo de Montaña	0.3106
Polígono forestal 30	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0162
Polígono forestal 31	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0283
Polígono forestal 32	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0951
Polígono forestal 33	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1114
Polígono forestal 34	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0805
Polígono forestal 35	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0653
Polígono forestal 36	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0937
Polígono forestal 37	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0009

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 38	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 39	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0054
Polígono forestal 40	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0123
Polígono forestal 41	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0010
Polígono forestal 42	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0010
Polígono forestal 43	Bosque Mesófilo de Montaña	0.2689
Polígono forestal 44	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0014
Polígono forestal 45	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0007
Polígono forestal 46	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0184
Polígono forestal 47	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0571
Polígono forestal 48	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0001
Polígono forestal 49	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0272
Polígono forestal 50	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 51	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0163
Polígono forestal 52	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0432
Polígono forestal 53	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0381
Polígono forestal 54	Bosque Mesófilo de Montaña	0.4050
Polígono forestal 55	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0107
Polígono forestal 56	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0051
Polígono forestal 57	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0001
Polígono forestal 58	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0071
Polígono forestal 59	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0432
Polígono forestal 60	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0281
Polígono forestal 61	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0005
Polígono forestal 62	Bosque Mesófilo de Montaña	1.4428
Polígono forestal 63	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0007
Polígono forestal 64	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0105
Polígono forestal 65	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0013
Polígono forestal 66	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0312
Polígono forestal 67	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 68	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0092

Polígono forestal	Vegetación	Superficie (Ha)
Polígono forestal 69	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0212
Polígono forestal 70	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0002
Polígono forestal 71	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0003
Polígono forestal 72	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0029
Polígono forestal 73	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0012
Polígono forestal 74	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0004
Polígono forestal 75	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0008
Polígono forestal 76	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0005
Polígono forestal 77	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0092
Polígono forestal 78	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0002
Polígono forestal 79	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0012
Polígono forestal 80	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0245
Polígono forestal 81	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1357
Polígono forestal 82	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0098
Polígono forestal 83	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0613
Polígono forestal 84	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0810
Polígono forestal 85	Bosque Mesófilo de Montaña	0.1623
Polígono forestal 86	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0101
Polígono forestal 87	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0007
Polígono forestal 88	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0103
Polígono forestal 82	Bosque Mesófilo de Montaña	0.0098
<b>Subtotal</b>		<b>5.3725</b>
<b>Total</b>		<b>5.3725</b>

Por otra parte, en la siguiente figura se muestra la superficie que requerirá autorización en materia de Cambio de Uso de Suelo en Terrenos Forestales. Las coordenadas de esta superficie se presentan en el siguiente cuadro.

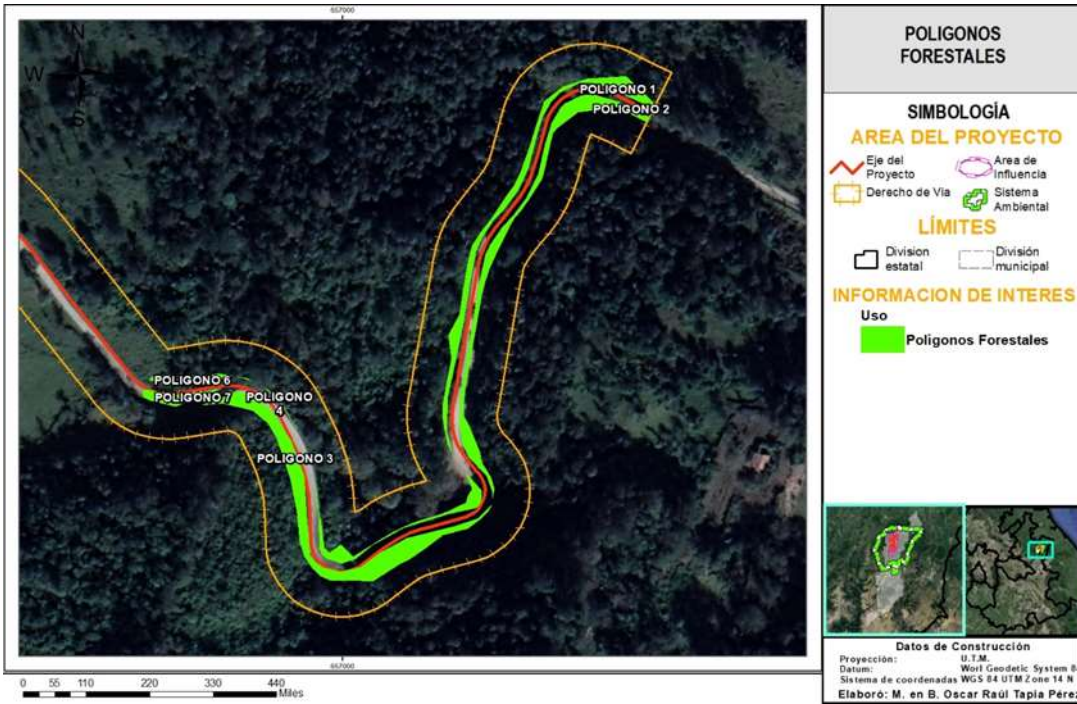


Figura 32. Polígonos forestales (A)



Figura 33. Polígonos forestales (B)





Figura 34. Polígonos forestales (C)



Figura 35. Polígonos forestales (D)



Figura 36. Polígonos forestales (E)



Figura 37. Polígonos forestales (F)



Figura 38. Polígonos forestales (G)

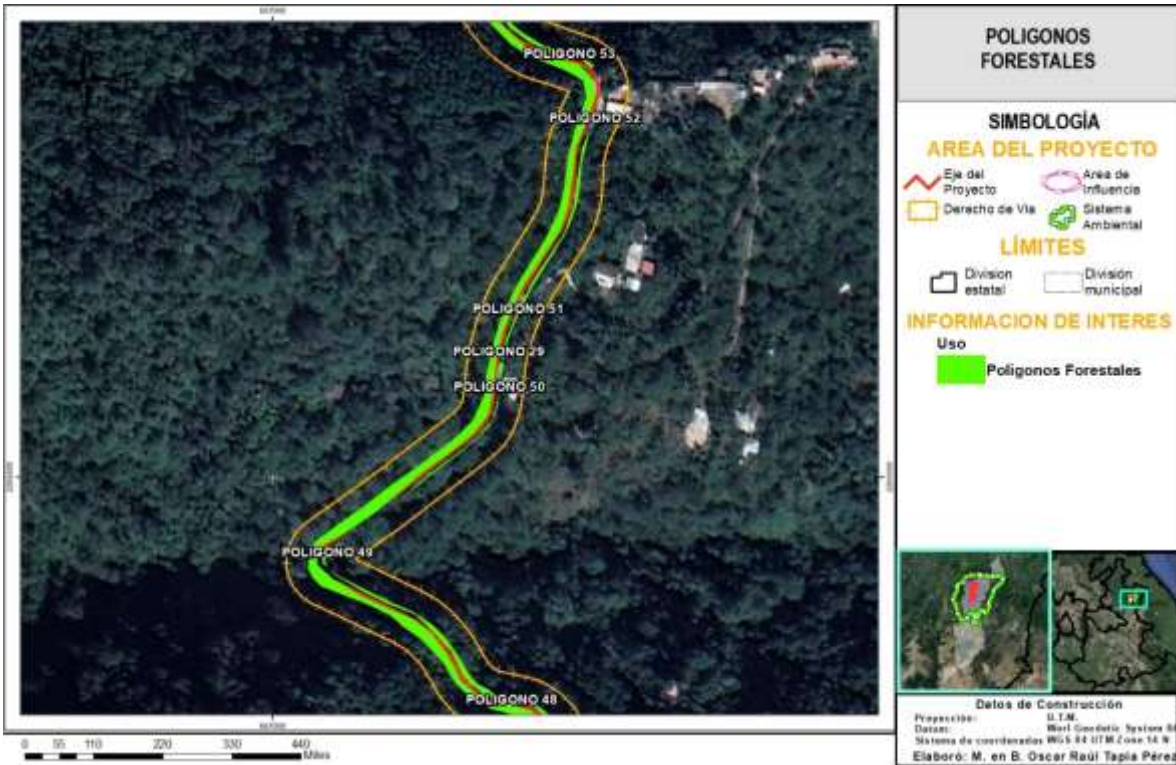


Figura 39. Polígonos forestales (H)



Figura 40. Polígonos forestales (I)



Figura 41. Polígonos forestales (J)

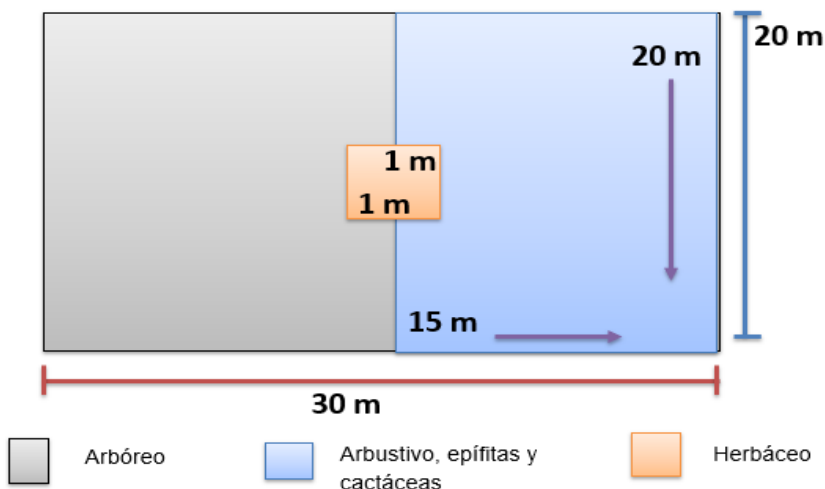


Figura 42. Polígonos forestales (K)

### IV.3.2 Metodología para la caracterización de la vegetación presente en el AP y SAR (Fase de campo y gabinete).

Para caracterizar la vegetación y conocer la composición florística en el SAR, área de influencia (AI) y de proyecto (AP) se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple, estableciendo 13 sitios rectangulares tomando como referencia las siguientes unidades:

- ✓ Sitio rectangular de 0.06 ha (600 m<sup>2</sup>). En esta unidad se contabilizaron, medirán y registrarán todos los individuos arbóreos cuyo diámetro normal (diámetro de fuste principal a una altura de 1.30 m sobre el suelo) sea mayor a 5 cm.
- ✓ Sitio rectangular de 0.03 ha (300 m<sup>2</sup>). Esta unidad quedó dentro la unidad de 600 m<sup>2</sup>, en esta se contabilizaron, midieron y registraron todos los individuos arbustivos, epífitas y cactáceas.
- ✓ Sitio rectangular de 3.14 m<sup>2</sup>. En el centro del sitio rectangular de 300 m<sup>2</sup>, se incluyó un tercer sitio, con un radio de 1 m, en el que se contabilizaron y registrarón las ejemplares herbáceos.



**Figura 43. Diagrama de muestreo de vegetación**

En el siguiente cuadro se presentan las características que se consideraron para la clasificación de los ejemplares florísticos en los diferentes estratos de la vegetación, así como las variables de interés que se recabaron en campo, contemplando que para hacer más eficiente el trabajo dichas variables se diferencian según el área de estudio.

**Cuadro 20. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación.**

Estrato	Características	Variables de interés en el área	
		Área del Proyecto	Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional
<b>Herbáceo</b>	Todos los ejemplares no leñosos, ni de la familia Cactaceae	<p><b>Número de individuos por especie.</b></p> <p><b>Altura.</b> Se midió la altura total del individuo.</p> <p><b>Diámetro de copa mayor.</b> Se midió el diámetro mayor de la parte aérea.</p> <p><b>Diámetro de copa menor.</b> Se midió el diámetro menor de la parte aérea.</p>	<p><b>Número de individuos por especie.</b></p> <p><b>Diámetro de copa mayor.</b> Se midió el diámetro mayor de la parte aérea.</p> <p><b>Diámetro de copa menor.</b> Se midió el diámetro menor de la parte aérea.</p>
<b>Arbustivo y epifitas</b>	Ejemplares que no tiene un tronco predominante. Los troncos se ramifican a partir de la base (ramas). Presentan una altura generalmente menor a 5 metros	<p><b>Número de individuos por especie.</b></p> <p><b>Altura.</b> Se midió la altura total del individuo.</p> <p><b>Diámetro de copa mayor.</b> Se midió el diámetro mayor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.</p> <p><b>Diámetro de copa menor.</b> Se midió el diámetro menor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.</p>	<p><b>Número de individuos por especie.</b></p> <p><b>Diámetro de copa mayor.</b> Se midió el diámetro mayor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.</p> <p><b>Diámetro de copa menor.</b> Se midió el diámetro menor de la copa del arbusto, tomando en cuenta el conjunto de ramas que conforman el arbusto.</p>
<b>Árbol</b>	Ejemplares en los que existe un tronco predominante. Presenta una altura generalmente mayor a 5 metros Presentan un diámetro normal de al menos 5	<p><b>Altura.</b> Se midió la altura total del individuo; así como la de sus ramas y brazos.</p> <p><b>Diámetro normal.</b> Diámetro de la sección transversal del fuste a 1.30 m de altura, tanto del fuste principal como la de sus ramas y brazos con diámetro normal mayor a 5 cm.</p>	<p><b>Diámetro de copa mayor.</b> Se mide el diámetro mayor de la copa del árbol.</p> <p><b>Diámetro de copa menor.</b> Se midió el diámetro menor de la copa del árbol.</p>

Estrato	Características	Variables de interés en el área	
		Área del Proyecto	Área de Influencia y Sistema Ambiental Regional
	cm, y es susceptible de ser aprovechado como materia prima forestal maderable.	<p><b>Diámetro de copa mayor.</b> Se midió el diámetro mayor de la copa del árbol.</p> <p><b>Diámetro de copa menor.</b> Se midió el diámetro menor de la copa del árbol.</p> <p>Se registraron como individuo solo el fuste principal y los demás fustes con diámetro normal mayor a 5 cm serán medidos y registrados como brazos.</p> <p>Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos</p>	Los diámetros de copa corresponden a la cobertura del individuo principal con todo y sus brazos.

La distribución de sitios de muestreo se enfocó principalmente en los tipos de vegetación que se reportaron en el área inmediata al trazo del proyecto, esto con el fin de conocer las especies vegetales que pudieran verse afectadas por el desarrollo del proyecto.

Para el caso del SAR y AI se realizaron 8 sitios de muestreo para cada unidad de análisis enfocados en Bosque Mesófilo de Montaña que es el tipo de vegetación presente en el área de afectación directa del proyecto y de la cual se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

A partir de los datos recabados en campo se obtuvo la estructura y composición florística para cada área de referencia (SAR, AI y AP), además se calcularon índices para estimar la diversidad específica.

Los índices de diversidad son expresiones matemáticas que usan tres componentes de la estructura de la comunidad: Riqueza (número de especies presentes), Equitatividad (uniformidad en la distribución de individuos entre las especies), y Abundancia (número total de organismos presentes), para describir la respuesta de una comunidad a la calidad de su ambiente. La posición del planteamiento de la diversidad es que los ambientes no alterados se caracterizan por tener una alta diversidad o riqueza, una distribución uniforme de individuos entre las especies y una moderada a alta cantidad de individuos. En ambientes alterados la comunidad generalmente responde con un descenso de la diversidad con



pérdida de organismos sensibles, aumento en la abundancia de los organismos tolerantes, y por supuesto un descenso de la equitatividad.

En algunos casos, el valor del índice de diversidad estimado puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y abundancia. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad como de una comunidad con alta riqueza y baja equitatividad. Esto significa que el valor del índice aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad).

En el caso particular de este estudio, los índices utilizados para medir la diversidad de los diferentes tipos de vegetación en el SAR fueron: Riqueza específica (S), Diversidad máxima (H' índice de Pielou (J) el índice de Simpson (D), y el índice de Shannon-Wiener (H').

- Riqueza (S): es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa únicamente en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas.
- Diversidad máxima (H' max): será máxima cuando todas las especies S estén representadas por el mismo número de individuos ni, es decir, que la comunidad tenga una distribución de abundancias perfectamente equitativa.

$$H' \text{ max} = \ln (S)$$

- Índice de diversidad Simpson (D): Este fue el primer índice de diversidad usado en ecología. Es un índice basado en la dominancia, son parámetros inversos al concepto de uniformidad o equidad de la comunidad. Tomando en cuenta la representatividad de las especies con mayor valor de importancia sin evaluar la contribución del resto de las especies. Manifiesta la probabilidad de que los individuos tomados al azar de una muestra sean de la misma especie. Es decir, cuanto más se acerca el valor de este índice a la unidad existe una mayor posibilidad de dominancia de una especie y de una población; y cuanto más se acerque el valor de este índice a cero mayor es la biodiversidad de un hábitat. Esto no es fácil de interpretar de manera intuitiva y podría generar confusión, razón por la cual se llegó al consenso de restar el valor de D a 1, quedando de la siguiente manera: 1- D. En este caso, el valor del índice también oscila entre 0 y 1, pero ahora, cuanto mayor es el valor, mayor es la diversidad de la muestra.

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): ni ÷ N

La interpretación de este índice se hizo en base a lo sugerido por Krebs (1985), quien indica que los valores menores a 0.35 se consideran como de diversidad baja, los valores entre

0.36 y 0.75 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 0.76 como de diversidad alta.

- Índice de Shannon-Wiener ( $H'$ ): Es un índice basado en la equidad, expresa la uniformidad de los valores de importancia atreves de todas las especies de la muestra. Mide el grado promedio de incertidumbres en predecir a que especie pertenecerá un individuo escogido al azar de una colección. Este índice se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5. Normalmente toma valores entre 1 y 4.5, valores por encima de 3 son altos en diversidad de especies.

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

Donde:

$S$  = número de especies (la riqueza de especies)

$p_i$  = proporción de individuos de la especie  $i$  respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie  $i$ ):  $n_i / N$

$n_i$  = número de individuos de la especie  $i$

$N$  = número de todos los individuos de todas las especies

La interpretación de este índice se hizo en base a lo sugerido por Magurran (1988), quien indica que los valores menores a 1.5 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 1.6 y 3 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 3.1 como de diversidad alta.

- Índice de Pielou: El índice de equidad de Pielou mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, de forma que 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes.

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}}$$

Además de los índices anteriores, se calculó el índice de valor de importancia (IVI) en cada estrato para cada una de las especies encontradas. El IVI es un índice sintético estructural, desarrollado principalmente para jerarquizar la dominancia de cada especie en rodales mezclados. Para calcular en IVI en cada estrato se utilizó la siguiente formula:

IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

La dominancia relativa es un estimador de la biomasa y se obtuvo de la siguiente manera:

$$\text{Dominancia relativa} = \frac{DA}{\text{DA de todas las especies}}$$

Donde:

Dominancia absoluta (DA) = Área basal de una especie / Área muestreada

La densidad relativa se refiere al porcentaje de la suma de todas las ocurrencias de una especie en particular respecto a la sumatoria de ocurrencia de todas las especies en la misma comunidad. Se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Densidad relativa} = \frac{\text{DenA}}{\text{DenA de todas las especies}}$$

Donde:

Densidad absoluta (DenA) = Número de individuos de una especie / Área muestreada

La frecuencia relativa indica la presencia de cada especie en los puntos de muestreo realizados, por lo que es un reflejo de las características de su distribución en el SAR y se obtuvo de la siguiente manera.

$$\text{Frecuencia relativa} = \frac{\text{FrecA}}{\text{FrecA de todas las especies}}$$

Donde:

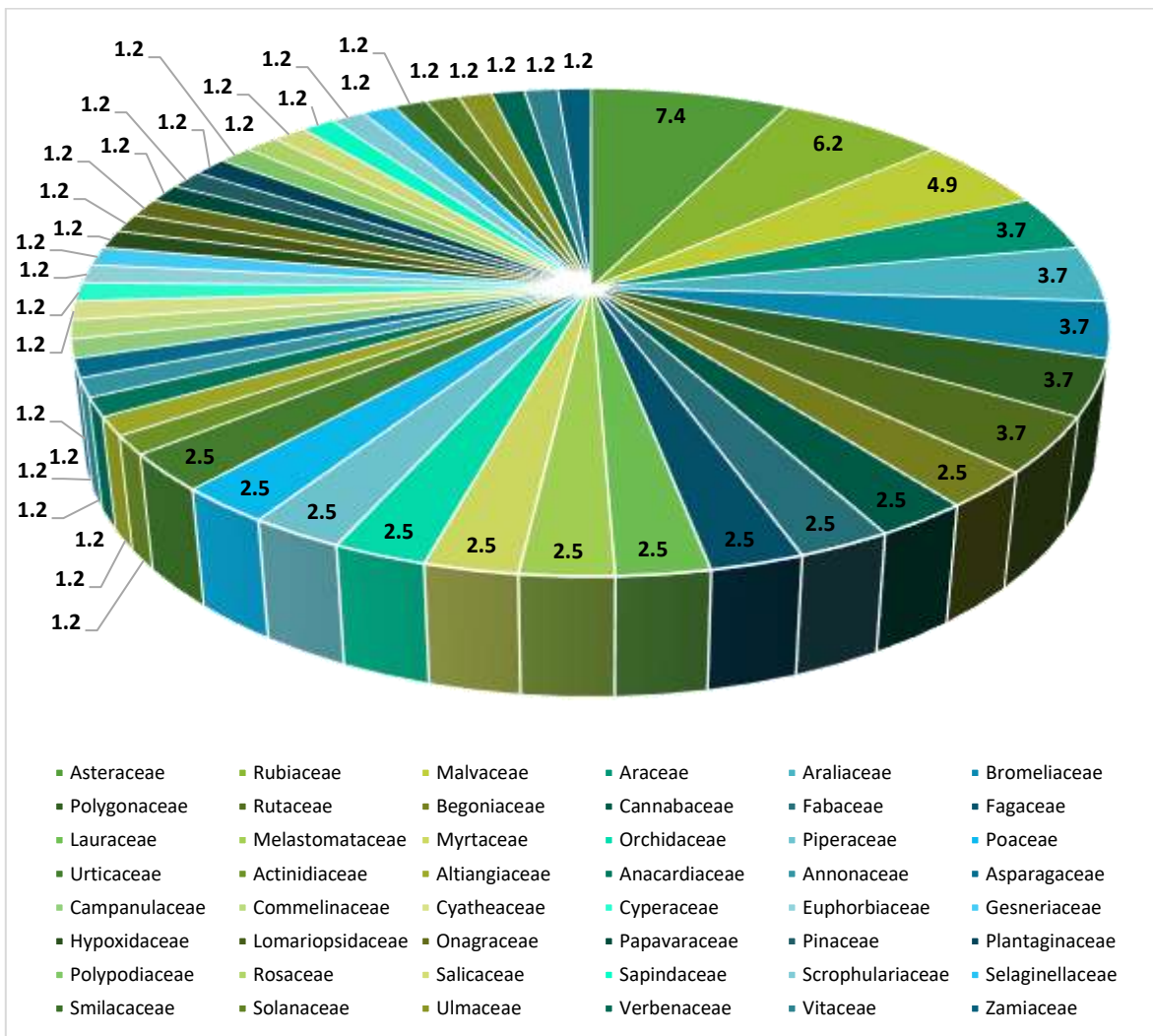
Frecuencia absoluta (FrecA) = Número de sitios donde se presentó la especie / Total de sitios muestreados.

### **IV.3.2.1 Resultados de composición y diversidad florística en el SAR**

#### **IV.3.2.1.1 Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)**

En el norte del municipio de Tlatlauquitepec, los bosques son abundantes y predomina el bosque mesófilo de montaña, constituido principalmente por: *Liquidambar styraciflua* (liquidámbar), jaboncillo, *Syzygium jambos* (pomarrosa), *Citrus x sinensis* (naranja), *Cecropia obtusifolia* (hormigo), *Cestrum nocturnum* var. *mexicanum* y *Sambucus mexicana*, entre otras especies (Cerón et al., 2006); al respecto, se realizaron 8 sitios de muestreo dentro del SAR (en el mismo tipo de vegetación que afectará el proyecto); los resultados se presentan a continuación.

Se encontró que este tipo de vegetación está formado por 72 géneros y 81 especies distribuidas en 48 familias. Las familias con mayor riqueza fueron ocho: Asteraceae (7.4%), Rubiaceae (6.2%), Malvaceae (4.9%) y; Araceae, Araliaceae, Bromeliaceae, Polygonaceae y Rutaceae con el 3.7% cada una.



**Figura 44. Composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña en el SAR**

En el siguiente cuadro se enlistan el total de especies registradas mientras que en el "Anexo Fotográfico de Flora" se pueden consultar imágenes de las especies encontradas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), *Astronium graveolens*, *Chamaedorea schiedeana* y *Zamia loddigesii* se encuentran como especies Amenazadas (A) y *Alsophila firma* y *Prosthechea vitellina* como especies Sujetas a Protección Especial (Pr).

**Cuadro 21. Listado florístico del BMM en SAR**

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO_Malezas
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia scabrida</i>	Ixtlahuatl	Arbóreo/arbustivo	-	-
2	Altiangiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Ocozote	Arbóreo/arbustivo	-	-

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO_Malezas
3	Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Amargoso	Arbóreo/arbustivo	A	-
4	Annonaceae	<i>Annona cherimola</i>	Chirimoya	Arbustivo	-	-
5	Araceae	<i>Chamaedorea schiedeana</i>	Palmilla	Arbustivo	A	-
6	Araceae	<i>Philodendron inaequilaterum</i>	Chilillo	Enredadera	-	-
7	Araceae	<i>Syngonium neglectum</i>	Lengua de vaca	Enredadera	-	-
8	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Higuera	Arbóreo/arbustivo	-	-
9	Araliaceae	<i>Oreopanax echinops</i>	Cinco hojas	Arbóreo/arbustivo	-	-
10	Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i>	Macuilillo	Arbóreo/arbustivo	-	-
11	Asparagaceae	<i>Yucca sp.</i>	Izote	Arbustivo	-	-
12	Asteraceae	<i>Acmella repens</i>	Tripa de pollo	Herbáceo	-	X
13	Asteraceae	<i>Ageratina pazcuarensis</i>	Raíz de serpiente	Arbustivo/herbáceo	-	-
14	Asteraceae	<i>Alloispermum integrifolium</i>	Hoja de pescado	Arbustivo	-	X
15	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	Herbáceo	-	X
16	Asteraceae	<i>Melampodium divaricatum</i>	-	Arbustivo	-	X
17	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Osmillo	Arbóreo/arbustivo	-	-
18	Begoniaceae	<i>Begonia fusca</i>	Begonia	Herbáceo	-	-
19	Begoniaceae	<i>Begonia incarnata</i>	Ala de Ángel	Arbustivo	-	-
20	Bromeliaceae	<i>Tillandsia deppeana</i>	Bromelia de la Sierra Madre Oriental	Epífita	-	-
21	Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Gallito	Epífita	-	-
22	Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Gallito	Epífita	-	-
23	Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i>	Aretitos	Arbustivo	-	X
24	Cannabaceae	<i>Aphananthe monoica</i>	Olmo	Arbustivo	-	-
25	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Matacaballo	Arbóreo	-	-
26	Commelinaceae	<i>Gibasis pellucida</i>	Tahitian bridelveil	Herbáceo	-	-
27	Cyatheaceae	<i>Alsophila firma</i>	Pesma	Arbustivo	Pr	-
28	Cyperaceae	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	Junco gigante	Herbáceo	-	-
29	Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Mala mujer	Arbóreo/arbustivo	-	X
30	Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>anomala</i>	Timbrillo	Arbóreo/arbustivo	-	-
31	Fabaceae	<i>Erythrina americana</i>	Colorín	Arbóreo	-	-
32	Fagaceae	<i>Quercus cortesii</i>	Encino	Arbóreo/arbustivo	-	-

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO_Malezas
33	Fagaceae	<i>Quercus delgadoana</i>	Encino blanco	Arbóreo	-	-
34	Gesneriaceae	<i>Columnnea schiedeana</i>	Mazorquita	Epífita	-	-
35	Hypoxidaceae	<i>Hypoxis juncea</i>	Fringend star grass	Herbáceo	-	-
36	Lauraceae	<i>Nectandra membranacea</i>	Laurel	Arbóreo/arbustivo	-	-
37	Lauraceae	<i>Persea americana</i>	Aguacate	Arbóreo	-	-
38	Lomariopsidaceae	<i>Lomariopsis recurvata</i>	Helecho	Arbustivo	-	-
39	Malvaceae	<i>Heliocharis appendiculatus</i>	Jonote	Arbóreo	-	-
40	Malvaceae	<i>Heliocharis donnell-smithii</i>	Jonote	Arbustivo	-	-
41	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	Arbustivo	-	X
42	Malvaceae	<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tapatillo	Arbóreo/arbustivo	-	-
43	Melastomataceae	<i>Arthrostemma ciliatum</i>	Acedillo	Arbustivo/herbáceo	-	X
44	Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	Arbustivo	-	-
45	Myrtaceae	<i>Eugenia karwinskyana</i>	Guayabillo	Arbóreo/arbustivo	-	-
46	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	Arbóreo/arbustivo	-	-
47	Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i>	Alfilerillo	Herbáceo	-	X
48	Orchidaceae	<i>Lycaste consobrina</i>	Canela	Epífita	-	-
49	Orchidaceae	<i>Prosthechea vitellina</i>	Manuelitos	Epífita	Pr	-
50	Papavaraceae	<i>Bocconia arborea</i>	Chicalote de árbol	Arbóreo/arbustivo	-	-
51	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	Ocote	Arbóreo	-	-
52	Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	Arbóreo/arbustivo	-	-
53	Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierba santa	Arbustivo	-	-
54	Plantaginaceae	<i>Plantago australis</i>	Llantén	Herbáceo	-	-
55	Poaceae	<i>Cenchrus ciliaris</i>	Pasto búffel	Herbáceo	-	X
56	Poaceae	<i>Lasiacis nigra</i>	Carricillo	Herbáceo	-	-
57	Polygonaceae	<i>Persicaria capitata</i>	Nudosilla africana	Herbáceo	-	-
58	Polygonaceae	<i>Persicaria lapathifolia</i>	Chilillo blanco	Arbustivo	-	-
59	Polygonaceae	<i>Rumex pulcher</i>	Hierba colorada	Arbustivo	-	X
60	Polypodiaceae	<i>Polypodium polypodioides</i>	Helecho	Herbáceo	-	-
61	Rosaceae	<i>Rubus liebmannii</i>	Mora silvestre	Enredadera	-	-
62	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Arbustivo	-	X
63	Rubiaceae	<i>Crusea calocephala</i>	Azulejo	Arbustivo	-	-
64	Rubiaceae	<i>Psychotria berteriana</i>	Belilla	Arbustivo	-	-
65	Rubiaceae	<i>Psychotria elata</i>	Labios ardientes	Arbustivo	-	-
66	Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i>	Crucetita	Arbustivo	-	-

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO_Malezas
67	Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja	Arbóreo	-	-
68	Rutaceae	<i>Coffea arabica</i>	Cafeto	Arbustivo	-	-
69	Rutaceae	<i>Zanthoxylum foliolosum</i>	Timbrillo	Arbustivo	-	-
70	Salicaceae	<i>Xylosma velutina</i>	-	Arbustivo	-	-
71	Sapindaceae	<i>Cupania dentata</i>	Tres lomos	Arbustivo	-	-
72	Scrophulariaceae	<i>Buddleja cordata</i>	Zompantle	Arbóreo	-	-
73	Selaginellaceae	<i>Selaginella delicatissima</i>	Selaginela	Herbáceo	-	-
74	Smilacaceae	<i>Smilax glauca</i>	Alambre	Enredadera	-	-
75	Solanaceae	<i>Solanum aligerum</i>	Higuera	Arbóreo/arbustivo	-	-
76	Ulmaceae	<i>Ulmus mexicana</i>	Ilite	Arbóreo/arbustivo	-	-
77	Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Hormigo	Arbóreo/arbustivo	-	-
78	Urticaceae	<i>Ureia caracasana</i>	Mal hombre	Arbustivo	-	-
79	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Arbustivo/herbáceo	-	X
80	Vitaceae	<i>Vitis tiliifolia</i>	Uva	Enredadera	-	-
81	Zamiaceae	<i>Zamia loddigesii</i>	Camotillo	Arbustivo	A	-

Clasificando las especies de acuerdo a su estado de madurez, el estrato más diverso resultó ser el arbustivo con 30 especies identificadas (que representa el 37% del total), seguido del estrato arbóreo con 27 entidades florísticas, el herbáceo con 13, las plantas epífitas con 6 y por último las plantas escandentes con 5 especies, sin embargo, como se describe en lo subsecuente, dentro de los estratos arbustivo y herbáceo fueron considerados individuos que de acuerdo a sus características dasométricas no cumplen con los requisitos necesarios para ser considerados árboles o arbustos (es decir, son renuevos) por lo que es probable, que en lo subsecuente, los resultados presentados puedan no coincidir (aplica para las diferentes áreas de estudio).

#### IV.3.2.1.1 Análisis estructural y de diversidad por estrato

##### a) Arbóreo

Está formado por 27 especies, de ellas, *U. mexicana* es la que presenta mayor importancia ecológica con un IVI de 50.2, en contraste, *Citrus x sinensis* es el elemento con menor Valor de importancia. 5 especies aportan el 55% del VI: *U. mexicana*, *L. styraciflua*, *D. arboreus*, *O. echinops* y *Q. cortesii*. Las identidades florísticas con mayor densidad relativa son *U. mexicana* y *D. arboreus* calculándose hasta 165 y 102 individuos por hectárea respectivamente; los elementos con menor cantidad de representantes son: *P. americana*, *B. arborea* y *Citrus x sinensis*. En cuanto a frecuencia relativa, *U. mexicana* estuvo presente en todos los sitios de muestreo. Las identidades florísticas con mayor dominancia relativa

(calculada a partir de la cobertura de copa) son tres: *L. styraciflua*, *U. mexicana* y *O. echinops* con una cobertura de copa de 1451, 1121 y 823 m<sup>2</sup>, en contraste las especies con menor dominancia relativa son dos: *B. arborea* y *Citrus x sinensis*.

**Cuadro 22. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo del BMM en el SAR**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABS. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% VALOR DE IMPORT.	INDICE DE SIMPSON	INDICE DE SHANNON
1	<i>Ulmus mexicana</i>	79	165	22.1	11.6	16.6	50.2	16.7	0.1	2.7
2	<i>Liquidambar styraciflua</i>	42	88	11.7	7.2	21.5	40.4	13.5		
3	<i>Dendropanax arboreus</i>	49	102	13.7	7.2	8.4	29.3	9.8		
4	<i>Oreopanax echinops</i>	20	42	5.6	7.2	12.2	25.0	8.3		
5	<i>Quercus cortesii</i>	17	35	4.7	7.2	9.1	21.1	7.0		
6	<i>Syzygium jambos</i>	20	42	5.6	5.8	4.4	15.7	5.2		
7	<i>Trichospermum mexicanum</i>	21	44	5.9	4.3	3.7	13.9	4.6		
8	<i>Astronium graveolens</i>	17	35	4.7	2.9	5.7	13.3	4.4		
9	<i>Saurauia scabrida</i>	10	21	2.8	5.8	2.8	11.4	3.8		
10	<i>Eugenia karwinskyana</i>	10	21	2.8	4.3	1.2	8.3	2.8		
11	<i>Trema micrantha</i>	7	15	2.0	4.3	2.0	8.3	2.8		
12	<i>Oreopanax xalapensis</i>	14	29	3.9	2.9	1.3	8.1	2.7		
13	<i>Pinus teocote</i>	3	6	0.8	2.9	3.5	7.2	2.4		
14	<i>Vernonanthura patens</i>	10	21	2.8	2.9	0.8	6.5	2.2		
15	<i>Nectandra membranacea</i>	5	10	1.4	4.3	0.6	6.4	2.1		
16	<i>Cecropia obtusifolia</i>	5	10	1.4	1.4	1.7	4.5	1.5		
17	<i>Cnidocolus multilobus</i>	4	8	1.1	2.9	0.4	4.4	1.5		
18	<i>Calliandra houstoniana var. anomala</i>	7	15	2.0	1.4	0.4	3.8	1.3		
19	<i>Solanum aligerum</i>	5	10	1.4	1.4	0.6	3.5	1.2		
20	<i>Piper amalago</i>	2	4	0.6	1.4	0.8	2.8	0.9		
21	<i>Buddleja cordata</i>	2	4	0.6	1.4	0.5	2.5	0.8		
22	<i>Persea americana</i>	1	2	0.3	1.4	0.7	2.5	0.8		
23	<i>Erythrina americana</i>	2	4	0.6	1.4	0.4	2.4	0.8		
24	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	2	4	0.6	1.4	0.4	2.4	0.8		
25	<i>Quercus delgadoana</i>	2	4	0.6	1.4	0.2	2.2	0.7		
26	<i>Bocconia arborea</i>	1	2	0.3	1.4	0.1	1.9	0.6		
27	<i>Citrus x sinensis</i>	1	2	0.3	1.4	0.0	1.8	0.6		
	TOTALES	358	746	100	100	100	300	100		



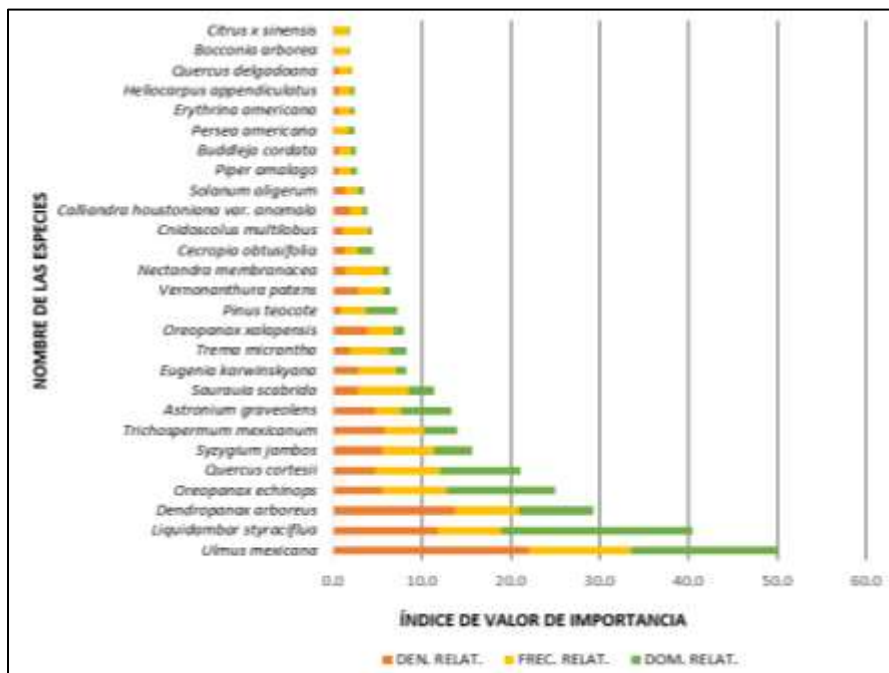


Figura 45. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo del BMM en el SAR

En cuanto a los índices de diversidad para este estrato se encontró:

- Una riqueza específica (S) de 27 especies, de las cuales, dos son exóticas (*S. jambos* y *Citrus x sinensis*), una es maleza (*C. multilobus*), una está Amenazada (*A. graveolens*), cuatro son especies endémicas (*C. multilobus*, *E. americana*, *Q. delgadoana* y *E. karwinskyana*) y tres de distribución restringida (*Q. cortesii*, *Q. delgadoana* y *N. membranacea*).
- Un índice de abundancia bajo (0.1), esto quiere decir que hay una baja probabilidad de que dos individuos seleccionados al azar sean de la misma especie.
- Una abundancia absoluta alta para tres especies: *U. mexicana*, *D. arboreus* y *L. styraciflua* calculándose hasta 165, 102 y 88 individuos por ha. respectivamente.
- Un índice de diversidad de 2.7 el cual se considera de categoría media.

**b) Arbustivo**

La identidad arbustiva que más destaca por su valor de importancia en el ecosistema es *A. firma* aportando el 14.2% del IVI total, sin embargo, dicho valor está dado (en gran parte) por su dominancia relativa, la cual supera por mucho a las otras especies; por otro lado, *L. laxiflora* es el elemento arbustivo con menor valor de importancia en el BMM. Las especies con mayor abundancia absoluta son: *S. jambos* y *A. firma* calculándose 533 y 396 individuos por hectárea respectivamente, por esta razón, también tienen una densidad relativa alta, en contraste, *A. monoica*, *H. donnell-smithii*, *C. obtusifolia*, *L. camara* y *L. laxiflora* son los elementos con menor número de representantes. *A. firma* es la única especie arbustiva presente en 6 de los 8 sitios de muestreo, y, por lo tanto, la de mayor frecuencia relativa.

En cuanto al IVI, 8 especies aportan el 51% del total: *A. firma*, *S. jambos*, *C. xalapensis*, *P. elata*, *C. schiedeana*, *P. berteriana*, *P. auritum* y *D. arboreus* (la primera y la quinta con status en la NOM-059).

**Cuadro 23. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo del BMM en el SAR**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABS. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	INDICE DE SIMPSON	INDICE DE SHANNON
1	<i>Alsophila firma</i>	95	396	9.3	6.7	26.7	42.7	14.2	0.1	3.3
2	<i>Syzygium jambos</i>	128	533	12.5	4.4	12.8	29.7	9.9		
3	<i>Conostegia xalapensis</i>	42	175	4.1	4.4	5.9	14.4	4.8		
4	<i>Psychotria elata</i>	59	246	5.8	1.1	7.2	14.0	4.7		
5	<i>Chamaedorea schiedeana</i>	65	271	6.3	5.6	1.9	13.8	4.6		
6	<i>Psychotria berteriana</i>	59	246	5.8	2.2	5.6	13.6	4.5		
7	<i>Piper auritum</i>	49	204	4.8	4.4	2.6	11.9	4.0		
8	<i>Dendropanax arboreus</i>	48	200	4.7	3.3	3.6	11.6	3.9		
9	<i>Saurauia scabrida</i>	28	117	2.7	3.3	3.9	9.9	3.3		
10	<i>Vernonanthura patens</i>	42	175	4.1	3.3	1.9	9.3	3.1		
11	<i>Ulmus mexicana</i>	21	88	2.1	4.4	1.7	8.2	2.7		
12	<i>Liquidambar styraciflua</i>	44	183	4.3	3.3	0.4	8.0	2.7		
13	<i>Urera caracasana</i>	12	50	1.2	1.1	5.5	7.8	2.6		
14	<i>Eugenia karwinskyana</i>	28	117	2.7	2.2	1.6	6.5	2.2		
15	<i>Oreopanax xalapensis</i>	25	104	2.4	2.2	1.8	6.5	2.2		
16	<i>Rumex pulcher</i>	38	158	3.7	2.2	0.4	6.4	2.1		
17	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	15	63	1.5	3.3	1.3	6.1	2.0		
18	<i>Cupania dentata</i>	18	75	1.8	1.1	3.0	5.8	1.9		
19	<i>Piper amalago</i>	20	83	2.0	3.3	0.2	5.5	1.8		
20	<i>Solanum aligerum</i>	18	75	1.8	1.1	2.5	5.4	1.8		
21	<i>Sida rhombifolia</i>	22	92	2.1	2.2	0.5	4.9	1.6		
22	<i>Trichospermum mexicanum</i>	7	29	0.7	1.1	2.5	4.3	1.4		
23	<i>Quercus cortesii</i>	11	46	1.1	2.2	0.9	4.2	1.4		
24	<i>Bocconia arborea</i>	12	50	1.2	2.2	0.5	3.9	1.3		
25	<i>Annona cherimola</i>	8	33	0.8	1.1	1.1	3.0	1.0		
26	<i>Zanthoxylum foliolosum</i>	14	58	1.4	1.1	0.4	2.9	1.0		
27	<i>Arthrostemma ciliatum</i>	5	21	0.5	2.2	0.0	2.8	0.9		
28	<i>Nectandra membranacea</i>	13	54	1.3	1.1	0.2	2.6	0.9		
29	<i>Coffea arabica</i>	6	25	0.6	1.1	0.5	2.2	0.7		
30	<i>Zamia loddigesii</i>	9	38	0.9	1.1	0.1	2.1	0.7		
31	<i>Crusea calocephala</i>	10	42	1.0	1.1	0.0	2.1	0.7		
32	<i>Calliandra houstoniana var. anomala</i>	8	33	0.8	1.1	0.0	1.9	0.6		
33	<i>Aphananthe monoica</i>	1	4	0.1	1.1	0.7	1.9	0.6		
34	<i>Randia aculeata</i>	4	17	0.4	1.1	0.4	1.9	0.6		
35	<i>Oreopanax echinops</i>	6	25	0.6	1.1	0.1	1.8	0.6		
36	<i>Astronium graveolens</i>	3	13	0.3	1.1	0.4	1.8	0.6		
37	<i>Persicaria lapathifolia</i>	6	25	0.6	1.1	0.0	1.7	0.6		
38	<i>Bouvardia ternifolia</i>	3	13	0.3	1.1	0.3	1.7	0.6		
39	<i>Heliocarpus donnell-smithii</i>	1	4	0.1	1.1	0.4	1.6	0.5		
40	<i>Begonia incarnata</i>	4	17	0.4	1.1	0.0	1.5	0.5		
41	<i>Ageratina pazcuarensis</i>	3	13	0.3	1.1	0.0	1.4	0.5		
42	<i>Melampodium divaricatum</i>	3	13	0.3	1.1	0.0	1.4	0.5		
43	<i>Alloispermum integrifolium</i>	2	8	0.2	1.1	0.0	1.3	0.4		
44	<i>Lomariopsis recurvata</i>	2	8	0.2	1.1	0.0	1.3	0.4		

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABS. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	INDICE DE SIMPSON	INDICE DE SHANNON
45	<i>Xylosma velutina</i>	2	8	0.2	1.1	0.0	1.3	0.4		
46	<i>Cecropia obtusifolia</i>	1	4	0.1	1.1	0.1	1.3	0.4		
47	<i>Yucca sp.</i>	2	8	0.2	1.1	0.0	1.3	0.4		
48	<i>Lantana camara</i>	1	4	0.1	1.1	0.1	1.3	0.4		
49	<i>Lobelia laxiflora</i>	1	4	0.1	1.1	0.0	1.2	0.4		
	TOTALES	1024	4267	100	100	100	300	100		

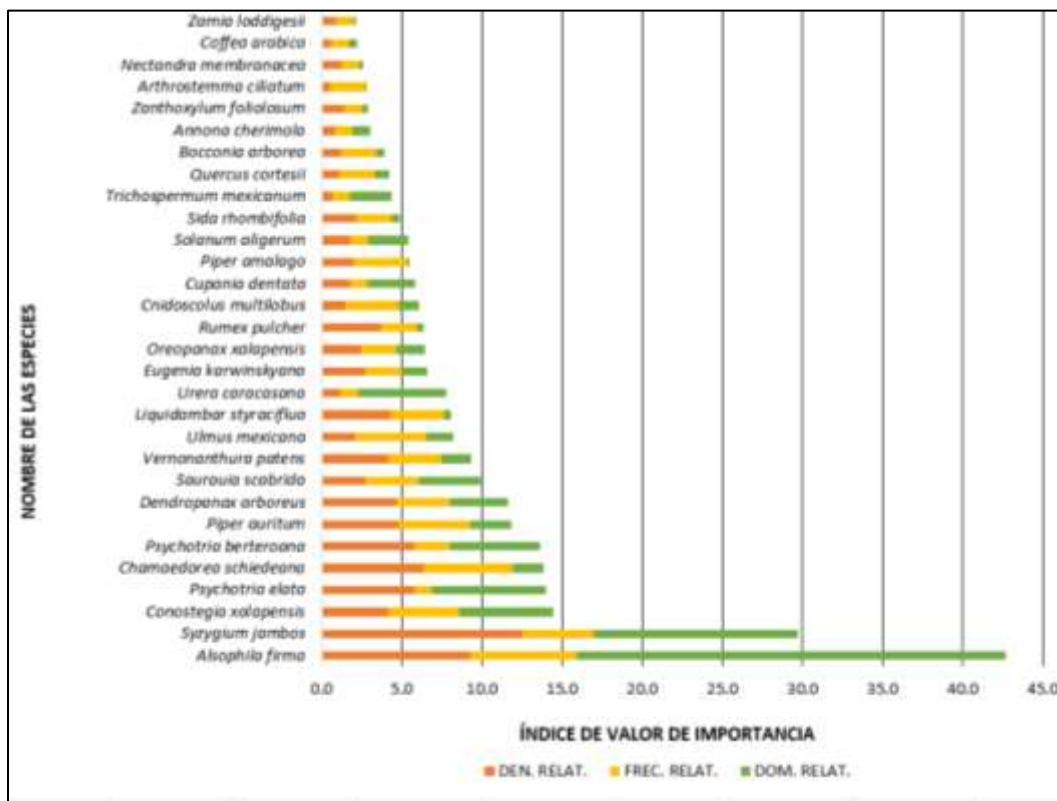


Figura 46. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo del BMM en el SAR

Los índices de diversidad calculados detallan lo siguiente:

- Una riqueza específica (S) de 49 especies: cuatro con alguna categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*A. graveolens*, *C. schiedeana*, *A. firma* y *Z. loddigesii*); seis exóticas (*A. cherimola*, *S. jambos*, *P. lapathifolia*, *R. pulcher*, *C. arabica* y *L. camara*); nueve malezas (*A. integrifolium*, *M. divaricatum*, *L. laxiflora*, *C. multilobus*, *S. rhombifolia*, *A. ciliatum*, *R. pulcher*, *B. ternifolia* y *L. camara*); siete consideradas como de distribución restringida (*C. schiedeana*, *B. incarnata*, *Q. cortesii*, *N. membranacea*, *L. recurvata*, *P. berteriana* y *P. elata*) y cinco endémicas (*C. schiedeana*, *B. incarnata*, *C. multilobus*, *E. karwinskyana* y *Z. loddigesii*).

- Un índice de abundancia bajo (0.1), el cual también se interpreta como que hay una probabilidad del 10% de que un individuo seleccionado al azar sea de la misma especie que el individuo anterior, esto debido a que los sitios son muy diversos.
- Un índice de diversidad alto (3.3).

### c) Herbáceo

Las identidades herbáceas mejor adaptadas al ecosistema son: *L. camara*, *G. pellucida* y *B. fusca* al calcularse un IVI de 38, 36.5 y 36.4 respectivamente (tan solo estas tres especies aportan el 37% del total); por otro lado *H. juncea* es la especie herbácea con menor valor de importancia.

Se calcula una densidad relativa alta para tres elementos: *G. pellucida*, *P. capitata* y *L. nigra*, en contraste, *H. juncea* presenta la DR más baja. En el factor Frecuencia Relativa ninguna identidad fue observada en todos los sitios de muestreo por lo cual todas están distribuidas de manera más o menos uniforme.

Dos especies tienen una dominancia relativa alta: *B. fusca* y *L. camara*, presentando una cobertura de copa total de 0.9955 y 0.9817 m<sup>2</sup>, en este sentido, *H. juncea* también es la identidad con menor cobertura de copa.

**Cuadro 24. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo del BMM en el SAR**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Lantana camara</i>	5	1990	4.8	4.5	28.6	38.0	12.7	0.1	2.5
2	<i>Gibasis pellucida</i>	19	7561	18.3	9.1	9.2	36.5	12.2		
3	<i>Begonia fusca</i>	3	1194	2.9	4.5	29.0	36.4	12.1		
4	<i>Persicaria capitata</i>	13	5173	12.5	9.1	4.9	26.5	8.8		
5	<i>Lasiacis nigra</i>	12	4775	11.5	9.1	2.7	23.4	7.8		
6	<i>Acmella repens</i>	9	3581	8.7	9.1	4.1	21.8	7.3		
7	<i>Ageratina pazcuarensis</i>	8	3183	7.7	9.1	3.9	20.7	6.9		
8	<i>Selaginella delicatissima</i>	5	1990	4.8	4.5	7.2	16.5	5.5		
9	<i>Bidens pilosa</i>	5	1990	4.8	4.5	5.8	15.1	5.0		
10	<i>Arthrostemma ciliatum</i>	5	1990	4.8	9.1	0.6	14.5	4.8		
11	<i>Polypodium polypodioides</i>	8	3183	7.7	4.5	0.5	12.7	4.2		
12	<i>Cenchrus ciliaris</i>	4	1592	3.8	4.5	0.9	9.3	3.1		
13	<i>Lopezia racemosa</i>	3	1194	2.9	4.5	1.5	9.0	3.0		
14	<i>Plantago australis</i>	2	796	1.9	4.5	0.5	6.9	2.3		
15	<i>Schoenoplectus tabernaemontani</i>	2	796	1.9	4.5	0.5	6.9	2.3		
16	<i>Hypoxis juncea</i>	1	398	1.0	4.5	0.2	5.7	1.9		
	TOTALES	104	41385	100	100	100	300	100		

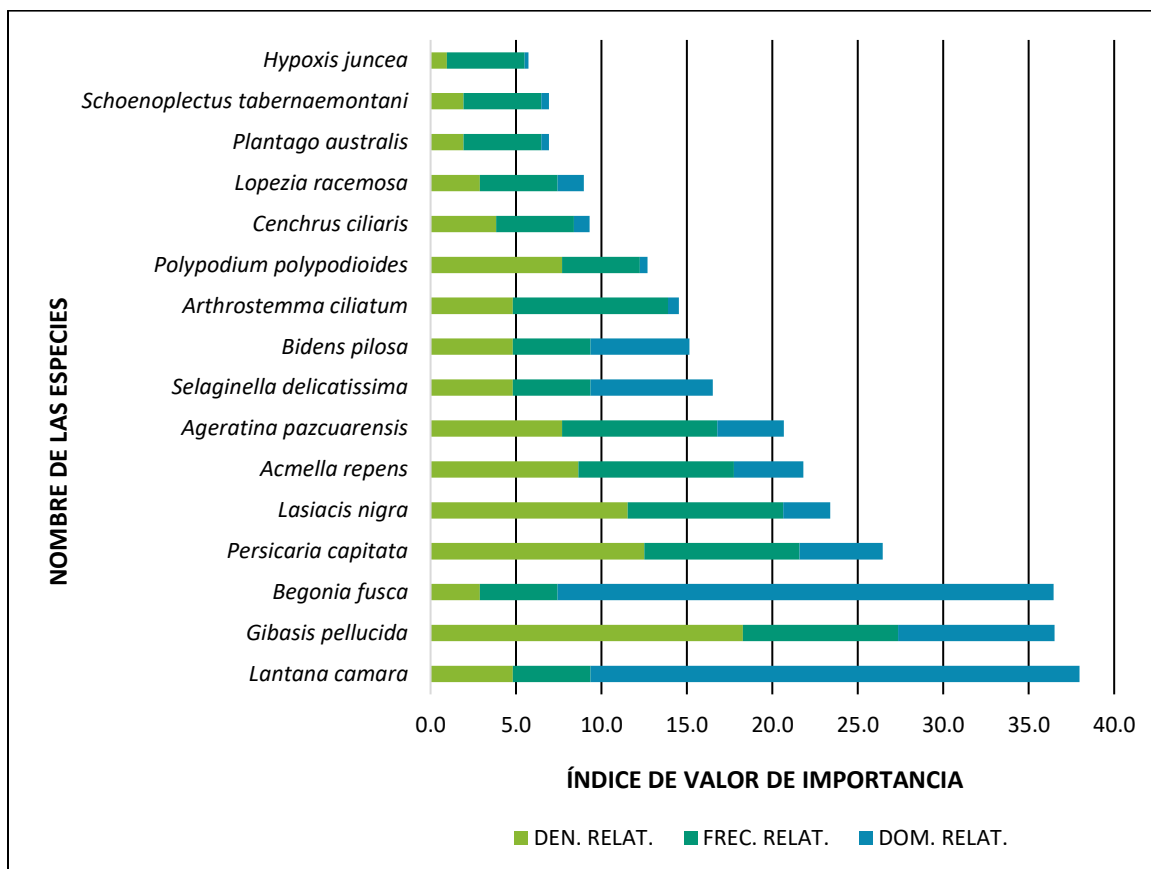


Figura 47. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo del BMM en el SAR

Los índices de diversidad calculados arrojan los siguientes resultados:

- Una riqueza específica (S) de 16 especies, de las cuales 6 (38%) son malezas: *A. repens*, *B. pilosa*, *A. ciliatum*, *L. racemosa*, *C. ciliaris* y *L. camara*; tres exóticas: *C. ciliaris*, *P. capitata* y *L. camara*; dos de distribución restringida (*Begonia fusca* e *H. juncea*) y; una endémica: *G. pellucida*.
- Un índice de abundancia bajo (0.1), lo cual indica que existe una probabilidad del 10% de que dos individuos seleccionados al azar sean de la misma especie.
- Una diversidad media al obtener un índice de 2.5.
- Una abundancia absoluta alta para tres especies: *G. pellucida*, *P. capitata* y *L. nigra* estimándose hasta 7561, 5173 y 4775 individuos por hectárea respectivamente.

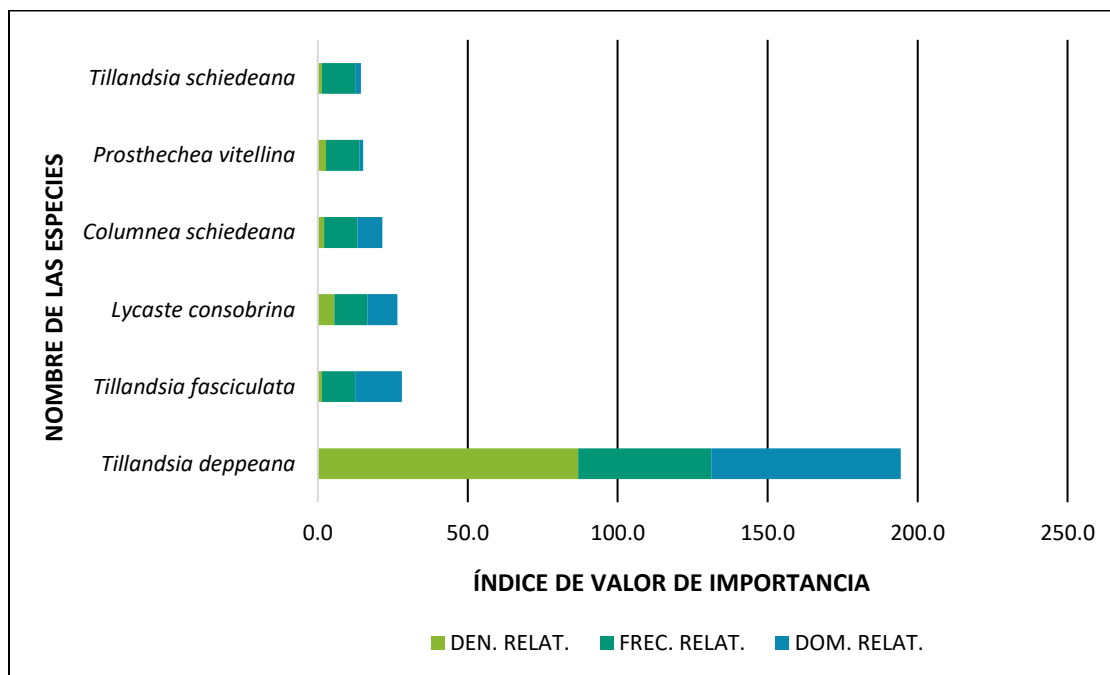
#### d) Plantas epífitas

El IVI de las plantas epífitas está dado en gran parte por una especie: *T. deppeana* quien aporta el 65% del total, esta identidad florística también presenta la mayor densidad, frecuencia y dominancia relativa; por otro lado *P. vitellina* y *T. schiedeana* son los elementos con menor importancia ecológica.



**Cuadro 25. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas del BMM en el SAR**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABS. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Tillandsia deppeana</i>	125	521	86.8	44.4	63.1	194.3	64.8	0.8	0.6
2	<i>Tillandsia fasciculata</i>	2	8	1.4	11.1	15.5	28.0	9.3		
3	<i>Lycaste consobrina</i>	8	33	5.6	11.1	9.9	26.6	8.9		
4	<i>Columnnea schiedeana</i>	3	13	2.1	11.1	8.4	21.6	7.2		
5	<i>Prosthechea vitellina</i>	4	17	2.8	11.1	1.2	15.1	5.0		
6	<i>Tillandsia schiedeana</i>	2	8	1.4	11.1	1.9	14.4	4.8		
TOTALES		144	600	100	100	100	300	100		



**Figura 48. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas del BMM en el SAR**

Al respecto, los índices de diversidad calculados reflejan lo siguiente:

- Una riqueza específica (S) de seis especies, de estas, una está sujeta a Protección especial por la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*P. vitellina*), dos son consideradas de distribución restringida (*L. consobrina* y *P. vitellina*) y dos endémicas (*C. schiedeana* y *L. consobrina*).

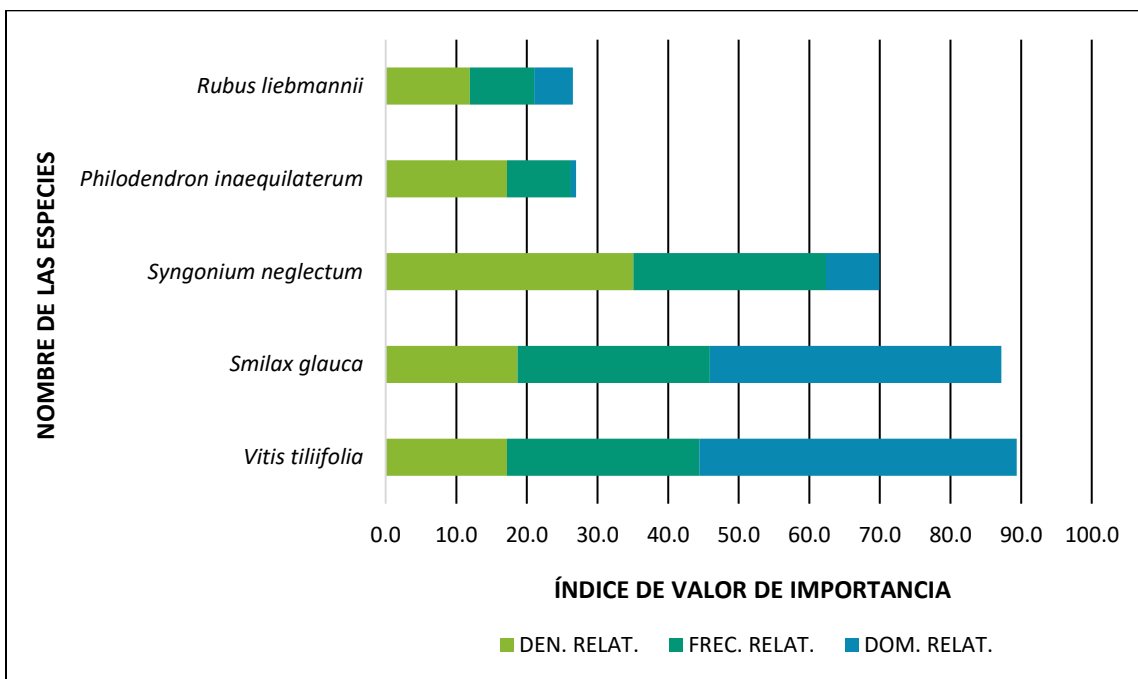
- Un índice de abundancia alto (0.8), que significa que hay una probabilidad del 80% de que un individuo seleccionado al azar pertenezca a la misma especie que el anterior.
- Un índice de diversidad bajo (0.6).
- Una abundancia absoluta alta para: *T. deppeana*, al estimarse 521 individuos por hectárea.

**e) Plantas escandentes**

El 82% del total del IVI se atribuye a tres identidades florísticas: *V. tiliifolia*, *S. glauca* y *S. neglectum*, de ellas *V. tiliifolia* y *S. glauca* presentan mayor frecuencia y dominancia relativa, en contraste, *S. neglectum* tiene la densidad relativa más elevada.

**Cuadro 26. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de escandentes del BMM en el SAR**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABS. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Vitis tiliifolia</i>	23	96	17.2	27.3	45.0	89.4	29.8	0.2	1.5
2	<i>Smilax glauca</i>	25	104	18.7	27.3	41.3	87.2	29.1		
3	<i>Syngonium neglectum</i>	47	196	35.1	27.3	7.6	69.9	23.3		
4	<i>Philodendron inaequilaterum</i>	23	96	17.2	9.1	0.7	27.0	9.0		
5	<i>Rubus liebmannii</i>	16	67	11.9	9.1	5.5	26.5	8.8		
	TOTALES	134	558	100	100	100	300	100		





**Figura 49. Índice de valor de importancia del grupo de escandentes del BMM en el SAR**

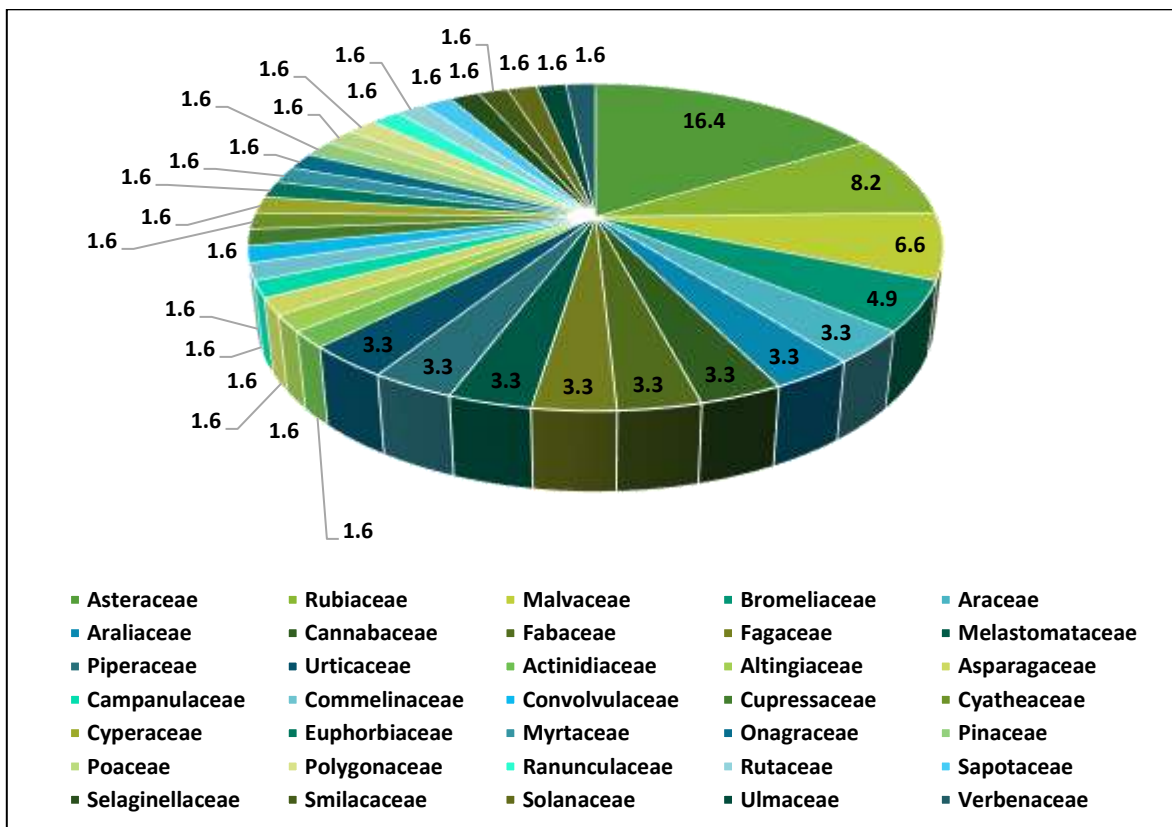
En este sentido, se calculó una riqueza específica (S) de cinco especies, dos de estas catalogadas como endémicas: *S. neglectum* y *R. liebmanni*; con una probabilidad del 20 % (baja) de que un individuo seleccionado al azar sea de la misma especie que el anterior y una diversidad también baja (1.5).

Se estima una abundancia absoluta alta para dos especies: *S. neglectum* y *S. glauca* con 196 y 104 individuos por hectárea respectivamente, la primera, como se ha mencionado, clasificada como endémica.

**IV.3.2.2 Resultados de composición y diversidad florística en el AP**

**IV.3.2.2.1 Bosque Mesófilo de Montaña**

Para conocer la diversidad florística en el área del proyecto, se procedió a la realización de 4 sitios de muestreo en esta superficie. El tipo de vegetación forestal observado fue Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). Se identificaron en total 55 géneros y 61 especies distribuidas en 35 familias, de ellas las familias más diversas fueron: Asteraceae (contribuyendo con el 16.4% de riqueza); Rubiaceae con el 8.2%, Malvaceae (6.6%) y Bromeliaceae con 4.9%; tan sólo estas cuatro familias suman el 36% del total de las especies observadas.



**Figura 50. Composición florística del Bosque Mesófilo de Montaña en el AP**

Se determinó que este ecosistema está formado por cinco estratos: Arbustivo, arbóreo herbáceo, plantas escandentes y epífitas, y que una vez clasificadas las especies de acuerdo a su estado de madurez, en ese mismo orden también está clasificada su diversidad.

En la tabla siguiente se enlista el total de especies registradas en el AP mientras que en el "Anexo Fotográfico de flora" se pueden consultar imágenes de las especies encontradas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que *C. lusitanica* y *A. firma* están sujetas a Protección especial mientras que *C. schiedeana* está catalogada como Amenazada.

**Cuadro 27. Listado florístico de la SAP en el AP**

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO _Malezas
1	Actinidiaceae	<i>Saurauia scabrida</i>	Ixtlahuatl	Arbóreo/arbustivo	-	-
2	Altingiaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i>	Ocozote	Arbóreo/arbustivo	-	-
3	Araceae	<i>Chamaedorea schiedeana</i>	Palmilla	Arbustivo	A	-
4	Araceae	<i>Syngonium neglectum</i>	Lengua de vaca	Enredadera	-	-
5	Araliaceae	<i>Dendropanax arboreus</i>	Higuera	Arbóreo/arbustivo	-	-
6	Araliaceae	<i>Oreopanax echinops</i>	Cinco hojas	Arbóreo	-	-
7	Asparagaceae	<i>Yucca sp.</i>	Izote	Arbustivo	-	-
8	Asteraceae	<i>Acmella repens</i>	Tripa de pollo	Herbáceo	-	X
9	Asteraceae	<i>Ageratina pazcuarensis</i>	Raíz de serpiente	Arbustivo/herbáceo	-	-
10	Asteraceae	<i>Alloispermum integrifolium</i>	Hoja de pescado	Arbustivo	-	X
11	Asteraceae	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	Manzanilla cimarrona	Arbustivo/herbáceo	-	X
12	Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>	Achual blanco	Herbáceo	-	X
13	Asteraceae	<i>Bidens reptans</i>	Manzanilla trepador	Arbustivo	-	-
14	Asteraceae	<i>Podachaenium eminens</i>	Calzadilla chica	Arbustivo	-	-
15	Asteraceae	<i>Schistocarpha bicolor</i>	Margarita	Arbustivo	-	-
16	Asteraceae	<i>Telanthophora grandifolia</i>	-	Arbustivo	-	-

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO _Malezas
17	Asteraceae	<i>Vernonanthura patens</i>	Osmillo	Arbóreo/arbustivo	-	-
18	Bromeliaceae	<i>Tillandsia deppeana</i>	Bromelia de la Sierra Madre Oriental	Epífita	-	-
19	Bromeliaceae	<i>Tillandsia fasciculata</i>	Gallito	Epífita	-	-
20	Bromeliaceae	<i>Tillandsia schiedeana</i>	Gallito	Epífita	-	-
21	Campanulaceae	<i>Lobelia laxiflora</i>	Aretitos	Arbustivo	-	X
22	Cannabaceae	<i>Aphananthe monoica</i>	Olmo	Arbóreo	-	-
23	Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i>	Matacaballo	Arbóreo	-	-
24	Commelinaceae	<i>Gibasis pellucida</i>	Tahitian bridelveil	Herbáceo	-	-
25	Convolvulaceae	<i>Ipomoea purpurea</i>	Campanita	Enredadera	-	X
26	Cupressaceae	<i>Cupressus lusitanica</i>	Cedro blanco	Arbóreo	Pr	-
27	Cyatheaceae	<i>Alsophila firma</i>	Pesma	Arbustivo/herbáceo	Pr	-
28	Cyperaceae	<i>Cyperus digitatus</i>	Finger Flatsedge	Herbáceo	-	-
29	Euphorbiaceae	<i>Cnidioscolus multilobus</i>	Mala mujer	Arbóreo/arbustivo	-	X
30	Fabaceae	<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>anomala</i>	Timbrillo	Arbustivo/herbáceo	-	-
31	Fabaceae	<i>Mimosa albida</i>	Dormilona grande	Arbustivo/herbáceo	-	-
32	Fagaceae	<i>Quercus cortesii</i>	Encino	Arbóreo/arbustivo	-	-
33	Fagaceae	<i>Quercus laeta</i>	Roble blanco	Arbóreo	-	-
34	Malvaceae	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	Arbóreo	-	-
35	Malvaceae	<i>Hibiscus uncinellus</i>	Tulipán lineado	Arbustivo	-	-
36	Malvaceae	<i>Sida rhombifolia</i>	Tlalamate	Arbustivo	-	X
37	Malvaceae	<i>Trichospermum mexicanum</i>	Tapatillo	Arbóreo	-	-
38	Melastomataceae	<i>Arthrostemma ciliatum</i>	Acedillo	Herbáceo	-	X
39	Melastomataceae	<i>Conostegia xalapensis</i>	Capulín	Arbustivo	-	-
40	Myrtaceae	<i>Syzygium jambos</i>	Pomarrosa	Arbóreo	-	-
41	Onagraceae	<i>Lopezia racemosa</i>	Alfilerillo	Herbáceo	-	X

NO.	FAMILIA	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	ESTRATO/FORMA DE VIDA	ESTATUS NOM-059	CONABIO _Malezas
42	Pinaceae	<i>Pinus teocote</i>	Ocote	Arbóreo	-	-
43	Piperaceae	<i>Piper amalago</i>	Cordoncillo hoja	Arbóreo	-	-
44	Piperaceae	<i>Piper auritum</i>	Hierba santa	Arbustivo	-	-
45	Poaceae	<i>Lasiacis nigra</i>	Carricillo	Herbáceo	-	-
46	Polygonaceae	<i>Persicaria lapathifolia</i>	Chilillo blanco	Arbustivo	-	-
47	Ranunculaceae	<i>Ranunculus petiolaris</i>	Aceitilla	Herbáceo	-	X
48	Rubiaceae	<i>Bouvardia ternifolia</i>	Trompetilla	Arbustivo	-	X
49	Rubiaceae	<i>Crusea calocephala</i>	Azulejo	Herbáceo	-	-
50	Rubiaceae	<i>Psychotria berteriana</i>	Belilla	Arbustivo	-	-
51	Rubiaceae	<i>Psychotria elata</i>	Labios ardientes	Arbustivo	-	-
52	Rubiaceae	<i>Spermacoce tenuior</i>	Hierba del soldado	Arbustivo/herbáceo	-	-
53	Rutaceae	<i>Citrus x sinensis</i>	Naranja	Arbóreo/arbustivo	-	-
54	Sapotaceae	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Caimito	Arbóreo	-	-
55	Selaginellaceae	<i>Selaginella delicatissima</i>	Selaginela	Herbáceo	-	-
56	Smilacaceae	<i>Smilax glauca</i>	Alambre	Enredadera	-	-
57	Solanaceae	<i>Solanum chrysotrichum</i>	Giant devil's-fig	Arbustivo	-	-
58	Ulmaceae	<i>Ulmus mexicana</i>	Ilite	Arbóreo	-	-
59	Urticaceae	<i>Cecropia obtusifolia</i>	Hormigo	Arbóreo	-	-
60	Urticaceae	<i>Urera caracasana</i>	Mal hombre	Arbóreo/arbustivo	-	-
61	Verbenaceae	<i>Lantana camara</i>	Cinco negritos	Herbáceo	-	X

#### IV.3.2.2.1.1 Análisis estructural y de diversidad por estrato

##### a) Arbóreo

De las 21 especies arbóreas identificadas, *D. arboreus*, *P. teocote* y *Q. cortesii* son los elementos mejor adaptados al ecosistema y que aportan casi la mitad del IVI total (además de presentar la mayor densidad relativa), por otro lado, *C. mexicanum* y *Citrus x sinensis* son los elementos florísticos con menor IVI; en este sentido, son cinco las especies con menos individuos observados: *P. amalago*, *Q. laeta*, *A. monoica*, *C. mexicanum* y *Citrus x sinensis*.

*D. arboreus* fue la única especie observada en todos los sitios de muestreo y por tanto la de mayor Frecuencia absoluta. Con respecto a la dominancia de las especies, destacan tres: *P. teocote*, *Q. cortesii* y *D. arboreus*, en contraste, *C. mexicanum* y *Citrus x sinensis* tienen la menor cobertura de copa.

**Cuadro 28. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la BMM en el AP**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Dendropanax arboreus</i>	27	113	24.3	10.8	17.1	52.3	17.4	0.1	2.4
2	<i>Pinus teocote</i>	15	63	13.5	8.1	26.4	48.0	16.0		
3	<i>Quercus cortesii</i>	20	83	18.0	8.1	18.5	44.6	14.9		
4	<i>Oreopanax echinops</i>	7	29	6.3	8.1	7.6	22.1	7.4		
5	<i>Trichospermum mexicanum</i>	10	42	9.0	5.4	3.5	17.9	6.0		
6	<i>Liquidambar styraciflua</i>	5	21	4.5	5.4	4.8	14.7	4.9		
7	<i>Ulmus mexicana</i>	3	13	2.7	5.4	5.1	13.2	4.4		
8	<i>Cecropia obtusifolia</i>	3	13	2.7	5.4	3.3	11.4	3.8		
9	<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	3	13	2.7	5.4	1.2	9.3	3.1		
10	<i>Cupressus lusitanica</i>	2	8	1.8	2.7	3.9	8.4	2.8		
11	<i>Syzygium jambos</i>	2	8	1.8	5.4	0.8	8.0	2.7		
12	<i>Urera caracasana</i>	2	8	1.8	5.4	0.7	7.9	2.6		
13	<i>Saurauia scabrida</i>	1	4	0.9	2.7	2.7	6.3	2.1		
14	<i>Trema micrantha</i>	2	8	1.8	2.7	1.4	5.9	2.0		
15	<i>Cnidocolus multilobus</i>	2	8	1.8	2.7	0.7	5.3	1.8		
16	<i>Vernonanthura patens</i>	2	8	1.8	2.7	0.4	4.9	1.6		
17	<i>Piper amalago</i>	1	4	0.9	2.7	0.8	4.4	1.5		
18	<i>Quercus laeta</i>	1	4	0.9	2.7	0.5	4.1	1.4		
19	<i>Aphananthe monoica</i>	1	4	0.9	2.7	0.3	3.9	1.3		
20	<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	1	4	0.9	2.7	0.1	3.7	1.2		

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
21	<i>Citrus x sinensis</i>	1	4	0.9	2.7	0.0	3.6	1.2		
	TOTALES	111	463	100	100	100	300	100		

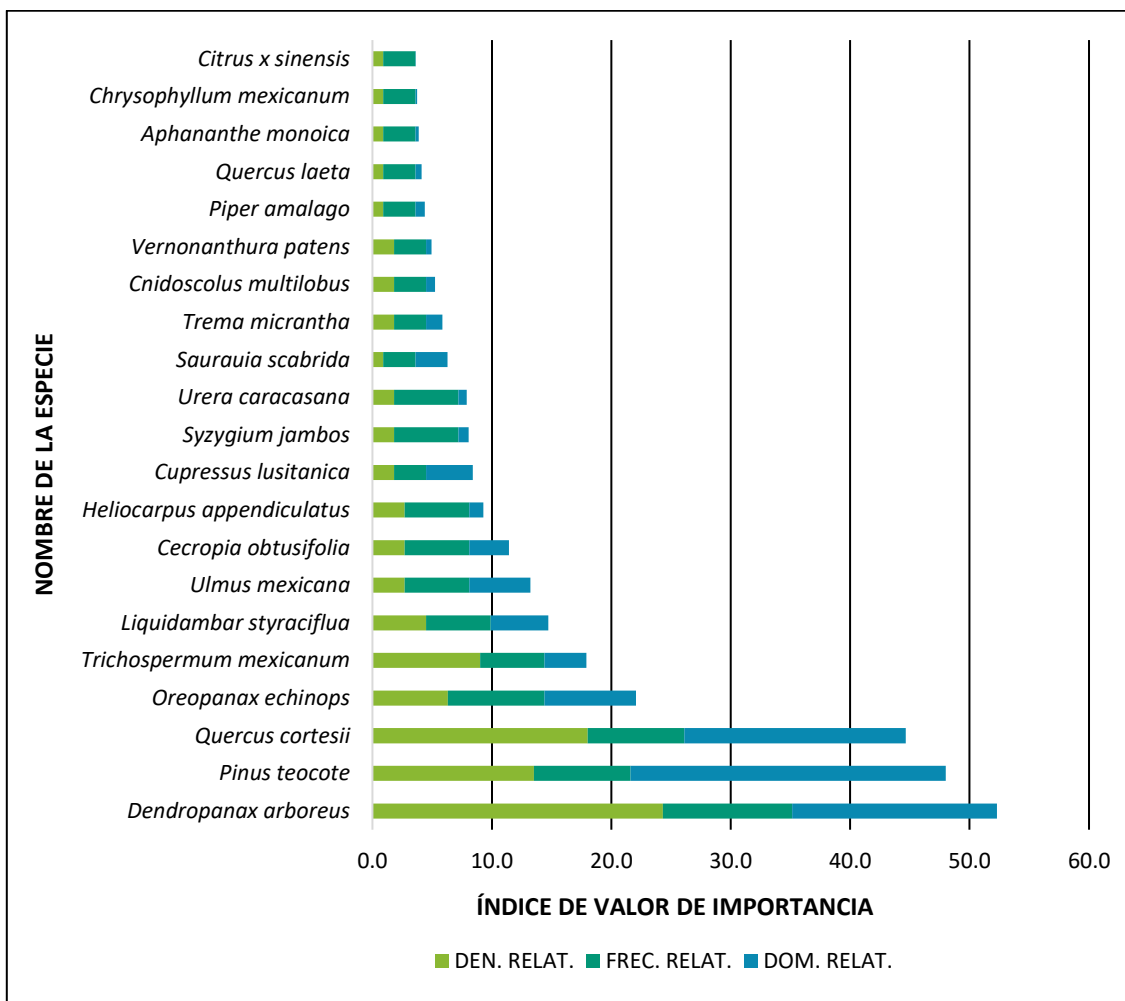


Figura 51. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la BMM en el AP

Con el cálculo de los índices de diversidad se obtienen las siguientes conclusiones para este estrato:

- Una riqueza específica (S) de 21 spp. de las cuales una está sujeta a Protección especial (*C. lusitanica*), dos son exóticas (*S. jambos* y *Citrus x sinensis*), una es reportada como maleza (*C. multilobus*), una es considerada como de distribución restringida (*Q. cortesii*) y dos son endémicas (*C. multilobus* y *Q. laeta*).

- Una abundancia absoluta alta para tres identidades florísticas: *D. arboreus*, *Q. cortesii* y *P. teocote* (estimándose 113, 83 y 63 individuos por hectárea respectivamente).
- Un índice de abundancia de Simpson bajo (0.1), lo cual indica lo poco probable de que dos individuos seleccionados al azar pertenezcan a la misma especie, y
- Un índice de Shannon-Wiener de 2.4 que se interpreta como una diversidad media.

**b) Arbustivo**

El estrato arbustivo está formado por 31 especies, de ellas, siete contribuyen con el 49% del IVI total: *A. firma*, *S. tenuior*, *C. xalapensis*, *D. arboreus*, *T. grandifolia*, *C. houstoniana* var. *anomala* y *L. laxiflora*; caso contrario ocurre con *B. reptans* la cual sólo aporta el 0.9%. Las identidades florísticas con mayor densidad relativa son: *A. firma* y *S. tenuior*, siendo la primera la única especie presente en todos los sitios de muestreo, así como la de mayor dominancia relativa (presentando una cobertura de copa total de 74.2064 m<sup>2</sup>), en contraste, *A. pazcuarensis* y *B. reptans* tienen la cobertura de copa menor.

**Cuadro 29. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la BMM en el AP**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Alsophila firma</i>	33	275	11.4	9.1	26.4	46.9	15.6	0.1	3.1
2	<i>Spermacoce tenuior</i>	34	283	11.8	4.5	4.7	21.0	7.0		
3	<i>Conostegia xalapensis</i>	12	100	4.2	4.5	9.4	18.1	6.0		
4	<i>Dendropanax arboreus</i>	19	158	6.6	6.8	4.7	18.0	6.0		
5	<i>Telanthophora grandifolia</i>	16	133	5.5	4.5	5.7	15.7	5.2		
6	<i>Calliandra houstoniana</i> var. <i>anomala</i>	6	50	2.1	4.5	7.6	14.2	4.7		
7	<i>Lobelia laxiflora</i>	20	167	6.9	4.5	2.7	14.2	4.7		
8	<i>Psychotria berteriana</i>	7	58	2.4	4.5	4.3	11.3	3.8		
9	<i>Saurauia scabrada</i>	11	92	3.8	2.3	5.2	11.3	3.8		
10	<i>Solanum chrysotrichum</i>	11	92	3.8	4.5	2.3	10.7	3.6		
11	<i>Schistocarpha bicolor</i>	18	150	6.2	2.3	1.0	9.5	3.2		
12	<i>Psychotria elata</i>	11	92	3.8	2.3	3.1	9.2	3.1		
13	<i>Chamaedorea schiedeana</i>	10	83	3.5	4.5	0.3	8.4	2.8		
14	<i>Bouvardia ternifolia</i>	6	50	2.1	2.3	3.8	8.1	2.7		
15	<i>Cnidocolus multilobus</i>	3	25	1.0	2.3	4.2	7.6	2.5		
16	<i>Mimosa albida</i>	8	67	2.8	2.3	2.2	7.3	2.4		
17	<i>Quercus cortesii</i>	10	83	3.5	2.3	1.3	7.1	2.4		
18	<i>Ureca caracasana</i>	8	67	2.8	2.3	1.2	6.3	2.1		
19	<i>Liquidambar styraciflua</i>	9	75	3.1	2.3	0.4	5.8	1.9		
20	<i>Sida rhombifolia</i>	5	42	1.7	2.3	1.4	5.4	1.8		
21	<i>Piper auritum</i>	7	58	2.4	2.3	0.7	5.4	1.8		

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
22	<i>Alloispermum integrifolium</i>	8	67	2.8	2.3	0.4	5.4	1.8		
23	<i>Hibiscus uncinellus</i>	3	25	1.0	2.3	1.9	5.2	1.7		
24	<i>Podochaenium eminens</i>	1	8	0.3	2.3	1.9	4.5	1.5		
25	<i>Yucca sp.</i>	3	25	1.0	2.3	0.8	4.2	1.4		
26	<i>Vernonanthura patens</i>	1	8	0.3	2.3	1.0	3.6	1.2		
27	<i>Persicaria lapathifolia</i>	2	17	0.7	2.3	0.6	3.5	1.2		
28	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	3	25	1.0	2.3	0.1	3.4	1.1		
29	<i>Citrus x sinensis</i>	1	8	0.3	2.3	0.4	3.1	1.0		
30	<i>Ageratina pazcuarensis</i>	2	17	0.7	2.3	0.0	3.0	1.0		
31	<i>Bidens reptans</i>	1	8	0.3	2.3	0.0	2.7	0.9		
	TOTALES	289	2408	100	100	100	300	100		

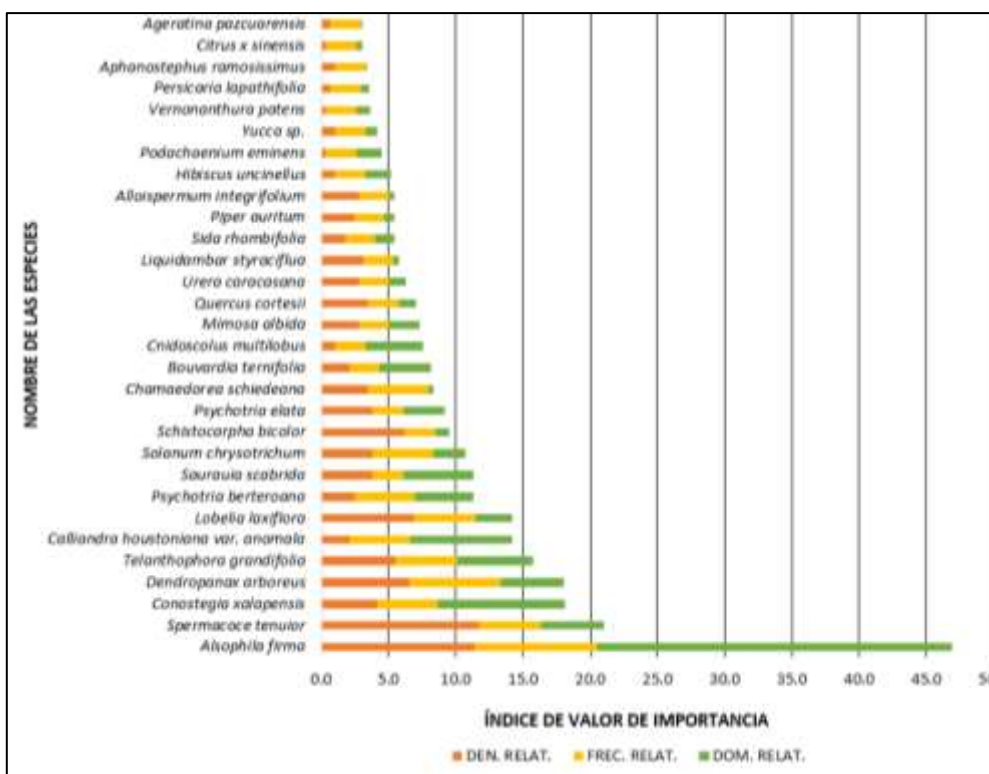


Figura 52. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la BMM en el AP

Analizando los índices de diversidad, se tiene lo siguiente:

- Se calculó una riqueza específica (S) de 31 especies: dos con estatus en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*C. schiedeana* y *A. firma*), dos exóticas (*P. lapathifolia* y *Citrus x sinensis*); seis malezas (*A. integrifolium*, *A. ramosissimus*, *L. laxiflora*, *C. multilobus*, *S. rhombifolia* y *B. ternifolia*); cinco con distribución restringida (*C. schiedeana*, *Q. cortesii*, *P. berteriana*, *P. elata* y *S. chrysotrichum*) y tres endémicas (*C. schiedeana*, *S. bicolor* y *C. multilobus*).



- Un índice de abundancia bajo (0.1), esto se puede interpretar como que hay una probabilidad del 10% de que un individuo seleccionado al azar sea de la misma especie que el anterior.
- Un índice de diversidad alto (3.1).
- Una densidad absoluta alta en dos especies *A. firma* y *S. tenuior*, en tanto que *P. eminens*, *V. patens*, *Citrus x sinensis* y *B. reptans* presentan el menor número de individuos por hectárea.

### c) Herbáceo

El estrato herbáceo es menos diverso, en este caso se observaron 17 identidades, en ellas destacan 5 que aportan el mayor IVI: *A. repens* (36.2), *A. pazcuarensis* (33.5), *L. racemosa* (30.6), *C. houstoniana var. anomala* (28.6) y *A. ciliatum* (26.0), estas especies suman el 52% del total. La densidad relativa es mayor para cinco elementos: *A. ciliatum*, *A. pazcuarensis*, *A. repens*, *A. ramosissimus* y *S. delicatissima* que contribuyen con el 54% y, resulta ser menor para *M. albida*, *L. camara* y *B. pilosa* de quienes sólo se observaron dos ejemplares en los sitios de muestreo. En cuanto a frecuencia relativa, *A. pazcuarensis* se apreció en 3 de los 4 muestreos. La dominancia relativa es alta en dos especies: *A. repens* y *C. houstoniana var. anomala* de quienes se calcula una cobertura de copa total de 0.5890 m<sup>2</sup> para cada una.

**Cuadro 30. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la BMM en el AP**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Acmella repens</i>	12	9547	10.1	4.5	21.6	36.2	12.1	0.1	2.6
2	<i>Ageratina pazcuarensis</i>	13	10342	10.9	13.6	8.9	33.5	11.2		
3	<i>Lopezia racemosa</i>	11	8751	9.2	9.1	12.2	30.6	10.2		
4	<i>Calliandra houstoniana var. anomala</i>	3	2387	2.5	4.5	21.6	28.6	9.5		
5	<i>Arthrostemma ciliatum</i>	15	11933	12.6	9.1	4.3	26.0	8.7		
6	<i>Aphanostephus ramosissimus</i>	12	9547	10.1	4.5	3.5	18.1	6.0		
7	<i>Lasiacis nigra</i>	7	5569	5.9	9.1	2.0	17.0	5.7		
8	<i>Selaginella delicatissima</i>	12	9547	10.1	4.5	0.9	15.5	5.2		
9	<i>Mimosa albida</i>	2	1591	1.7	4.5	9.2	15.4	5.1		
10	<i>Ranunculus petiolaris</i>	3	2387	2.5	4.5	5.4	12.5	4.2		
11	<i>Crusea calocephala</i>	7	5569	5.9	4.5	2.0	12.4	4.1		
12	<i>Cyperus digitatus</i>	7	5569	5.9	4.5	2.0	12.4	4.1		
13	<i>Alsophila firma</i>	5	3978	4.2	4.5	1.4	10.2	3.4		
14	<i>Lantana camara</i>	2	1591	1.7	4.5	2.9	9.1	3.0		
15	<i>Gibasis pellucida</i>	3	2387	2.5	4.5	1.3	8.4	2.8		
16	<i>Spermacoce tenuior</i>	3	2387	2.5	4.5	0.2	7.3	2.4		
17	<i>Bidens pilosa</i>	2	1591	1.7	4.5	0.6	6.8	2.3		

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
	TOTALES	119	94670	100	100	100	300	100		

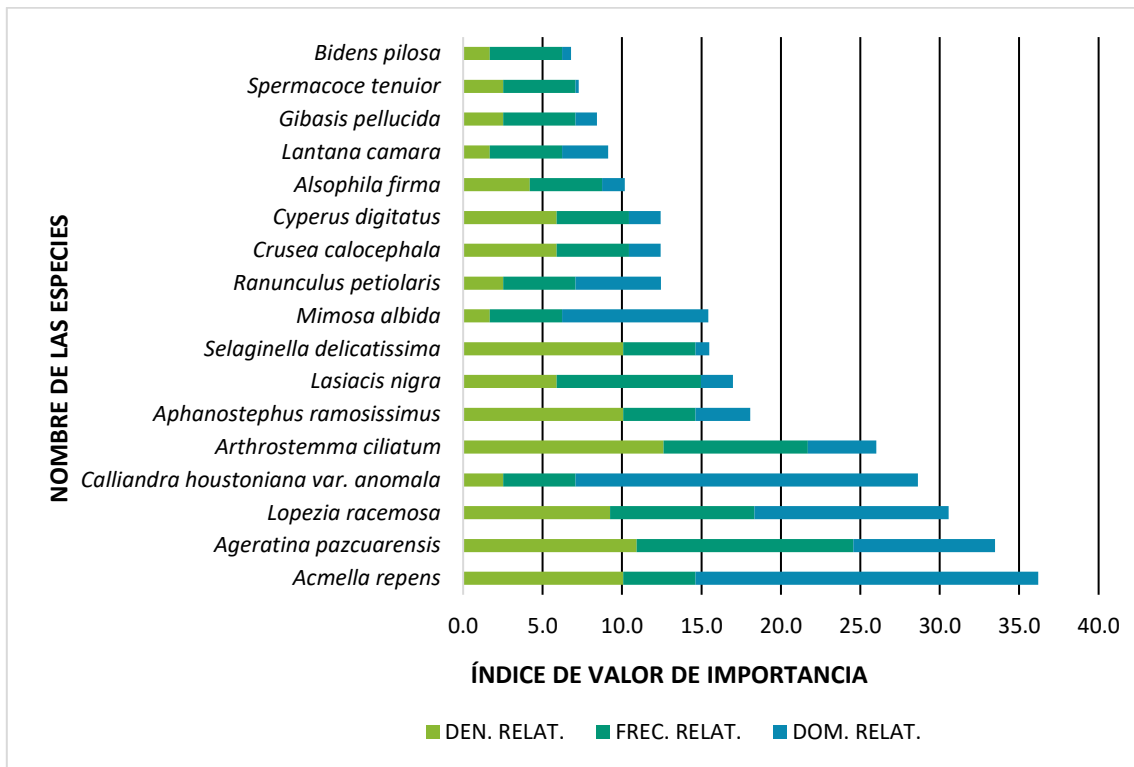


Figura 53. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la BMM en el AP

Una vez realizados los análisis de diversidad se obtiene lo siguiente:

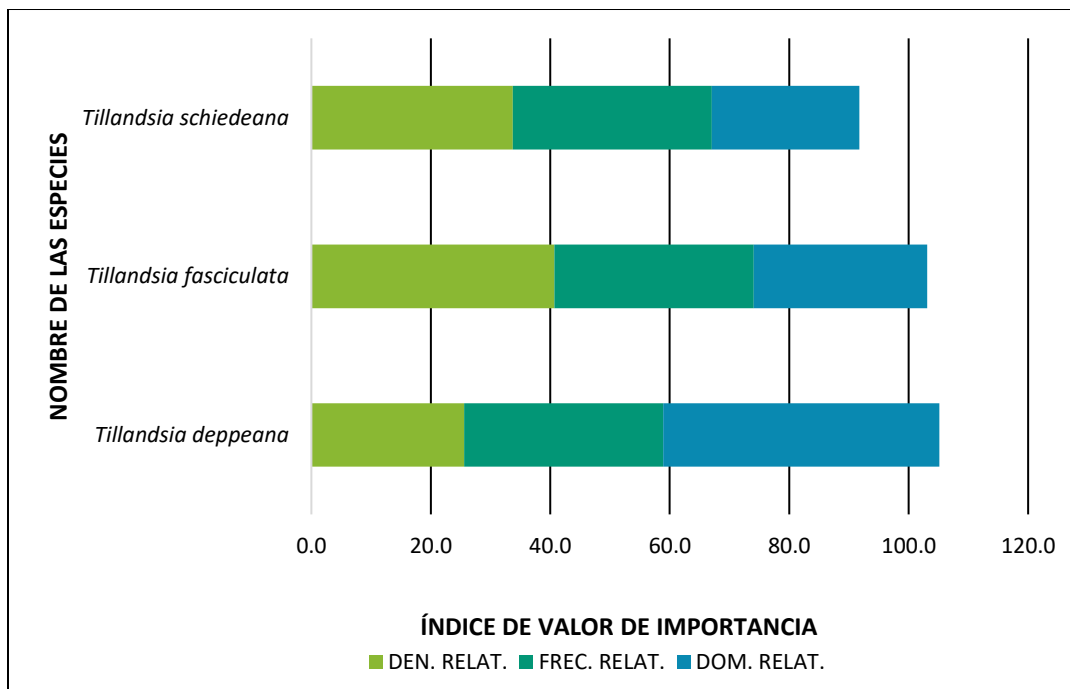
- Una riqueza específica de (S) de 17 especies herbáceas, de las cuales, una está sujeta a Protección especial (*A. firma*), una es exótica (*L. camara*), siete son malezas (*A. repens*, *A. ramosissimus*, *B. pilosa*, *A. ciliatum*, *L. racemosa*, *R. petiolaris* y *L. camara*; que representan el 41% del total) y una es endémica (*G. pellucida*).
- Una abundancia absoluta alta para cinco identidades florísticas: *A. ciliatum*, *A. pazcuarensis*, *A. repens*, *A. ramosissimus* y *S. delicatissima*; estimándose hasta 11933, 10342, 9547, 9547 y 9547 individuos por hectárea respectivamente.
- De los dos análisis anteriores es importante mencionar que las especies herbáceas con mayor IVI, abundancia absoluta y densidad relativa son (en su mayoría) malezas, en contraste, estos mismos factores son menores para las endémicas o con algún régimen de protección, por lo cual queda demostrado que el estado de conservación es bajo en este estrato.
- Una abundancia baja (0.1), es decir, una probabilidad del 10% de que dos individuos seleccionados al azar sean de la misma especie y,
- Un índice de diversidad medio (2.6).

**d) Plantas epífitas**

Los ejemplares epífitos dentro del BMM en el AP son menos diversos, sólo se registraron tres especies: *T. deppeana*, *T. fasciculata* y *T. schiedeana*. Con respecto a los índices de VI es importante mencionar que no hay mucha discrepancia entre los valores, las mayores variaciones se aprecian en la Densidad relativa y Dominancia relativa: para el primer caso sobresale *T. fasciculata* y para el segundo *T. deppeana*.

**Cuadro 31. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la BMM en el AP**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Tillandsia deppeana</i>	267	2225	25.6	33.3	46.3	105.2	35.1	0.3	1.1
2	<i>Tillandsia fasciculata</i>	425	3542	40.7	33.3	29.0	103.1	34.4		
3	<i>Tillandsia schiedeana</i>	352	2933	33.7	33.3	24.7	91.8	30.6		
	TOTALES	1044	8700	100	100	100	300	100		



**Figura 54. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la BMM en el AP**

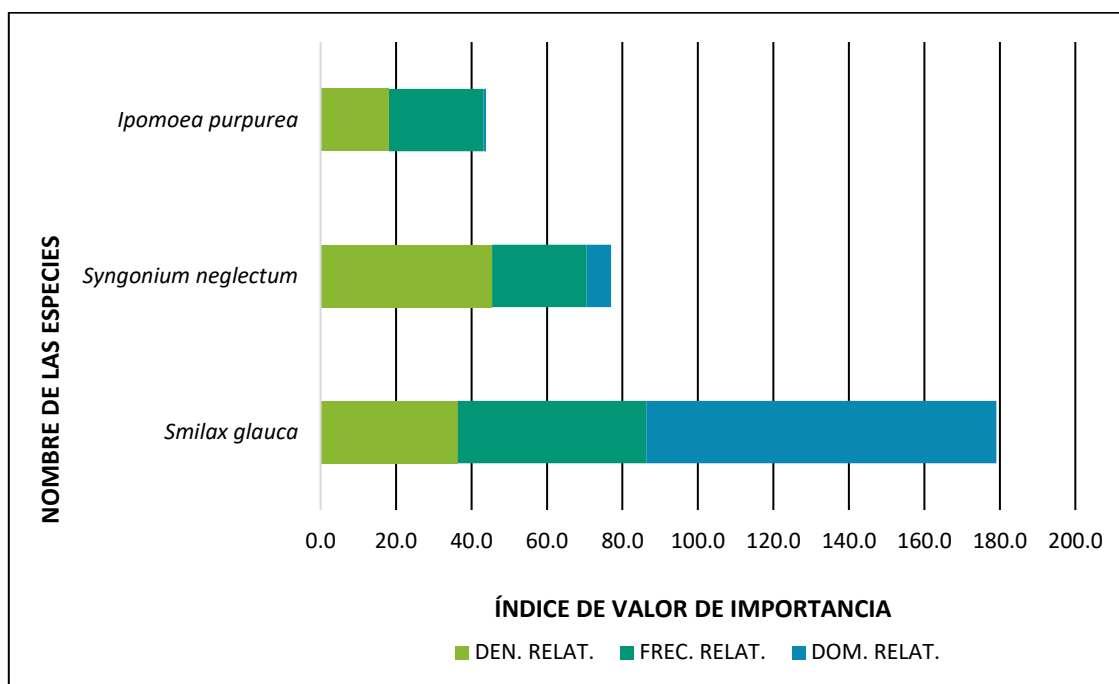
En este sentido, el índice de abundancia fue bajo (0.3), esto quiere decir que hay una probabilidad del 30% de que dos epífitas seleccionadas al azar sean de la misma especie, en tanto que al registrarse pocas identidades florísticas el índice de diversidad también es bajo.

**e) Plantas escandentes**

En las plantas escandentes el IVI es notablemente mayor para una identidad florística: *S. glauca*, este valor está determinado por su frecuencia y dominancia relativa, las cuales también fueron considerablemente mayores. En el caso de la densidad relativa, *S. neglectum* es la especie con más observaciones registradas.

**Cuadro 32. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de escandentes de la BMM en el AP**

No.	ESPECIE	IND. X ESP.	ABUND. ABSOL. (IND/HA)	DEN. RELAT.	FREC. RELAT.	DOM. RELAT.	IVI	% IVI	ÍNDICE DE SIMPSON	ÍNDICE DE SHANNON
1	<i>Smilax glauca</i>	12	100	36.4	50.0	92.8	179.1	59.7	0.4	1.0
2	<i>Syngonium neglectum</i>	15	125	45.5	25.0	6.6	77.0	25.7		
3	<i>Ipomoea purpurea</i>	6	50	18.2	25.0	0.7	43.8	14.6		
	TOTALES	33	275	100	100	100	300	100		



**Figura 55. Índice de valor de importancia del grupo de escandentes del BMM en el AP**

A partir de los cálculos de diversidad se obtuvieron las siguientes observaciones:

- Una riqueza específica (S) de 3 especies identificadas, de las cuales, una es maleza (*I. purpurea*) y una es endémica (*S. neglectum*).
- Una abundancia absoluta mayor para dos especies: *S. neglectum* y *S. glauca*, estimándose 125 y 100 individuos por hectárea respectivamente.
- Un índice de Simpson de 0.4 (Bajo) dado que las plantas escandentes identificadas tienen pocos ejemplares y,
- Un índice de diversidad bajo de 1.0.

#### IV.3.2.2.1.2 Estado de conservación

Con base en los muestreos realizados en ambas superficies (SAR y AP) y resumidos en el siguiente cuadro, se aprecia que en la mayoría de los casos y para los estratos más importantes (arbóreo y arbustivos) los índices de diversidad, número de individuos y riqueza específica son mayores en el SAR; para el caso del estrato herbáceo, los mismos índices son mayores en el AP, sin embargo, se recordará que aproximadamente el 41% de especies herbáceas en esta área son malezas, aunado a esto, el valor de importancia es mayor para este tipo de plantas y menor para las endémicas o con algún régimen de protección; lo que refleja el estado de conservación que guarda el Sistema Ambiental y Área de Influencia con respecto a la superficie de afectación.

**Cuadro 33. Resumen de diversidad del BMM en el AP y SAR**

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	ESTRATOS / ÁREA DE ESTUDIO									
	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Plantas epífitas		Plantas escandentes	
	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
No. de individuos	358	111	1024	289	104	119	144	1044	134	33
Riqueza específica (S)	27	21	49	31	16	17	6	3	5	3
índice de Simpson (D)	0.1 (Bajo)	0.1 (Bajo)	0.1 (Bajo)	0.1 (Bajo)	0.1 (Bajo)	0.1 (Bajo)	0.8 (Alto)	0.3 (Bajo)	0.2 (Bajo)	0.4 (Bajo)
Índice de Shannon (H')	2.7 (Medio)	2.4 (Medio)	3.3 (Alto)	3.1 (Alto)	2.5 (Medio)	2.6 (Medio)	0.6 (Bajo)	1.1 (Bajo)	1.5 (Bajo)	1.0 (Bajo)
H'max.	4.8	4.4	5.6	5.0	4.0	4.1	2.6	1.6	2.3	1.6
Pielou (J')	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.2	0.7	0.7	0.7

Bajo la misma dinámica, se compararon otros atributos de las especies identificadas. Se observa que, en los estratos arbóreo, arbustivo y plantas epífitas el número de individuos con alguna categoría en la NOM-059, así como de distribución restringida y endémicos es mayor en el SAR que en el AP.

**Cuadro 34. Otras características evaluadas en las identidades florísticas observadas en el BMM del SAR y AP.**

OTRAS CARACTERÍSTICAS	ESTRATOS / ÁREA DE ESTUDIO									
	Arbóreo		Arbustivo		Herbáceo		Plantas epífitas		Plantas escandentes	
	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP	SAR	AP
Especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010	1	1	4	2	0	1	1	0	0	0
Especies exóticas	2	2	6	2	3	1	0	0	0	0
Malezas (CONABIO)	1	1	9	6	6	7	0	0	0	1
Especies con distribución restringida	3	1	7	5	2	0	2	0	0	0
Especies endémicas	4	2	5	3	1	1	2	0	2	0

También es preciso señalar, que la mayoría de los proyectos carreteros conllevan al derribo de vegetación en general, y por tanto, a una alteración en el ecosistema, sin embargo, se ha demostrado que las especies arbóreas con mayor valor de importancia en el AP están bien representadas en la superficie del SAR; no obstante, en lo subsecuente, se plantearán las medidas de reforestación y rescate de flora para compensar los efectos adversos por la ejecución del proyecto (con especial atención en los elementos con algún régimen de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como en aquellos endémicos o de distribución restringida identificados en todos los estratos).

### IV.3.3 Fauna

#### IV.3.3.1 Metodología de muestreo

El análisis de fauna se realizó de acuerdo con las siguientes actividades:

- ❖ Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna.
- ❖ Descripción del muestreo.
- ❖ Justificación del muestreo.
- ❖ Identificación de las especies presentes en el SAR y AP.
- ❖ Resultados de fauna por grupo de especies encontradas en el SAR y AP.

#### Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna

La evaluación de fauna silvestre fue realizada considerando 3 etapas las cuales se describen a continuación:

1. Referencia bibliográfica: Se llevó a cabo la investigación e identificación de especies con el uso de referencias bibliográficas como libros, tesis, guías de campo, manuales o publicaciones de poblaciones de fauna en la región de estudio, en esta etapa es de gran importancia la valoración de la referencia empleada.

**Tabla 1. Referencias bibliográficas**

Nombre de la publicación	Grupo
Silveiro & Ramirez. 2014.Registro de la presencia de mamíferos medianos en dos zonas del municipio de Cuetzalán, en la Sierra Norte de Puebla. THERYA, 2014, Vol. 5(3): 855-860 DOI: 10.12933/theyra-14-163 ISSN 2007-3364	Mamíferos
Martínez, M. 2011. Inventario de mastofauna mediana y grande, empleando métodos indirectos en campamento Reserva Azul, el Cuichat, Cuetzalán del Progreso Puebla. Memoria de Residencias de Licenciatura en Biología. Instituto Tecnológico Superior de Zacapoaxtla.	Mamíferos
Uetz, P. 2013. The reptile data base. <a href="http://www.reptile-database.org/">http://www.reptile-database.org/</a> ; última consulta: 20.01.2021.	Reptiles
Flores-Villela, O. y H. A. Pérez-Mendoza. 2006. Herpetofaunas estatales de México. In Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad, A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. p. 327-346.	Herpetofauna
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Mamíferos, Aves, Reptiles, Anfibios
Ber Van Perlo. Birds Of Mexico And Central America	Aves
Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica, Houghton Mifflin Company, USA.	Aves

2. Muestreo directo: Se refiere a la identificación y registro fotográfico de cada una de las especies observadas. Incluye el avistamiento de aves y su posterior identificación con ayuda de guías de campo especializadas, observación de mamíferos y reptiles, empleando diversas longitudes y anchos de transecto de acuerdo a las especies de estudio.
3. Muestreo Indirecto: Este tipo de muestreo consistente en la realización de la obtención de evidencias de presencia de especies como: madrigueras, huellas, nidos, excretas, cadáveres, huesos, pieles, etc. que puedan indicar la presencia de diversas especies en el área de estudio.

### Descripción del muestreo

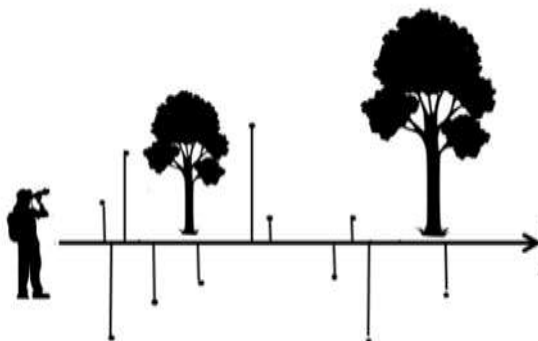
El muestreo empleado para la estimación de poblaciones fue realizado mediante conteo directo a pie, por ser los más económicos y muchas veces los únicos posibles por las condiciones físicas del medio a través de conteo en transectos (Painter et al., 1999, Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

Asimismo, se llevó a cabo muestreo indirecto de rastros como madrigueras, huellas, esqueletos, excretas, entre otros rastros, sin embargo, debido a su baja confiabilidad únicamente se empleó para confirmar la presencia de la especie en el área de estudio.

### Método de conteo en transectos

Los transectos en línea son establecidos al azar dentro del área de estudio, así cada vez que el observador registre un individuo, mide la distancia radial (distancia entre el observador y el animal) así como el ángulo formado entre la distancia y el sendero. Esto con el fin de obtener la función de que tan probable de detectar un individuo de interés.

La longitud de los transectos de penderá de la especie de interés: Para detectar mamíferos grandes se deberán establecer transectos con longitudes entre 2 y 5km. Evitar que el sendero sea muy ancho solo abrir brecha de ser necesario, sin perturbar de más.



**Figura 56. Diagrama de un transecto**



## Justificación del muestreo

Los modelos de distancia son uno de los métodos más ampliamente utilizados para estimar la densidad y abundancia de poblaciones de fauna silvestre, principalmente aves y mamíferos, debido a que es un método fácil, económico y estadísticamente robusto. Estos muestreos se basan en un conjunto de métodos que incluyen el muestreo en transectos en línea y muestreos en puntos, en los que se estima la densidad o la abundancia de los animales partir de una muestra de distancias de individuos detectados (Gallina-Tessaro & López-González, 2011).

### IV.3.3.1 Metodología en campo para herpetofauna (anfibios y reptiles)

Se utilizaron transectos, en los cuales se buscó la herpetofauna en los microhabitat donde se encuentran. Se utilizo la técnica de inspección por encuentro visual con captura manual (VES) (Crump & Scott, 1994; Angulo et al., 2006) es el método de más costo-eficiencia para el muestreo de ensamblajes de anfibios y reptiles respecto a otras técnicas. Esta consiste en recorridos estandarizados por tiempo, espacio y número de personas, que realizan una búsqueda de individuos por los microhábitats usados y hasta 2 metros de altura en la vegetación (Heyer et al., 1994). Cuando el VES se realiza a lo largo de transectos se convierte en un método estándar, robusto y eficiente en el inventario y monitoreo de ensamblajes. Los muestreos se desarrollaron durante diferentes horas, abarcando los horarios de actividad de las especies, de 7:00 a 10:00 y de 16:00 a 19:00 horas.



**Figura 57. Búsqueda de herpetofauna**

Los reptiles por ser organismos ectotérmicos (regulan su temperatura corporal a partir de la temperatura ambiental), sus hábitos y conductas dependen en gran medida de las condiciones climáticas en los lugares donde se encuentran, por ello se debe tomar en cuenta todo esto al momento de la realización de los muestreos, pues la probabilidad de encontrarlos se ve influenciada por ese tipo de factores ambientales. La búsqueda de este grupo en particular se llevó a cabo con la ayuda de un gancho herpetológico, que sirvió para levantar rocas, troncos de árboles, así como para inspeccionar grietas en paredes y debajo de vegetación y hojarasca, pudiendo ser también utilizado (junto a guantes de carnaza) para la manipulación de serpientes; mientras que las lagartijas y demás reptiles se capturaron de manera manual, usando únicamente la técnica de las ligas gruesas con individuos demasiados rápidos que pudieran huir y no permitieran el acercamiento, pues el objetivo de esta es dar un golpe con la liga al organismo lo suficientemente fuerte para aturdirlo (pero no tan fuerte como para matarlo) y permitir el aproximarse para capturarlo .

Los anfibios, en general, requieren de cuerpos de agua para reproducirse, en especial los anuros que poseen etapas larvianas estrictamente acuáticas. Estos cuerpos de agua pueden ser permanentes (ríos, lagunas, presas, etc.), así como temporales (arroyos, charcas); tienden a utilizar sitios donde la humedad es alta y no se encuentran expuestos al sol directamente, lo que provocaría su desecación y muerte. Por lo ello, su búsqueda estuvo dirigida hacia los hábitats o microhábitats que tuvieran las características antes descritas e incluso se ponía atención en lugares lejanos a cuerpo de agua, pues hay especies que pueden alejarse de los mismos. La captura de estos organismos como la de los reptiles, se pudo realizar de forma manual, con la modificación de que se usaron bolsas de plástico para la seguridad de los anfibios.

### **Metodología en campo para aves**

El método que se utilizó para el registro de la ornitofauna fue el de transectos. Este método es similar a los conteos por puntos, pero aquí el observador registra las aves detectadas mientras camina a través de un área, ya sea en línea recta o de forma aleatoria (Ralph et al., 1996). Es una técnica ampliamente adaptable a un gran número de hábitats, así como a especies en particular, como las gacelas mongolianas (Olson et al., 2005) y vicuñas en Argentina (Baigún et al., 2008); por lo que se vuelve una técnica idónea para saber la riqueza o diversidad de la ornitofauna de una zona.

De tal modo, que el método de transecto utilizado para el registro de las aves consistió en recorrer los transectos en diferentes direcciones en su hábitat, registrando todas las aves observadas (Taylor, 2003). En lo posible, se trataba de no realizar demasiado ruido para no ahuyentar a los individuos y en ocasiones, en lugares propicios, el observador se detenía durante algunos momentos para observar detenidamente en su alrededor en busca de organismos, apoyado con una cámara fotográfica, con la cual se tomaron fotografías de las aves para ser identificadas in situ o posteriormente. El mejor horario para la realización del muestreo de este grupo fue de 7:00 a 11:00 y de 16:00 a 18 horas, sin embargo, también se realizaron registros oportunistas cuando se veían organismos en otros momentos.



**Figura 58 Registro de aves en campo**

### **Metodología en campo para mamíferos**

Los mamíferos juegan un papel de gran importancia para el mantenimiento de las condiciones del hábitat y los ecosistemas, ya que conservan la dinámica y flujo de energía de los mismos mediante servicios vitales y ecológicos como el control de poblaciones de pequeños vertebrados, la dispersión y predación de semillas, folivoría y frugivoría (Emmons, 1990). En general, cada grupo de especies necesita de un método particular acorde a los tamaños y/o hábitos de comportamiento.

Al haber un amplio rango de tamaños en este grupo de vertebrados, su muestreo se torna un tanto más complicado, teniendo que usarse técnicas adecuadas para poder registrarlos. Dados estos parámetros, se utilizaron tanto métodos directos como indirectos en los transectos establecidos para conocer mejor la composición de este grupo, es decir, se trató de avistar directamente a los mamíferos (método directo) y al ser mayores las dimensiones de algunos animales, la captura de estos se hace más difícil, por lo que para animales de tallas grandes y medianas es más recomendable realizar observaciones indirectas (Jones et al., 1996).

Los registros indirectos de mamíferos medianos y grandes son a través de huellas, heces, refugios, huesos, pelos, rasguños, madrigueras y otros (Krebs et al., 2008), puesto que gran parte son animales terrestres de comportamiento tímido, presentes en baja densidad y por lo general se desplazan de forma solitaria o en grupos reducidos (Tellería, 1986). La búsqueda de los rastros se realizó a la par de los métodos directos y también mientras se hacían los muestreos de los demás grupos faunísticos; además, se tomaron fotografías de los rastros junto a una referencia de tamaño (bolígrafo con regla métrica) y se midieron.



**Figura 59 Ejemplos de rastros encontrados en campo**

#### IV.3.3.2 Distribución potencial

Como se mencionó anteriormente se hizo una revisión bibliográfica para identificar especies con posible distribución potencial en el SAR del proyecto.

Dentro de las especies de anfibios con distribución potencial en el SAR están individuos de los géneros *Incilius*, *Craugastor*, *Rheohyla*, entre otras (Véase Cuadro siguiente).

**Cuadro 35. Especies de anfibios con distribución potencial en el SAR**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Bufonidae	<i>Incilius cristatus</i>	Sapo cresta grande	Pr
Bufonidae	<i>Incilius occidentalis</i>	Sapo de los pinos	
Bufonidae	<i>Incilius nebulifer</i>	Sapo nebuloso	
Bufonidae	<i>Rhinella horribilis</i>	Sapo gigante	
Craugastoridae	<i>Craugastor rhodopis</i>	Rana de hojarasca	
Hylidae	<i>Rheohyla miotypanum</i>	Calates	
Hylidae	<i>Charadrahyla taeniopus</i>	Calate jarocho	A
Hylidae	<i>Sarcohyla arborescandens</i>	Ranita menor de bromelia	Pr
Plethodontidae	<i>Aquiloeuzycea cephalica</i>	Tlaconete regordete	A
Ranidae	<i>Lithobates spectabilis</i>	Rana manchada	

Dentro de las especies de anfibios con distribución potencial en el SAR están individuos de los géneros *Lampropeltis*, *Sceloporus*, *Crotalus*, entre otras (Véase Cuadro siguiente).

**Cuadro 36. Especies de reptiles con distribución potencial en el SAR**

Familia	Especie	Nombre común	NOM-059
Anguidae	<i>Abronia taeniata</i>	Dragoncito de la Sierra Madre Oriental Norte	Pr
Anguidae	<i>Barisia imbricata</i>	Lagartija alicante del Eje Neovolcánico	
Colubridae	<i>Conopsis lineata</i>	Culebra terrestre del centro	
Colubridae	<i>Lampropeltis polyzona</i>	Falsa coralillo real occidental	
Colubridae	<i>Geophis mutitorques</i>	Culebra minera de tierras altas	Pr
Colubridae	<i>Adelphicos quadrivirgatum</i>	Culebra cavadora centroamericana	
Colubridae	<i>Chersodromus liebmanni</i>	Coralillo falso	Pr
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado	
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus bicanthalis</i>	Lagartija espinosa transvolcanica	
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus torquatus</i>	Lagartija espinosa de collar	
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus grammicus</i>	Lagartija espinosa del mezquite	Pr
Phrynosomatidae	<i>Phrynosoma orbiculare</i>	Camaleon de montaña	A
Phrynosomatidae	<i>Sceloporus aeneus</i>	Lagartija espinosa llanera	
Scincidae	<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizon de bosque de encinos	Pr
Viperidae	<i>Metlapilcoatlus nummifer</i>	mano de metate de la Sierra Madre Oriental	A
Viperidae	<i>Crotalus ravus</i>	Cascabel pigmea mexicana	A
Viperidae	<i>Crotalus triseriatus</i>	Cascabel transvolcanica	
Xantusiidae	<i>Lepidophyma sylvaticum</i>	Lagartija nocturna de montaña	Pr

Dentro de las especies de aves con distribución potencial en el SAR están individuos de las familias, *Cardinalidae*, *Fringillidae*, *Icteridae*, *Troglodytidae*, *Tyrannidae*, entre otras (Véase Cuadro siguiente).

**Cuadro 37. Especies de aves con distribución potencial en el SAR**

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Accipitridae	<i>Buteo jamaicensis</i>	Aguililla cola roja	
Aegithalidae	<i>Psaltriparus minimus</i>	Sastrecillo	
Ardeidae	<i>Ardea alba</i>	Garza blanca	

Ardeidae	<i>Ardea herodias</i>	Garza morena	
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Picogordo azul	
Columbidae	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	
Columbidae	<i>Streptopelia decaocto</i>	Paloma de Collar Turca	
Corvidae	<i>Aphelocoma woodhouseii</i>	Chara de Collar	
Corvidae	<i>Psilorhinus morio</i>	Chara Pea	
Falconidae	<i>Falco sparverius</i>	Cernicalo americano	
Fringillidae	<i>Haemorhous mexicanus</i>	Pinzon mexicano	
Fringillidae	<i>Spinus pinus</i>	Jilguerito Pinero	
Fringillidae	<i>Euphonia hirundinacea</i>	Eufonia garganta amarilla	
Hirundinidae	<i>Hirundo rustica</i>	Golondrina tijereta	
Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo Ojos Rojos	
Icteridae	<i>Quiscalus mexicanus</i>	Zanate mayor	
Icteridae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropendola de Moctezuma	Pr
Parulidae	<i>Basileuterus belli</i>	Chipe Cejas Doradas	
Passerellidae	<i>Junco phaeonotus</i>	Junco Ojos de Lumbre	
Passerellidae	<i>Melospiza fusca</i>	Rascador Viejita	
Passeridae	<i>Passer domesticus</i>	Gorrion Domestico	
Phalacrocoracidae	<i>Phalacrocorax brasilianus</i>	Cormoran neotropical	
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero bellotero	
Ramphastidae	<i>Ramphastos sulfuratus</i>	Tucán pico canoa	A
Ramphastidae	<i>Aulacorhynchus prasinus</i>	Tucancillo Verde	
Thraupidae	<i>Saltator atriceps</i>	Saltador Cabeza Negra	
Thraupidae	<i>Thraupis abbas</i>	Tangara Alas Amarillas	
Trochilidae	<i>Amazilia candida</i>	Colibri cándido	
Trochilidae	<i>Lampornis amethystinus</i>	Colibri garganta amatista	
Trochilidae	<i>Amazilia cyanocephala</i>	Colibri corona azul	
Troglodytidae	<i>Campylorhynchus zonatus</i>	Matraca tropical	
Troglodytidae	<i>Henicorhina leucophrys</i>	Saltapared pecho gris	
Turdidae	<i>Turdus migratorius</i>	Mirlo primavera	
Turdidae	<i>Catharus occidentalis</i>	Zorzal mexicano	
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Comun	
Tyrannidae	<i>Myiarchus cinerascens</i>	Papamoscas Garganta Ceniza	

Tyrannidae	<i>Pyrocephalus rubinus</i>	Papamoscas cardenalito	
Tyrannidae	<i>Sayornis nigricans</i>	Papamoscas negro	
Tyrannidae	<i>Pitangus sulphuratus</i>	Luis bienteveo	

Dentro de las especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR están individuos de los géneros, entre otras (Véase Cuadro siguiente).

**Cuadro 38. Especies de mamíferos con distribución potencial en el SAR**

Familia	Especie	Nombre común	NOM 059
Leporidae	<i>Sylvilagus floridanus</i>	Conejo serrano	
Cricetidae	<i>Peromyscus</i>	Ratones de campo	
Vespertilionidae	<i>Myotis nigricans</i>	Murciélago negro	
Canidae	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris	
<u>Didelphidae</u>	<i>Didelphis virginiana</i>	Tlacuache	
<u>Procyonidae</u>	<i>Bassariscus astutus</i>	Cacomixtle norteño	
<u>Dasyopodidae</u>	<i>Dasyopus novemcinctus</i>	Armadillo nueve bandas	
<u>Procyonidae</u>	<i>Nasua narica</i>	Coati	

### IV.3.1 Ubicación de los sitios de muestreo

Se realizaron 22 transectos, 5 en el SAR, 6 en el AI y 11 en el AP. Esta técnica fue aplicada de la siguiente manera:

- La elección de la ubicación de los transectos fue en base a las áreas donde la fauna silvestre tuviera más oportunidades de presentarse, también dependió de la topografía del lugar (ciertas zonas no era posible recorrerlas) y al tipo de vegetación a muestrear.
- Se hicieron recorridos en los mismos transectos a una velocidad lenta-media y constante, para no pasar por alto algún registro y teniendo cuidado de no contabilizar el mismo individuo.
- Los recorridos se realizaron durante el amanecer y el atardecer, por ser los horarios en los que la fauna en general está más activa y por la disponibilidad según la zona.
- Se aplicó la metodología específica para cada grupo faunístico a muestrear.
- El largo de los transectos fue variado, sin ancho establecido, pues se registró todo organismo observado.

Durante las tareas de levantamiento de datos, se trató de fotografiar cada registro y se anotaron los datos pertinentes como son coordenadas, número de individuos, especie, etc.

Igualmente, para no perturbar el sitio. A continuación, se enlistan los datos de los sitios de muestreo:

**Cuadro 39. Coordenadas de los sitios de muestreo de fauna**

ID	INICIO		FIN		DISTANCIA
	X	Y	X	Y	
SAR1	658700	2200599	659590	2200939	1000 m
SAR2	655603	2201962	655481	2202841	1000m
SAR3	656519	2206436	656906	2206269	500m
SAR4	658650	2205746	659321	2206143	1000m
SAR5	658683	2203877	658053	2203318	1000m
AI1	656474	2202028	656229	2202469	500m
AI2	657670	2203157	658060	2203559	500m
AI3	657322	2204677	657650	2204970	300m
AI4	657584	2206997	657629	2207344	400m
AI5	658057	2206444	657912	2206109	370m
AI6	658584	2206296	658623	2205781	340m
AP1	657094	2202273	656975	2202101	200m
AP2	656734	2202264	656542	2202393	450m
AP3	656654	2203106	656272	2203518	600m
AP4	657221	2204021	657240	2204238	200m
AP5	657243	2204486	657283	2204702	250m
AP6	657132	2204860	657192	2205164	400 m
AP7	656925	2205712	656907	2205940	450m
AP8	657208	2206251	657281	2206415	220 m
AP9	657432	2206574	657549	2206784	300m
AP10	657472	2206943	657651	2207184	300m
AP11	657993	2206775	658078	2206588	200m



### IV.3.2 Análisis de diversidad

En ecología, el término diversidad, en general se refiere a la diversidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. La idea de diversidad de especies está basada en la suposición que las especies influyen unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas (McNaughton y Woelf, 1979; Boughey, 1968).

El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, el índice de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía.

Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de N especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes N-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las N especies fueran igualmente abundantes.

Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln p_i)$$

Dónde:

**H'**= Índice de diversidad de especies

**S**= Número de especies

**p<sub>i</sub>**= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i (abundancia relativa)

**ln p<sub>i</sub>** = Logaritmo natural de p<sub>i</sub>

Para conocer cómo se encuentra repartida la diversidad faunística se obtuvo el índice de equidad; para ello se empleó el Índice de Pielou, el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, en donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son dominantes o tienen una abundancia semejante.

$$J' = \frac{H'}{H_{\max}}$$

Dónde:

$$H'_{max} = \ln(S).$$

Uno de los aspectos distintivos de las comunidades naturales, es la diferencia existente entre ellas en cuanto a su riqueza específica. En general, se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Franco et al. 1998).

#### IV.3.2.1 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el SAR

La riqueza es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para el SAR se contabilizaron un total de 519 individuos, repartidos entre 54 especies, de entre las cuales 41 pertenecen al grupo de las aves, 6 para los mamíferos y siete para el grupo de reptiles. En la siguiente tabla se muestra el resumen de riqueza para fauna

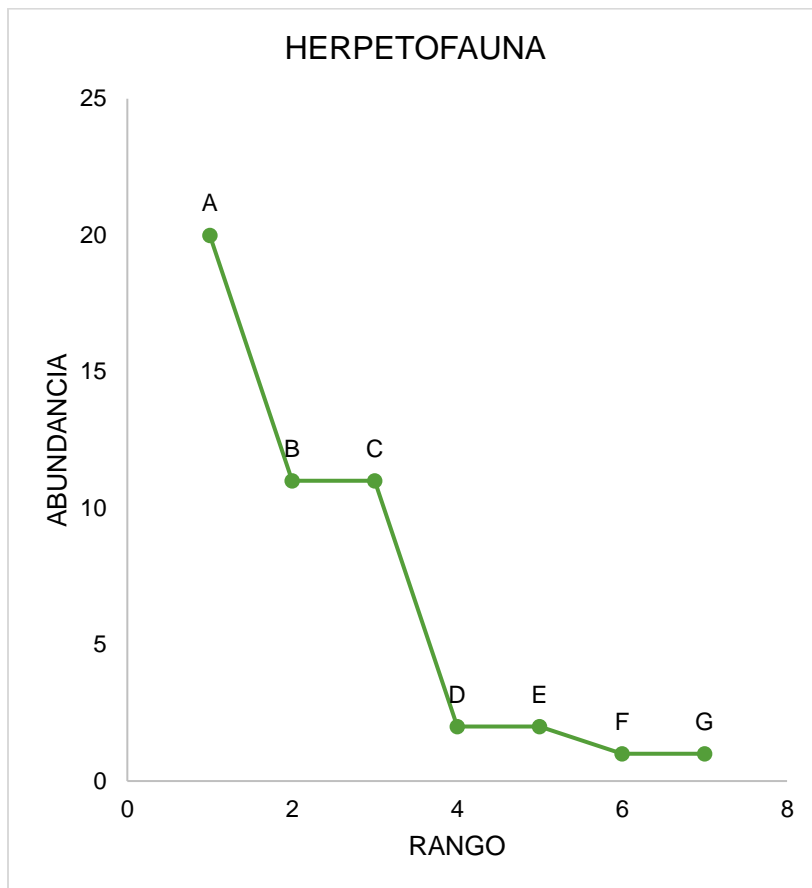
**Resumen de riqueza por grupo faunístico en el SAR**

Grupo	Riqueza	Abundancia
Herpetofauna	7	48
Aves	40	420
Mamíferos	6	51
Total	53	519

Para comparar gráficamente los patrones de abundancia de especies se elaboraron curvas de Whittaker o de rango-abundancia, indicando la abundancia relativa de las especies registradas en campo para el SAR.

#### Resultados para Herpetofauna (anfibios y reptiles) en el SAR

Este grupo faunístico está representado por cinco especies, de las cuales *Sceloporus variabilises* la más abundante. Es importante destacar que las especies registradas *Plestiodon lynxe* y *Boa imperator* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera en "Sujeta a protección especial" (Pr) y la segunda "Amenazada" (A). A continuación, en la figura siguiente se muestra la abundancia de Herpetofauna registrada en el SAR, las letras representan a las especies.



Curva Rango Abundancia para herpetofauna en el SAR

Id y especie de la grafica

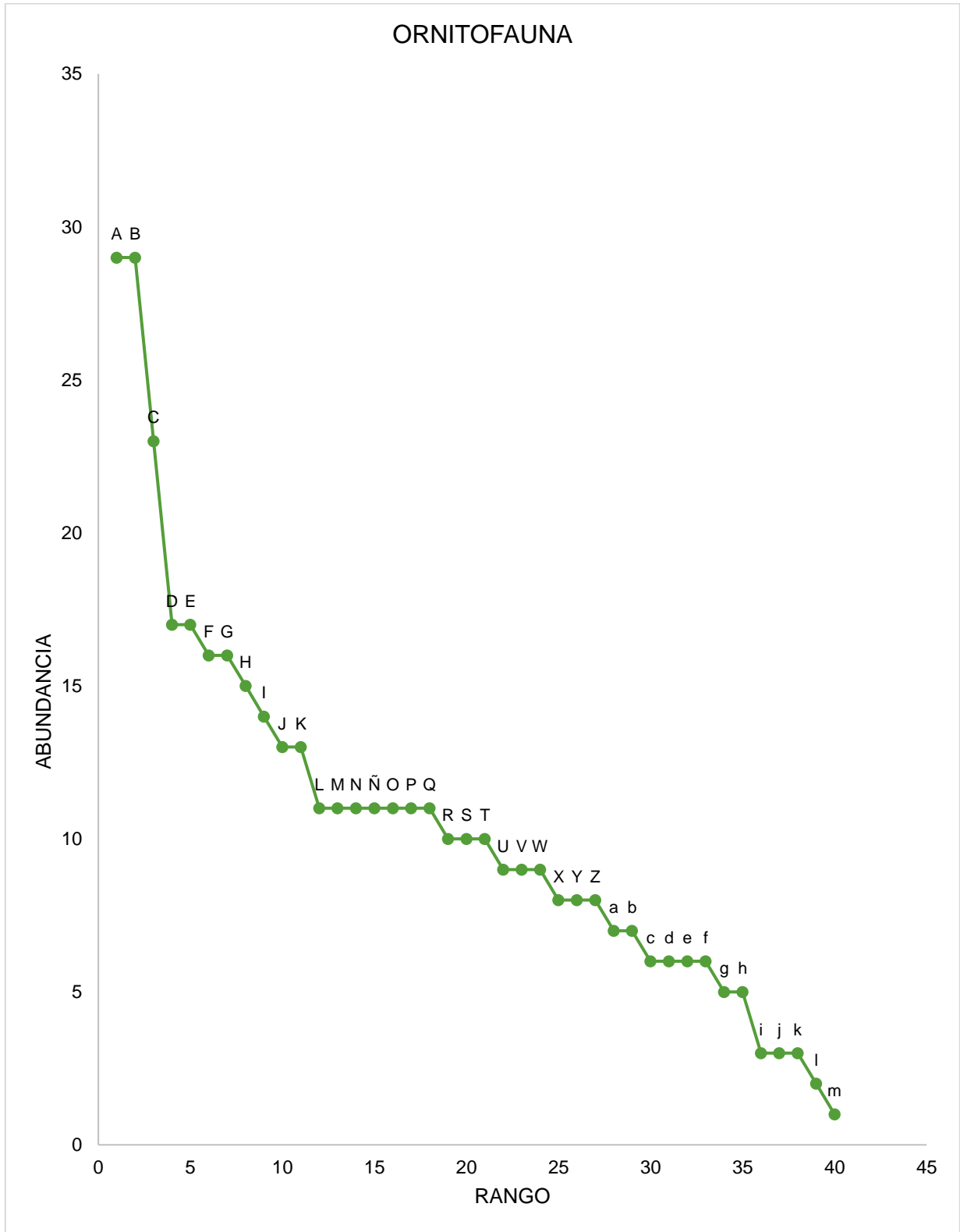
ID	ESPECIE
A	Sceloporus variabilis
B	Sceloporus aeneus
C	Sceloporus bicanthalis
D	Plestiodon lynxe
E	Lampropeltis polyzona
F	Barisia imbricata
G	Boa imperator

**Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Herpetofauna en el SAR.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Phrynosomatidae	Sceloporus aeneus	Lagartija Espinosa Llanera		11	0.229	1.47	0.338
Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija Espinosa Vientre Rosado		20	0.417	0.88	0.365
Phrynosomatidae	Sceloporus bicanthalis	Lagartija espinosa transvolcanica		11	0.229	1.47	0.338
Scincidae	Plestiodon lynxe	Eslizón de Bosque de Encinos	Pr	2	0.042	3.18	0.132
Anguidae	Barisia imbricata	Lagartija Alicante del Eje Neovolcánico		1	0.021	3.87	0.081
Colubridae	Lampropeltis polyzona	Falsa Coralillo Real Occidental		2	0.042	3.18	0.132
Boidae	Boa imperator	Mazacuata	A	1	0.021	3.87	0.081
<b>Riqueza= 7</b>							
<b>Índice de Shannon= 1.466</b>							
<b>H-máx.= 1.946</b>							
<b>Equidad= 0.753</b>							

**Resultados para Aves (SAR)**

En cuanto a la Ornitofauna, es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 41 especies, de las cuales *Myadestes occidentalis* y *Psarocolius Montezuma* se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr); *Pionus senilis*, *Turdus infuscatus* y *Geothlypis tolmiei* se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar la abundancia que conforma la Ornitofauna presente en el SAR.



**Curva Rango Abundancia de aves en SAR**

**Id y especie de la grafica**

ID	ESPECIE
A	Turdus infuscatus
B	Dives dives
C	Amazona autumnalis
D	Pionus senilis
E	Myadestes occidentalis
F	Basileuterus rufifrons
G	Tyrannus melancholicus
H	Campylorhynchus zonatus
I	Amazilia cyanocephala
J	Psarocolius montezuma
K	Leiothlypis celata
L	<i>Setophaga virens</i>
M	Passerina caerulea
N	Piranga leucoptera
Ñ	Leiothlypis ruficapilla
O	Myiodynastes luteiventris
P	Myiozetetes similis
Q	Cardellina pusilla
R	Melanerpes formicivorus
S	Sporophila moreletii
T	Vireo gilvus
U	Aimophila rufescens
V	Atlapetes albinucha
W	Quiscalus mexicanus
X	Sialia mexicana
Y	Geothlypis tolmiei
Z	Contopus pertinax
a	Cyanerpes cyaneus
b	Zenaida asiatica
c	Myiarchus crinitus

ID	ESPECIE
d	Coragyps atratus
e	Stelgidopteryx serripennis
f	Molothrus aeneus
g	Colaptes rubiginosus
h	Spinus psaltria
i	Haemorhous mexicanus
j	Aphelocoma woodhouseii
k	Lampornis amethystinus
l	<i>Piaya cayana</i>
m	Circus hudsonius

**Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Ornitofauna en el SAR.**

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Cuculidae	<i>Piaya cayana</i>	Cuclillo Canelo		2	0.005	5.35	0.025
Parulidae	<i>Setophaga virens</i>	Chipe Dorso Verde		11	0.026	3.64	0.095
Cardinalidae	<i>Passerina caerulea</i>	Pico Gordo Azul		11	0.026	3.64	0.095
Picidae	<i>Melanerpes formicivorus</i>	Carpintero Bellotero		10	0.024	3.74	0.089
Tyrannidae	<i>Myiarchus crinitus</i>	Papamoscas Viajero		6	0.014	4.25	0.061
Cardinalidae	<i>Piranga leucoptera</i>	Piranga Alas Blancas		11	0.026	3.64	0.095
Parulidae	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela		16	0.038	3.27	0.124
Icteridae	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr	13	0.031	3.48	0.108
Psittacidae	<i>Amazona autumnalis</i>	Loro Cachetes Amarillos		23	0.055	2.90	0.159
Parulidae	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>	Chipe Cabeza Gris		11	0.026	3.64	0.095
Tyrannidae	<i>Myiodynastes luteiventris</i>	Papamoscas Rayado Común		11	0.026	3.64	0.095
Tyrannidae	<i>Tyrannus melancholicus</i>	Tirano Pirirí		16	0.038	3.27	0.124
Tyrannidae	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		11	0.026	3.64	0.095
Trochilidae	<i>Amazilia cyanocephala</i>	Colibrí Corona Azul		14	0.033	3.40	0.113
Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero Olivo		5	0.012	4.43	0.053

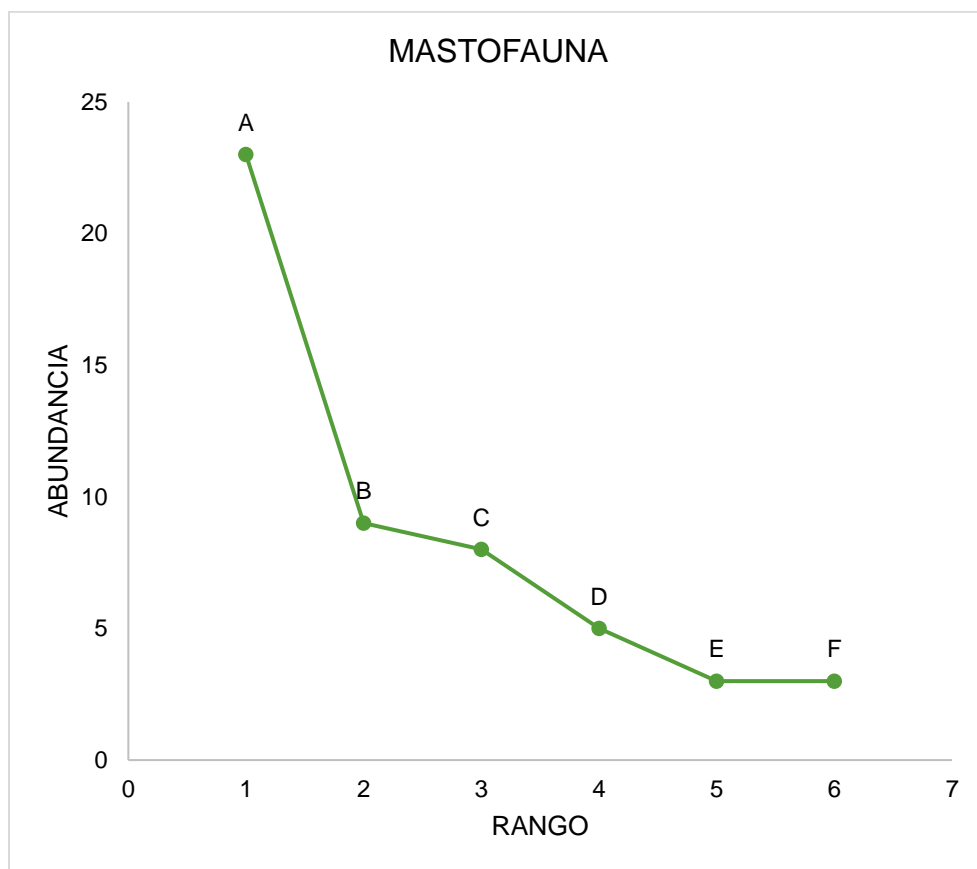
Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Psittacidae	Pionus senilis	Loro Corona Blanca	A	17	0.040	3.21	0.130
Turdidae	Sialia mexicana	Azulejo Garganta Azul		8	0.019	3.96	0.075
Turdidae	Turdus infuscatus	Mirlo Negro	A	29	0.069	2.67	0.185
Thraupidae	Sporophila moreletii	Semillero de Collar		10	0.024	3.74	0.089
Passerellidae	Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo		9	0.021	3.84	0.082
Parulidae	Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo		13	0.031	3.48	0.108
Passerellidae	Atlapetes albinucha	Rascador Nuca Blanca		9	0.021	3.84	0.082
Troglodytidae	Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical		15	0.036	3.33	0.119
Vireonidae	Vireo gilvus	Vireo Gorjeador		10	0.024	3.74	0.089
Thraupidae	Cyanerpes cyaneus	Mielero Patas Rojas		7	0.017	4.09	0.068
Icteridae	Dives dives	Tordo Cantor		29	0.069	2.67	0.185
Parulidae	Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros	A	8	0.019	3.96	0.075
Cathartidae	Coragyps atratus	Zopilote Común		6	0.014	4.25	0.061
Accipitridae	Circus hudsonius	Gavilán Rastrero		1	0.002	6.04	0.014
Hirundinidae	Stelgidopteryx serripennis	Golondrina Alas Aserradas		6	0.014	4.25	0.061
Parulidae	Cardellina pusilla	Chipe Corona Negra		11	0.026	3.64	0.095
Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas		7	0.017	4.09	0.068
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor		9	0.021	3.84	0.082
Icteridae	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos		6	0.014	4.25	0.061
Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzon mexicano		3	0.007	4.94	0.035
Fringillidae	Spinus psaltria	Jilguero dominico		5	0.012	4.43	0.053
Corvidae	Aphelocoma woodhouseii	Chara de collar		3	0.007	4.94	0.035
Turdidae	Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr	17	0.040	3.21	0.130
Tyrannidae	Contopus pertinax	Papamoscas Jose Maria		8	0.019	3.96	0.075
Trochilidae	Lampornis amethystinus	Colibri garganta amastista		3	0.007	4.94	0.035
<b>Riqueza = 40</b>							
<b>Índice de Shannon= 3.523</b>							



Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
<b>H-máx.= 3.689</b>							
<b>Equidad= 0.955</b>							

**Resultados para Mamíferos (SAR)**

En el SAR se registraron seis especies de este grupo faunístico, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ningún de las especies presentes se encuentra enlistada. En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el SAR y en la Tabla se desglosa en análisis de diversidad.



**Curva Rango Abundancia de mamíferos en SAR**

**Id y especie de la grafica**

ID	ESPECIE
A	Sciurus aureogaster
B	Sylvilagus floridanus
C	Philander opossum
D	Procyon lotor
E	Dasyopus novemcinctus
F	Urocyon cinereoargenteus

**Resultados para mastofauna en el SAR**

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache		5	0.098	2.32	0.228
Dasyopodidae	Dasyopus novemcinctus	Armadillo de Nueve Bandas		3	0.059	2.83	0.167
Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla Vientre Rojo		23	0.451	0.80	0.359
Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo Serrano		9	0.176	1.73	0.306
Canidae	Urocyon cinereoargenteus	Zorra Gris		3	0.059	2.83	0.167
Didelphidae	Philander opossum	Tlacuache Cuatrojos Gris		8	0.157	1.85	0.291
Riqueza = 6							
Índice de Shannon= 1.517							
H-máx.= 1.689							
Equidad= 0.847							

### Índices de diversidad de Shannon – Wiener en el SAR

Referente al índice de Shannon, éste se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, dependiendo por lo general al tipo de ecosistema. El índice de Shannon aumenta cuando existe una mayor uniformidad de las especies, aplicando el cálculo se puede demostrar que, para cualquier número de especie, hay un máximo posible ( $H'$  máx).

En el grupo faunístico de los anfibios y reptiles se obtuvo un índice de Shannon de **1.466** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.946** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y heterogénea.

Respecto al grupo de las aves se obtuvo un índice de Shannon de **3.523** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **3.689** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es media y es homogénea.

En cuanto al grupo de los mamíferos se obtuvo un índice de Shannon de **1.517** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.792** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

En cuanto a la Equitatividad (Pielou) cuando los resultados se acercan a cero significa que las especies en el ecosistema no son equitativamente abundantes, es decir, son más heterogéneos y cuando los valores se acercan a uno corresponden a ecosistemas más abundantes, es decir, más homogéneos. El resultado para el grupo de anfibios y reptiles fue el siguiente **0.753**, para el grupo de las aves el resultado fue **0.955**, mientras que para el grupo de los mamíferos fue **0.847** lo cual nos indica en los tres grupos faunísticos analizados que el ecosistema tiende a ser homogéneo.

#### IV.3.2.2 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el AP

Para el AP se contabilizaron un total de 248 individuos, repartidos entre 31 especies, de entre las cuales 25 pertenecen al grupo de las aves, tres para los mamíferos y tres para el grupo de reptiles. En la siguiente tabla se muestra el resumen de riqueza para fauna

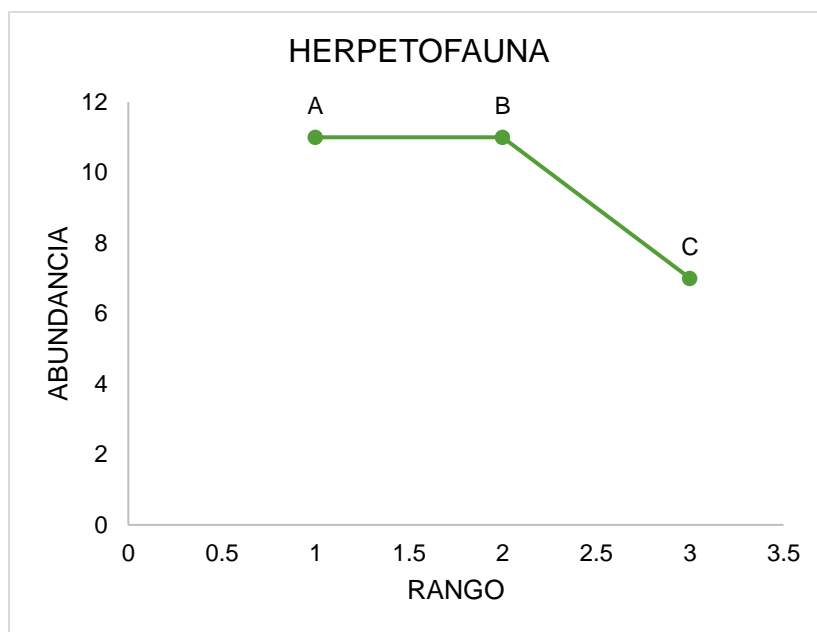
**Resumen de riqueza por grupo faunístico en el AP**

Grupo	Riqueza	Abundancia
Herpetofauna	3	29
Aves	25	240
Mamíferos	3	13
Total	31	248

Para comparar gráficamente los patrones de abundancia de especies se elaboraron curvas de Whittaker o de rango-abundancia, indicando la abundancia relativa de las especies registradas en campo para el AP.

### Resultados para Herpetofauna (anfibios y reptiles) en el AP

Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales *Sceloporus siniferus* es la menos abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, en la figura siguiente se muestra la abundancia de herpetofauna registrada en el AP, las letras representan a las especies.



Curva Rango Abundancia para Herpetofauna en el AP

#### . Id y especie de la grafica

ID	Especie
a	Sceloporus aeneus
b	Sceloporus variabilis
c	Sceloporus bicanthalis

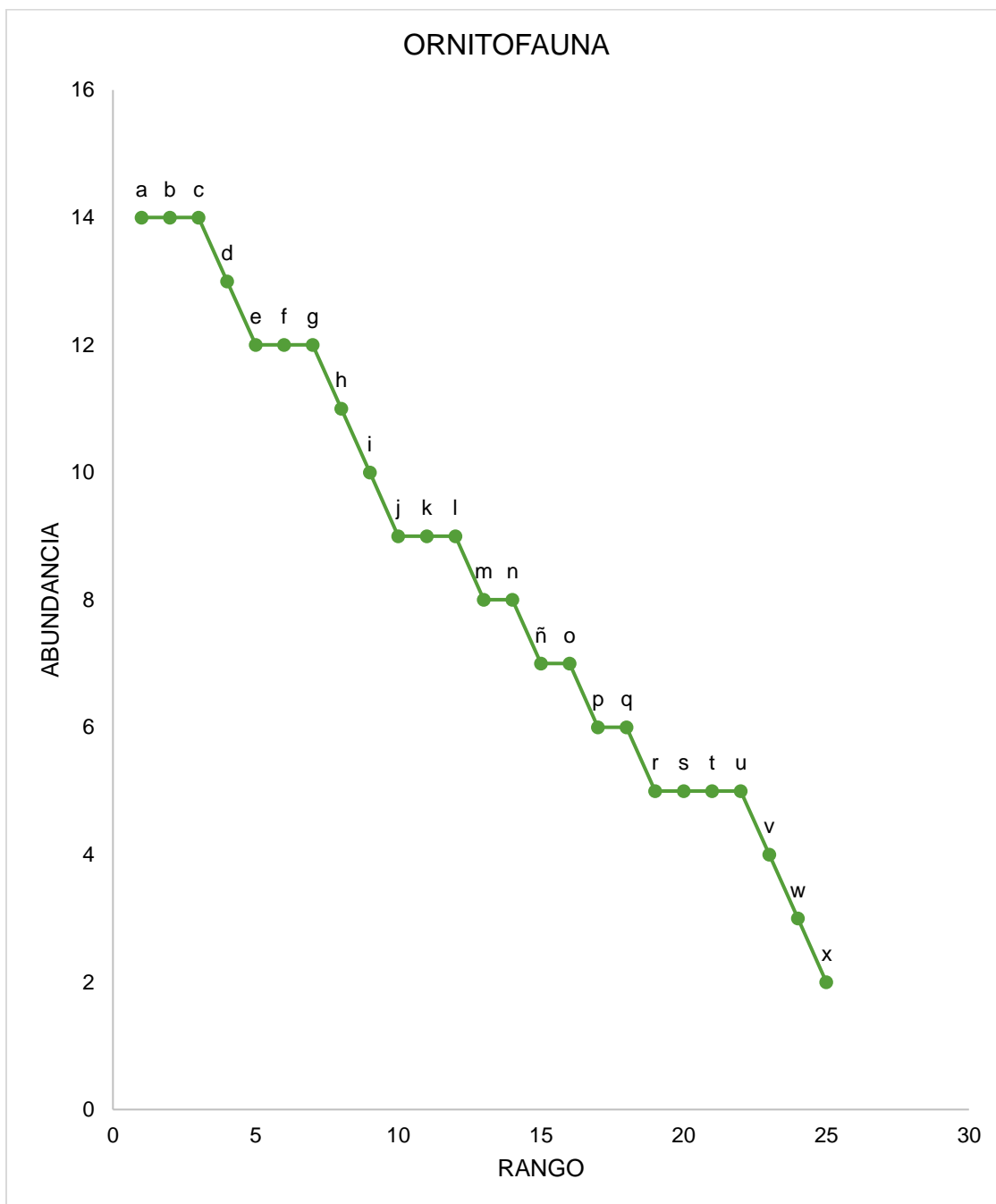
#### Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Herpetofauna en el AP.

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Phrynosomatidae	Sceloporus aeneus	Lagartija Espinosa Llanera		11	0.379	0.97	0.368

Phrynosomatidae	Sceloporus variabilis	Lagartija Espinosa Ventre Rosado		11	0.379	0.97	0.368
Phrynosomatidae	Sceloporus bicanthalis	Lagartija espinosa transvolcanica		7	0.241	1.42	0.343
<b>Riqueza= 3</b>							
<b>Índice de Shannon= 1.055</b>							
<b>H-máx.=1.099</b>							
<b>Equidad= 0.960</b>							

### Resultados para Aves en el AP

En cuanto a la Ornitofauna, es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 25 especies. Es importante destacar que *Psarocolius Montezuma* se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr) y *Turdus infuscatus* se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar la abundancia que conforma la Ornitofauna presente en el SAR.



Curva Rango Abundancia de aves en AP

Id y especie de la grafica

ID	ESPECIE
a	Psarocolius montezuma
b	Tyrannus melancholicus
c	Dives dives

d	<i>Turdus infuscatus</i>
e	<i>Passerina caerulea</i>
f	<i>Basileuterus rufifrons</i>
g	<i>Haemorhous mexicanus</i>
h	<i>Campylorhynchus zonatus</i>
i	<i>Myiozetetes similis</i>
j	<i>Sporophila moreletii</i>
k	<i>Aimophila rufescens</i>
l	<i>Setophaga virens</i>
m	<i>Amazilia cyanocephala</i>
n	<i>Quiscalus mexicanus</i>
ñ	<i>Leiothlypis ruficapilla</i>
o	<i>Atlapetes albinucha</i>
p	<i>Vireo gilvus</i>
q	<i>Cyanerpes cyaneus</i>
r	<i>Amazona autumnalis</i>
s	<i>Sialia mexicana</i>
t	<i>Zenaida asiatica</i>
u	<i>Molothrus aeneus</i>
v	<i>Myiodynastes luteiventris</i>
w	<i>Leiothlypis celata</i>
x	<i>Colaptes rubiginosus</i>

**Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Ornitofauna en el AP.**

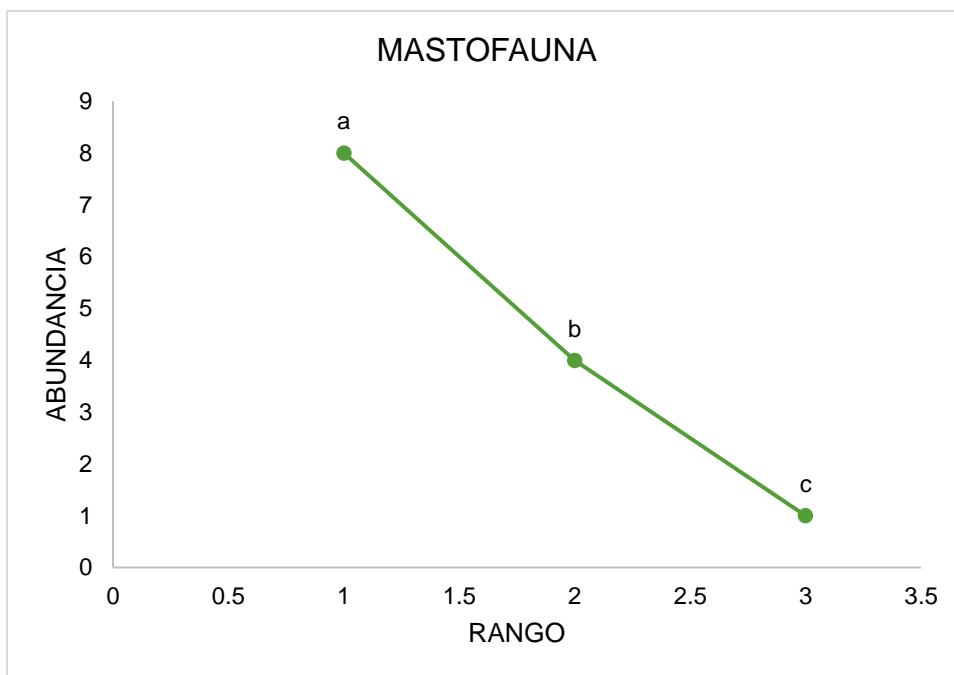
Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Cardinalidae	Passerina caerulea	Pico Gordo Azul		12	0.057	2.86	0.164
Parulidae	Basileuterus rufifrons	Chipe Gorra Canela		12	0.057	2.86	0.164
Icteridae	Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	14	0.067	2.71	0.181
Psittacidae	Amazona autumnalis	Loro Cachetes Amarillos		5	0.024	3.74	0.089
Parulidae	Leiothlypis ruficapilla	Chipe Cabeza Gris		7	0.033	3.40	0.113
Tyrannidae	Myiodynastes luteiventris	Papamoscas Rayado Común		4	0.019	3.96	0.075
Tyrannidae	Tyrannus melancholicus	Tirano Pirirí		14	0.067	2.71	0.181
Tyrannidae	Myiozetetes similis	Luisito Común		10	0.048	3.04	0.145
Trochilidae	Amazilia cyanocephala	Colibrí Corona Azul		8	0.038	3.27	0.124
Picidae	Colaptes rubiginosus	Carpintero Olivo		2	0.010	4.65	0.044
Turdidae	Sialia mexicana	Azulejo Garganta Azul		5	0.024	3.74	0.089
Turdidae	Turdus infuscatus	Mirlo Negro	A	13	0.062	2.78	0.172
Thraupidae	Sporophila moreletii	Semillero de Collar		9	0.043	3.15	0.135
Passerellidae	Aimophila rufescens	Zacatonero Canelo		9	0.043	3.15	0.135
Parulidae	Leiothlypis celata	Chipe Oliváceo		3	0.014	4.25	0.061
Parulidae	Setophaga virens	Chipe Dorso Verde		9	0.043	3.15	0.135
Passerellidae	Atlapetes albinucha	Rascador Nuca Blanca		7	0.033	3.40	0.113
Troglodytidae	Campylorhynchus zonatus	Matraca Tropical		11	0.052	2.95	0.154
Vireonidae	Vireo gilvus	Vireo Gorjeador		6	0.029	3.56	0.102
Thraupidae	Cyanerpes cyaneus	Mielero Patas Rojas		6	0.029	3.56	0.102
Icteridae	Dives dives	Tordo Cantor		14	0.067	2.71	0.181
Columbidae	Zenaida asiatica	Paloma Alas Blancas		5	0.024	3.74	0.089
Icteridae	Quiscalus mexicanus	Zanate Mayor		8	0.038	3.27	0.124
Icteridae	Molothrus aeneus	Tordo ojos rojos		5	0.024	3.74	0.089
Fringillidae	Haemorhous mexicanus	Pinzon mexicano		12	0.057	2.86	0.164



<b>Riqueza = 25</b>
<b>Índice de Shannon= 2.658</b>
<b>H-máx.= 3.219</b>
<b>Equidad= 0.826</b>

**Resultados para Mamíferos en el AP**

En el AP se registraron tres especies de este grupo faunístico, es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el AP y en la Tabla se desglosa en análisis de diversidad.



**Curva Rango Abundancia de mamíferos en AP**

**. Id y especie de la grafica**

ID	Especie
a	Sciurus aureogaster
b	Sylvilagus floridanus
c	Procyon lotor

**Resultados para Mamíferos en el AP**

Familia	Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	pi	LN pi	IS
Sciuridae	Sciurus aureogaster	Ardilla Vientre Rojo		8	0.615	0.49	0.299
Procyonidae	Procyon lotor	Mapache		1	0.077	2.56	0.197
Leporidae	Sylvilagus floridanus	Conejo Serrano		4	0.308	1.18	0.363
<b>Riqueza = 3</b>							
<b>Índice de Shannon= 1.040</b>							
<b>H-máx.= 1.099</b>							
<b>Equidad= 0.947</b>							

### Índices de diversidad de Shannon – Wiener en el SAR

Referente al índice de Shannon, éste se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, dependiendo por lo general al tipo de ecosistema. El índice de Shannon aumenta cuando existe una mayor uniformidad de las especies, aplicando el cálculo se puede demostrar que, para cualquier número de especie, hay un máximo posible ( $H'$  máx).

En el grupo faunístico de los anfibios y reptiles se obtuvo un índice de Shannon de **1.055** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.099** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

Respecto al grupo de las aves se obtuvo un índice de Shannon de **2.658** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **3.249** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es media y es homogénea.

En cuanto al grupo de los mamíferos se obtuvo un índice de Shannon de **1.040** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.099** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

En cuanto a la Equitatividad (Pielou) cuando los resultados se acercan a cero significa que las especies en el ecosistema no son equitativamente abundantes, es decir, son más heterogéneos y cuando los valores se acercan a uno corresponden a ecosistemas más abundantes, es decir, más homogéneos. El resultado para el grupo de anfibios y reptiles fue el siguiente **0.960**, para el grupo de las aves el resultado fue **0.826**, mientras que para el grupo de los mamíferos fue **0.947** lo cual nos indica en los tres grupos faunísticos analizados que el ecosistema tiende a ser homogéneo.

**Especies vulnerables en SAR y AP (especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010)**

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies presentes en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional (SAR) reside en el hecho de conocer el impacto que tienen los individuos en la zona de estudio. De esta manera, se revisó el estatus de riesgo de las especies presentes de acuerdo con la Norma Oficial para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (**NOM-059- SEMARNAT-2010**). La fauna mexicana con alguna categoría de riesgo se encuentra enlistada en algunos de los siguientes rubros:

- **Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E).** Aquellas especies cuyos ejemplares, en vida libre dentro del Territorio Nacional, han desaparecido, y de la cual se desconoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En Peligro de Extinción (P).** Aquellas cuyas áreas de distribución, o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional, han disminuido drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A).** Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando factores tales como la modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.
- **Sujetas a Protección Especial (Pr).** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica; por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

Durante la realización del presente estudio se identificaron para el Área del Proyecto y en el Sistema Ambiental Regional organismos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010, bajo la categoría de: Sujeta a Protección Especial (Pr) y Amenazada (A).

***Especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registro en SAR y AP***

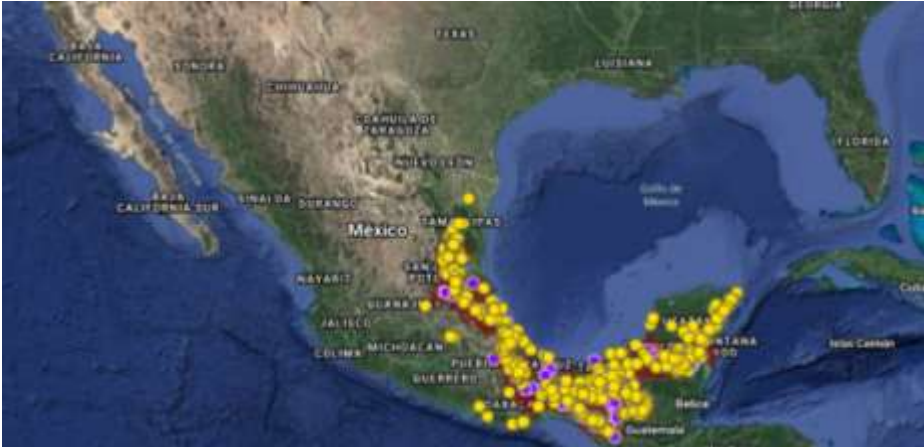
Familia	Especie	Nombre común	NOM-059	Registro
Icteridae	Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr	SAR AP
Psittacidae	Pionus senilis	Loro Corona Blanca	A	SAR
Turdidae	Turdus infuscatus	Mirlo Negro	A	SAR AP
Parulidae	Geothlypis tolmiei	Chipe Lores Negros	A	SAR
Turdidae	Myadestes occidentalis	Clarín jilguero	Pr	SAR
Scincidae	Plestiodon lynxe	Eslizón de Bosque de Encinos	Pr	SAR
Boidae	Boa imperator	Mazacuata	A	SAR

**. Ficha informativa *Psarocolius montezuma***

Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr
<p>Fuente: <a href="https://enciclovida.mx/especies/36148">https://enciclovida.mx/especies/36148</a></p>		
<p>El macho mide 50 cm de longitud y pesa 520 grs., la hembra tiene una longitud de 38 cm. y pesa 230 gr. Los adultos tienen la cabeza, el cuello y el pecho de color negro, y el resto del cuerpo de color marrón castaño profundo (machos) o castaño (hembras), con algunas manchas negras por debajo, sobre todo en los muslos y el abdomen. Las timoneras externas son de color amarillo, mientras que las centrales son de color café canela. El pico es negro, con la punta de color anaranjado. La piel de la región malar es de color azul pálido. El iris es café, mientras que las escamas de las patas y los tarsos son negros. Los inmaduros son similares a los adultos, pero con el negro de la cabeza más opaco y la zona inferior de color castaño oscura opaca, con leves listas centrales negras e indistintas.</p>		
<p><u>Distribución</u></p>		
<p>Distribución histórica: Se distribuye en la región tropical del este y sureste de México, siguiendo la zona continental del Caribe centroamericano, hasta Panamá. En México, se encuentra desde el sur de Tamaulipas, Veracruz, Norte de Puebla, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche y Quintana Roo.</p>		
<p>Ecotonos y claros de bosques húmedos, árboles de ceiba y plantaciones, de los 800 ocasionalmente hasta los 1700 msnm (Howell y Webb, 1995; Stotz et al., 1996 y AOU, 1998). Frecuenta árboles aislados en claros o áreas parcialmente despejadas, aunque penetra al dosel del bosque para forrajear. (Peterson y Chalif 1989).</p>		
<p><u>Importancia cultural y usos</u></p>		
<p>Habita en tierras bajas húmedas, en bordes de selvas y claros abiertos (AOU 1998). Debido a su alimentación, este zacua es un importante dispersor de semillas y regulador natural de insectos defoliadores (principalmente durante su temporada de reproducción); además, en ocasiones actúa como polinizador. Sus nidos largos en forma de bolsa son utilizados como adornos colgantes en las casas</p>		


Fuente: González-Salazar, C. & Benítez-Salcedo, R. 2009. Ficha técnica de *Psarocolius montezuma*. En: Escalante-Piego, P. (compilador). Fichas sobre las especies de aves incluidas en Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000. Parte 1. Instituto de Biología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W007. México, D.F.

**. Ficha informativa *Pionus senilis***

Pionus senilis	Loro Corona Blanca	A
		
<p>Fuente: <a href="https://enciclovida.mx/especies/36558-pionus-senilis">https://enciclovida.mx/especies/36558-pionus-senilis</a></p>		
<p>Es una especie de tamaño mediano que mide 24 cm de cabeza a cola y pesa 193-229 gr (Forshaw 1989, Collar 1997). La garganta y la frente son de color blanco, presenta un anillo ocular de color rosado y el pico es de color hueso. Presenta el color rojo y verde amarilla en la región infracaudal. Las timoneras centrales son de color verde, las externas son color azul-violeta en la parte de arriba, azul verde en la parte baja con la base roja. Los individuos juveniles se distinguen de los adultos por solo presentar un borde de color blanco en la frente, además las plumas azules en la cabeza o cuello son casi ausentes y hay poco rojo en la región infracaudal (Forshaw 1989, Howell y Webb 1995). Los ojos son de color ámbar en el adulto</p>		
<p><u>Distribución</u></p>		
<p>Distribución histórica: El loro corona blanca es una especie que se localiza en la vertiente del Atlántico desde el sur de Tamaulipas, adentrándose hacia Chiapas, y la península de Yucatán. Su distribución se extiende hasta el oeste de Panamá (Howell y Webb 1995). El rango de su distribución histórica se extiende desde aproximadamente la latitud 23 y la longitud 100 en el sur de Tamaulipas por la vertiente Atlántica de México, adentrándose a Oaxaca y Chiapas por latitud 16-17, hasta la península de Yucatán por la latitud 19. Su distribución continúa desde el sureste de México hasta Honduras y Panamá (Howell y Webb 1995). Es una especie que se localiza principalmente en las tierras bajas, aunque puede encontrarse hasta los 1,500 msnm</p>		

Fuente: Salinas-Melgoza, A. y Renton, K. 2008. Ficha técnica de *Pionus senilis*. En: Escalante-Pliego, P. (compilador). "Fichas sobre las especies de Aves incluidas en el Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-ECOL-2000. Parte 2". Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W042. México, D.F.

**Ficha informativa *Turdus infuscatus***

Turdus infuscatus	Mirlo Negro	▲
		
<p>Fuente Figura: <a href="https://enciclovida.mx/especies/36347-turdus-infuscatus">https://enciclovida.mx/especies/36347-turdus-infuscatus</a></p>		
<p>Longitud total 21.5-24 cm. Peso 73.8 g. Con dimorfismo sexual. Los machos tienen el pico, el anillo ocular y los tarsos de color amarillo brillante. El plumaje corporal es completamente negro. La hembra tiene el pico negro y los tarsos amarillentos. El plumaje es de color café, ligeramente más pálido en las partes inferiores; la garganta es café ante con un rayado oscuro. El macho inmaduro se parece a la hembra, pero la cabeza y partes superiores son de color café grisáceo, las partes inferiores son grisáceas. Frecuentemente, con algunas plumas negras en el primer verano; pico, anillo ocular y tarsos de color amarillo en el primer verano. Adquiere el plumaje de adulto en la segunda muda prebásica, cuando tiene un año de edad. El pico es de color oscuro, parecido a la hembra, pero el plumaje es de color café vivo, partes superiores con manchas ante, pecho con manchas café</p>		
<p style="text-align: center;"><u>Distribución</u></p>		
<p>Distribución histórica: Especie residente de las montañas de ambas vertientes. En la vertiente del Golfo de México, en la Sierra Madre Oriental del suroeste de Tamaulipas a la Sierra Norte de Oaxaca, incluyendo el este de San Luis Potosí, el extremo noreste de Querétaro, noreste de Hidalgo, oeste de Veracruz y este de Puebla. También en la región de Los Tuxtlas. En la vertiente del Pacífico, en la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca, y en la Sierra Madre de Chiapas. También en el Macizo Central de Chiapas. En Morelos es incidental. Al sur de México, su distribución incluye Guatemala, El Salvador y Honduras (Peterson &amp; Chalif, 1989; Howell &amp; Webb, 1995; AOU, 1998).</p>		
<p>Distribución actual: Es probable que su distribución histórica se haya visto reducida en forma proporcional a la reducción que ha sufrido el bosque mesófilo de montaña, su hábitat principal, que ha sido en, por lo menos, un 50%.</p>		

Fuente: Martínez-Morales, M. A. 2009. Ficha técnica de *Turdus infuscatus*. En: Escalante-Piego. P. (compilador). Fichas sobre las especies de aves incluidas en Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-059-ECOL-2000. Parte 1. Instituto de Biología, UNAM. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W007. México, D.F.

**. Ficha informativa Myadestes occidentalis**

<i>Myadestes occidentalis</i>	Clarín Jilguero	Pr
<p>Myadestes occidentalis (clarín jilguero) Distribución potencial (Navarro-Sigüenza et al. 2018)</p>		
<p>Ave de 20.5 a 21.5cm de longitud total y sin dimorfismo sexual. Cabeza y partes ventrales gris a blanquecino, lores más oscuros y anillo ocular incompleto de color blanco. Plumas de las partes dorsales café olivo con las puntas pardas y más oscuro en las alas. Banda clara en la base de las remeras. Rectrices centrales grises, resto de la cola negra y rectrices externas casi blancas, patas de gris a rosado y pico negruzco. Juveniles color claro, ya sea blancuzcos o pardos claros con escamas color café oscuro en el plumaje; las alas y la cola iguales a las de los adultos. El canto está formado por series de notas metálicas que van acelerando. El canto de esta especie es un sonido característico de los bosques mesófilos y muy apreciado. Esta especie canta todo el año.</p>		
<p><u>Distribución</u> Especie residentes en ambas vertientes de México, desde el sureste de Sonora, el sur de Chihuahua, Sinaloa, Durango, Nayarit (incluyendo las islas Tres Marías), Jalisco, Guanajuato, San Luis Potosí, el centro de Nuevo León y el sur de Tamaulipas, hacia el sur a través de las montañas de México hasta Guatemala y Belice, y hacia el sur hasta el norte de El Salvador y centro de Honduras (Valle Comayagua) (AOU, 1998; Howell &amp; Webb, 1995; Miller et al., 1957). Binford, 1989 lo reporta en la Sierra de Mihuatlán, la Sierra Yucuyacua y la Sierra de Chiapas.</p>		
<p>Habita bosques de pino-encino húmedos a semiáridos, bosques mesófilos de montaña, bosques perennifolios, semidecíduos, bosques tropicales perennifolios de tierras bajas, frecuentemente a lo largo de arroyos. También en bordes de bosques, matorrales y claros en bosques.</p>		
<p><u>Importancia cultural y usos</u> Es una especie de las tierras altas de México, que tiene fuerte asociación con los bosques mesófilas; se explota comercialmente como ave de ornato.</p>		

Fuente. CONABIO. Navarro-Sigüenza, A. G., A. Gordillo-Martínez, A. T. Peterson, C. A. Ríos-Muñoz, C. R. Gutiérrez-Arellano, D. Méndez-Aranda, T. Kobelkowsky-Vidrio, L. E. Sánchez-Ramos, (2018)

**. Ficha informativa *Geothlypis tolmiei***

<i>Geothlypis tolmiei</i>	Chipe Lores Negros	▲
		
<p>Fuente: <a href="https://enciclovida.mx/especies/36202">https://enciclovida.mx/especies/36202</a></p>		
<p>Chipe fornido y escurridizo que prefiere matorrales densos. Amarillo con cabeza y pecho gris azul. Los lores más negros hacen resaltar los arcos blancos distintivos por encima y por debajo del ojo. Verde oliva arriba y vientre amarillo. Patas rosadas brillantes. Los machos adultos tienen el plumaje más contrastante. Las hembras e inmaduros son más opacos, pero con el mismo patrón. Se encuentra en matorrales, áreas abiertas de bosques mixtos y zonas riparias.</p> <p><u>Distribución</u></p> <p>Es un ave migratoria cuya área de invernada se extiende desde el noroeste de México (Sonora, sur de la península de Baja California) hasta Chiapas. En este país es bastante común, sobre todo en los estados del oeste. Está ausente en el Golfo y la península de Yucatán.</p>		

Fuente: <https://ebird.org/species/macwar/MX>



Ficha informativa *Plestiodon lynxe*

<i>Plestiodon lynxe</i>	Eslizón de Bosque de Encinos	Pr
		
<p>Fuente: <a href="https://enciclovida.mx/especies/27336">https://enciclovida.mx/especies/27336</a></p>		
<p>Lagartija esbelta, alargada, de talla mediana con LHC de 70 a 75 mm. Las hembras son más grandes que los machos. La cabeza es alargada, las extremidades cortas y ligeramente robustas, con escamas lisas cicloideas. La cabeza es de color café que no contrasta con el dorso del mismo color en algunos adultos, los colores y el patrón negro de la cabeza y café del cuerpo son más evidentes en juveniles. Presenta líneas dorso laterales delgadas y pálidas en la cabeza y el cuello, estas están ausentes o indefinidas en la parte posterior del cuerpo. Una línea oscura medio dorsal en la cabeza y el cuello, generalmente se extiende justo delante de la inserción de las extremidades anteriores o terminan en el cuello. Una línea clara medio dorsal se bifurca en la parte frontal y recorre el cuerpo hasta los apéndices posteriores. La cola es de color azul en las crías, volviéndose azul grisácea en adultos, en organismos preservados, el abdomen y la mayor parte de la región pélvica se observa de este color azul grisáceo</p>		
<p><u>Distribución</u></p>		
<p>Se distribuye en la parte central de México en los estados de Durango, San Luís Potosí , Hidalgo, y Veracruz; aún presentes: Puebla, Guanajuato (Taylor, 1935; Webb, 1968) y en Querétaro, en el Eje Neovolcánico (Ramírez-Bautista et al, 1998).</p>		

Fuente: Ramírez Bautista, A. y Hernández Ibarra, X. 2004. Ficha técnica de *Plestiodon lynxe*. En: Arizmendi, M. C. (compilador). Sistemática e historia natural de algunos anfibios y reptiles de México. Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Unidad de Biología, Tecnología y Prototipos (UBIPRO), Universidad Nacional Autónoma de México. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. México, D.F.

**Ficha informativa *Boa imperator***

<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	▲
		
<p>Fuente <a href="https://enciclovida.mx/especies/37161-boa-imperator">https://enciclovida.mx/especies/37161-boa-imperator</a></p>		
<p>Es de hábitos terrestres y arborícolas. Mata por constricción y es reconocida por alimentarse de una gran variedad de presas, en los que incluye ranas, lagartos, aves y principalmente mamíferos pequeños y medianos. Los <i>B. imperator</i> mexicanos son más pequeños que los individuos centroamericanos con una longitud promedio entre 1.0 metro y 1.75 metros. En todas las subespecies de <i>B. imperator</i>, las hembras son más grandes y pesadas que los machos. Son ovovíparas y las hembras producen un promedio de 17,8 neonatos por camada</p> <p><u>Distribución</u> Se distribuye en México en los estados de Sonora, Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima, Michoacán, Guerrero, Oaxaca, Chiapas, San Luis Potosí, Puebla, Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán y Quintana Roo, hasta el noroeste de América del Sur en Colombia una especie que altitudinalmente se distribuye desde el nivel del mar hasta los 1500 m s.n.m.</p> <p><u>Importancia cultural y usos</u> Debido a su belleza, docilidad y relativa facilidad de cuidado, las <i>Boa imperator</i> son apropiadas para el comercio de mascotas</p>		

Fuente: <https://www.iucnredlist.org/es/species/203879/2771951#external-data>

**IV.3.2.1 Grado de afectación de la biodiversidad de fauna.**

La determinación del grado de afectación a la biodiversidad de la fauna derivado de las obras correspondientes a la ejecución del proyecto se realizó a través de indicadores simples que permiten cuantificar la afectación a las especies de los distintos grupos de fauna que se verían afectados por el proyecto, por ejemplo: riqueza de especies por grupo, número de individuos por especie, presencia/ausencia, densidad relativa.

Para el presente estudio se tomó en consideración como indicador la afectación que sufrirá la biodiversidad de la fauna en cuatro grupos de fauna: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, considerando que el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que los estudios técnicos justificativos demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida, abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.

Asimismo, la CONABIO menciona que, en cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función. La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, perturbaciones naturales, etc.).

Considerando lo anterior, para determinar el grado de afectación, se realizó muestreo de fauna en cada grupo zoológico tanto en el AP como en el SAR, con la finalidad de conocer la composición de las especies presentes y el número de individuos, para determinar la riqueza específica, diversidad máxima y equidad.

Expuesto lo anterior, con base en el análisis de la comparación de la composición de la fauna tanto en el AP como en el SAR, se presenta el grado de afectación a la biodiversidad de fauna.

**Cuadro 40. Grado de afectación en la biodiversidad de fauna por grupo**

Grupo	# de especies por afectar en el área de proyecto	# de especies NO registradas en el SAR	Grado de afectación en porcentaje %	Porcentaje de especies registradas en el SAR
Avifauna	25	0	0	100.0
Herpetofauna	3	0	0	100.0
Mastofauna	3	0	0	100.0

De acuerdo con lo anterior el grado de afectación a la biodiversidad de la fauna del AP de las especies por afectar, es del 0.0% para el grupo de avifauna, herpetofauna y mastofauna, es decir que las especies registradas en el AP se encuentran representadas en su totalidad dentro del SAR.

Cabe destacar que no existen indicadores oficiales publicados por alguna dependencia pública que sirvan de marco referencia para determinar el grado de afectación a la biodiversidad con los resultados obtenidos de presencia/ausencia de especies, por lo que para el presente caso se generó una clasificación propia estableciendo rangos en porcentaje y definiendo un grado de afectación similar a los que se presentan en

valoraciones de impacto ambiental o de estudios de erosión del suelo, quedando para el presente caso como se indica en el siguiente cuadro:

**Cuadro 41. Grado de afectación a la biodiversidad de fauna en función del porcentaje de especies no registradas**

Rango en Porcentaje %	Grado de Afectación
0-20	Bajo
20-40	Moderado
40-60	Alto
> 60	Muy alto

Tomando como base dicha clasificación, el grado de afectación a la biodiversidad por grupo de fauna derivado del desarrollo del proyecto para el grupo avifauna, herpetofauna y mastofauna es BAJO, sin embargo, cabe destacar que el avistamiento en campo de la fauna está ligado directamente a los hábitos de las diferentes especies, el clima, la temporada de muestreo y la movilidad de este grupo faunístico.

Es importante mencionar que a partir de los resultados obtenidos se propusieron medidas de mitigación y compensación.

#### IV.3.2.2 Conclusiones

De acuerdo con los muestreos realizados en SAR y AP se determinó que el SAR cuenta con una mayor riqueza y abundancia que el AP, asimismo las especies registradas en AP *Psarocolius Montezuma* se encuentra en la categoría de Sujeta a protección especial y *Turdus infuscatus* se encuentra en estatus de Amenazada según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las diferencias de riqueza y abundancia en el SAR y el AP se pueden explicar en términos de las condiciones ambientales de los sitios. En el caso del AP, si bien cuentan con vegetación forestal, el camino de terracería existente, las zonas de cultivo y los asentamientos humanos ya han provocado cambios en la distribución de especies. El caso más evidente es con los mamíferos, cuyos registros fueron indirectos para el AP mientras que para el SAR ocurrieron registros directos e indirectos, como resultado de un hábitat ligeramente conservado.

Finalmente, no se descarta la presencia y actividad de fauna silvestre, por lo que el camino a modernizar pretende llevar a cabo actividades de prevención con un programa de rescate y reubicación de fauna y de mitigación como la construcción y adecuación de las obras de drenaje como pasos de fauna para evitar la afectación y fragmentación de las comunidades de fauna silvestre

### IV.3.3 Medio socioeconómico

#### IV.3.3.1 Población

Con base en el INEGI 2010, el municipio tiene 51,495 habitantes, repartidos en 24 722 hombres y 26773 mujeres. Tiene una densidad poblacional de 174.65 Habitantes/km<sup>2</sup>. Presenta muy bajo grado de intensidad migratoria a los Estados Unidos.

En la siguiente figura se aprecia la distribución de la población del municipio acorde a datos de INEGI, 2010.

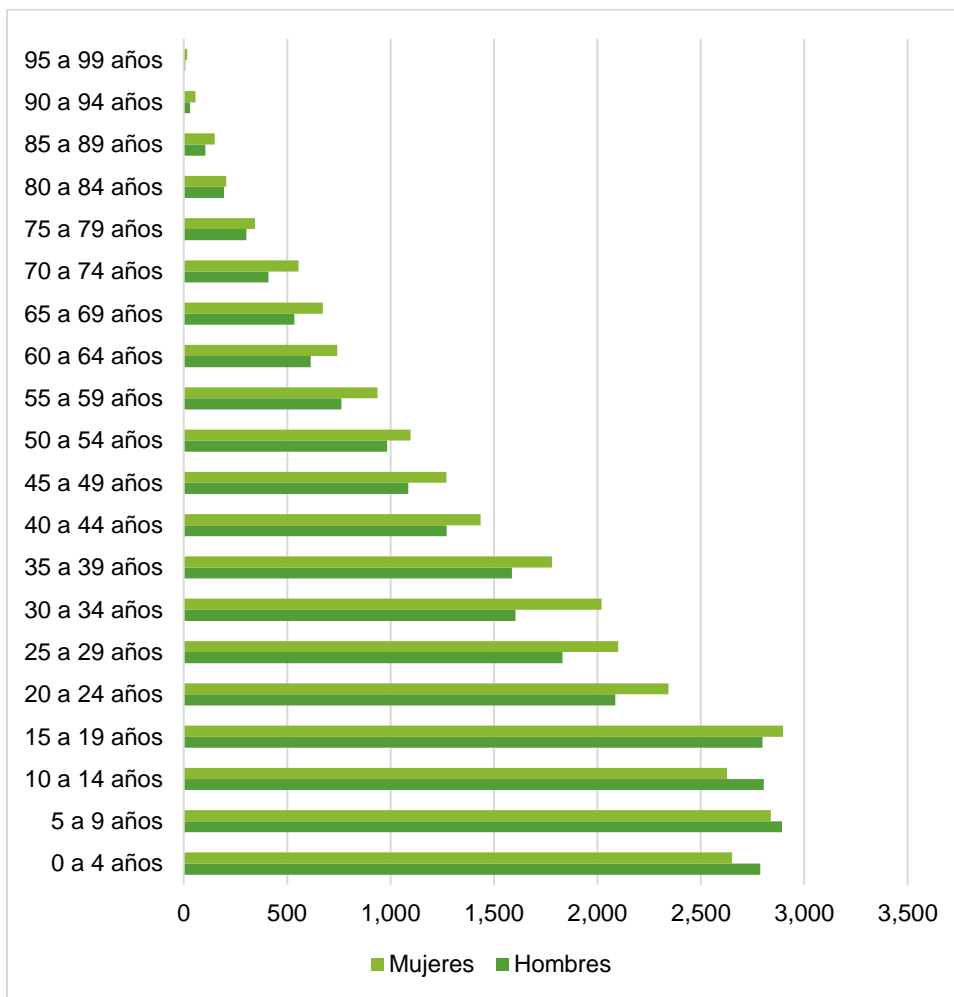


Figura 60. Distribución de la población por edad y sexo

De acuerdo a CONEVAL, al menos el 68% de la población del municipio se encuentra en situación de pobreza y el 18.96% se encuentra en pobreza extrema. Los indicadores de carencia resultan en que el 24.84% de la población tiene rezago educativo, el 39.27%

carece de acceso a los servicios de salud, el 82.56% carece de seguridad social, y el 20.66% presenta carencia por acceso a la alimentación.

#### **IV.3.3.2 Vivienda**

El municipio 12,360 viviendas particulares habitadas, de las cuales el 17% son viviendas con pisos de tierra, el 14% son viviendas con techos endebles, y el 14% de las viviendas tienen muros endebles y al menos el 50% cuentan con algún nivel de hacinamiento.

Así mismo, las viviendas presentan carencia en el acceso de los servicios básicos en sus viviendas, el 3.19 % carece de electricidad, el 4.88% carece de sanitario, el 13.18% no tiene agua entubada, 26.36% no tiene drenaje el 53% aun usan leña o carbón para cocinar.

#### **IV.3.3.3 Salud**

En el municipio cuenta con atención a la salud y ofrece diversos servicios entre los que se incluyen 17 unidades de consulta externa y una unidad de hospitalización. Al menos el 55.70% de la población es derechohabiente.

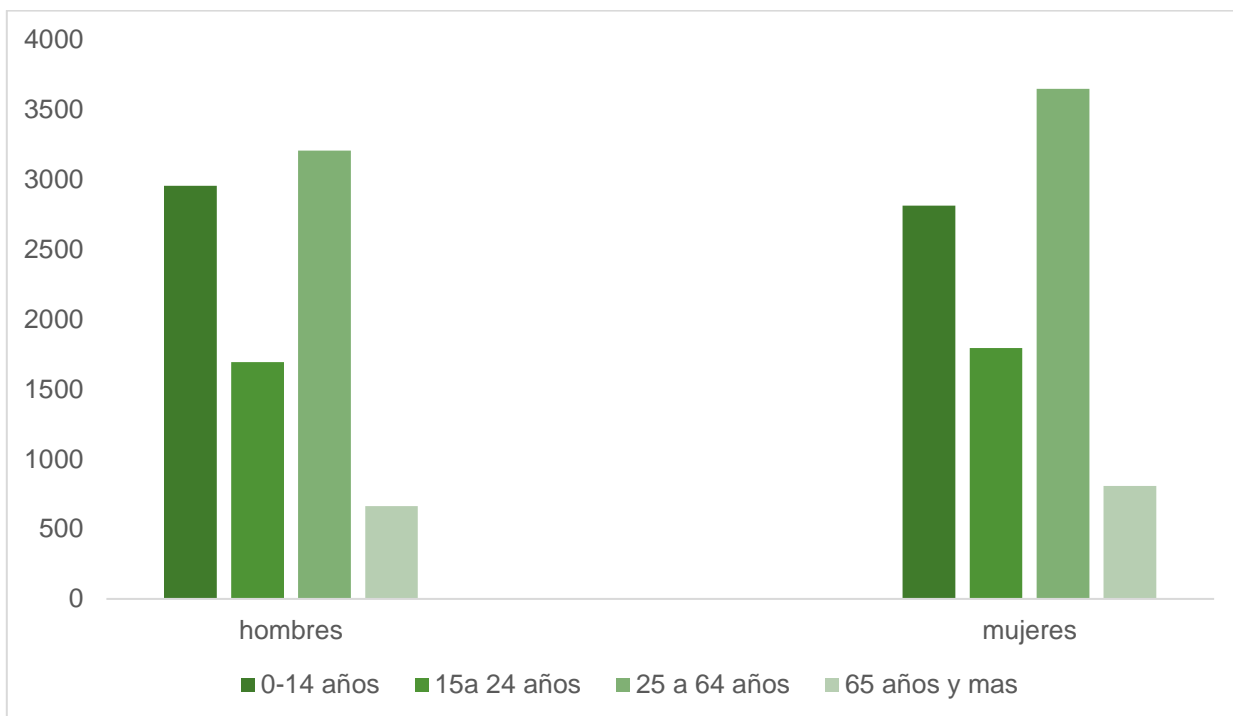
#### **IV.3.3.4 Actividades económicas**

Del total de la población económicamente activa el 95% tiene una ocupación y el 5% no la tiene. Las actividades que se llevan a cabo en el municipio son: Agricultura, Ganadería, Silvicultura, Minería, Construcción, Industrias manufactureras, Comercio al por mayor, Comercio al por menor, Transportes, correos y almacenamientos, Información en medios masivos, Servicios financieros y de seguros, Servicios inmobiliarios y de alquiler de bienes muebles e intangibles, Servicios profesionales, científicos y técnicos, Servicios de apoyo a los negocios y manejo de desechos y servicios de remediación, Servicios educativos, Servicios de salud y de asistencia, Servicios de esparcimiento culturales y deportivos, y otros servicios recreativos y Servicios de alojamiento temporal y de preparación de alimentos y bebidas.

#### **IV.3.3.5 Población indígena**

De acuerdo con las células de información del INPI, el municipio cuenta con la presencia de población indígena, resultando en un total de 17 592. Concentrándose la mayor población en los rangos de edad de 5 a 12 años.

En la siguiente grafica se muestra la distribución de la población indígena.



**Figura 61. Distribución de la población por edad y sexo**

Al respecto de la educación, el 1.5% es monolingüe, el 20.7% es analfabeta y el 18.2% no tiene instrucción primaria.

Sobre los servicios de salud, el 37% está afiliada al seguro popular y el 48% no es derechohabiente de ningún servicio.

La población indígena cuenta con 3,906 viviendas, de las cuales el 15% no tiene agua entubada, 39% no tiene drenaje y el 0.1% no cuenta con electricidad. El 22.65 cuenta con piso de tierra. Entre los bienes electrodomésticos con los que cuentan el 79% tiene televisión, el 34% tiene refrigerador, el 13.8% tiene lavadora y el 3.6% tiene computadora.

#### IV.1 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos.

Los paisajes no son estáticos, ya que las cubiertas y los usos del suelo cambian a lo largo del tiempo tanto por causas naturales como, sobre todo, por la actividad humana. Por lo tanto, el uso de suelo, las prácticas de manejo, la política pública ambiental, la accesibilidad

y la cercanía a centros urbanos y mercados son algunas de las causas que determinan el cambio de uso y modifican la estructura y composición del paisaje.

En el caso del impacto de la construcción y modernización de infraestructura vial, estos incluyen la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. Estas interrumpen y modifican procesos naturales que alteran las estructuras comunitarias y, a largo plazo, la dinámica de la población. Sin embargo, los bordes de las carreteras también pueden proporcionar oportunidades de hábitat y restaurar la conectividad en un paisaje fragmentado que ofrece potencial para compensar algunos de los impactos adversos de la red de carreteras existente.

El desarrollo de redes de carreteras está influenciado en gran medida por consideraciones socioeconómicas. Los caminos rurales proporcionan un mayor acceso a actividades recreativas y el intercambio de bienes y servicios. Los caminos también proporcionan acceso para la extinción de incendios forestales y sirven como brechas cortafuegos.

De este modo, el estudio del paisaje debe ser incluido en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural.

En este sentido para analizar el estado actual del paisaje del área del proyecto se realizaron dos procedimientos metodológicos complementarios entre sí, el primero a partir de la evaluación in situ de algunos factores representativos del paisaje visual, mientras que el segundo se refiere al análisis espacial del paisaje en un Sistema de Información Geográfica. El procedimiento metodológico se engloba en el siguiente diagrama:

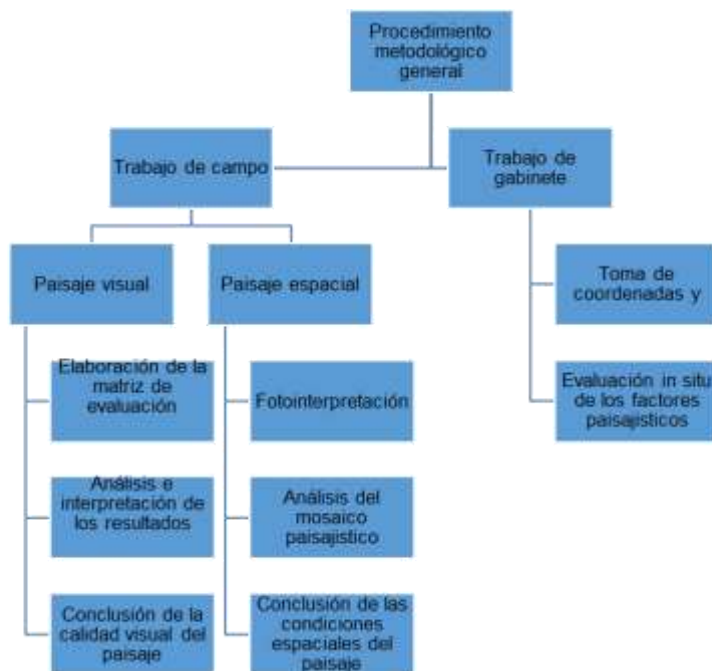


Figura 62. Metodología de evaluación de calidad del paisaje



#### **IV.1.1 Metodología del diagnóstico del paisaje visual**

Para estimar las condiciones visuales del paisaje en el área correspondiente al trazo del camino se evaluaron ocho factores representativos del entorno inmediato considerando como información base, algunas características visuales de cada uno de los factores. En este sentido, se elaboró previamente a la salida de campo una matriz de evaluación, la cual incluye una escala de calidad paisajística de cinco niveles con sus respectivas descripciones o posibles características y condiciones esperadas (ver cuadro siguiente).

**Cuadro 42. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto**

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
Geomorfología	Relieve con formas poco comunes o ampliamente llamativas: Cadenas montañosas con riscos, cañadas, cañones, monolitos, etc. Valles con sistemas de dunas o elementos rocosos de gran tamaño.	Formas erosivas naturales interesantes. Relieve del terreno amplio, pero sin llegar a formar sistemas montañosos. Las formas en el terreno son llamativas, pero no de grado excepcional.	Terreno que llega a formar colinas o valles con elementos moderadamente destacados.	Relieve en el terreno que puede llegar a formar pequeñas colinas o valles con suaves depresiones.	Planicies sin ningún elemento atractivo visualmente como depresiones, cañones, formaciones rocosas, etc.
Valor	5	4	3	2	1
Vegetación	Componente florístico sin alteración aparente. Los elementos que la componen muestran atractivas y numerosas texturas, formas, tamaños, colores, etc.	Vegetación natural con muy bajo o inapreciable impacto por el hombre. Muestra variables importantes en la textura, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos que la componen.	Texturas, tamaños, colores y formas de los elementos florísticos de una variabilidad moderada. La vegetación presenta un evidente, aunque moderado impacto en su composición, cobertura, arreglo y configuración natural.	Las variaciones en las características de los elementos que componen la vegetación son bajas. Las condiciones de la vegetación natural se aprecian alteradas de forma importante, tanto en la composición, como en la cobertura y configuración de sus componentes florísticos.	Terreno sin presencia de vegetación o vegetación compuesta de elementos alóctonos o secundarios. Las texturas, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos no muestran un atractivo visual de importancia.
Valor	5	4	3	2	1
Fauna	Presencia visual o auditiva de manera permanente de diferentes grupos faunísticos, tanto vertebrados como invertebrados. Especies altamente llamativas que pueden, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia constante de fauna silvestre moderadamente llamativa, que puede, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia moderada de fauna silvestre que no forma grandes congregaciones.	Presencia ocasional de distintos grupos de fauna silvestre que pueden, o no, ser atractivas visual o auditivamente. Ocasionalmente se puede llegar a ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.	Presencia nula o casi nula de fauna silvestre atractiva. Ocasionalmente se puede ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.
Valor	5	4	3	2	1
Agua	Elemento que realza en extremo el atractivo visual del paisaje. Puede presentarse como lagunas, lagos, ríos, arroyos,	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los	Cuerpos o corrientes de agua pequeños que pueden ser perennes o intermitentes realizando moderadamente la calidad visual del	Corrientes o cuerpos de aguas poco contrastantes que usualmente son intermitentes. Sus aguas se aprecian contaminadas	Corrientes o cuerpos de agua, ausentes, efímeros, intermitentes, perennes o poco perceptibles que apenas realzan la calidad visual del paisaje. Sus aguas se

	cascadas, etc. En todos los casos el agua se muestra limpia y sin malos olores.	elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y sin malos olores	paisaje. El agua se aprecia levemente contaminada y con mal olor.	en una medida importante y presentan mal olor.	muestran muy contaminadas y con olores nauseabundos.
Valor	5	4	3	2	1
Color	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Moderada combinación y realce del factor color en el paisaje.	Poca combinación de colores en el paisaje. Los tonos suelen ser apagados y poco contrastantes.	Totalidades de colores apagados y casi monocromáticos, que no realzan la calidad visual del paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
Fondo escénico	El paisaje circundante a la superficie de muestreo realza fuertemente la calidad visual del paisaje. Habitualmente el fondo escénico se compone de macizos montañosos conservados.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos montañosos de calidad aceptable, realzando la calidad visual del paisaje.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de una topografía que puede, o no, superar a las colinas en relieve. La vegetación se encuentra moderadamente aceptable. Se pueden llegar a ver elementos antrópicos como casas o tierras de cultivo	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos poco atractivos. Es posible visualizar casas, tierras de cultivo, ganado en pastoreo, etc.	El fondo escénico se compone total o casi en su totalidad de elementos antrópicos como casas, carreteras, tierras de cultivo, zonas pecuarias, etc.
Valor	5	4	3	2	1
Singularidad y rareza	Paisaje de alta singularidad que muestra elementos paisajísticos únicos o poco usuales.	Paisaje poco común a nivel regional. Los elementos compositivos denotan una alta armonía.	Paisaje común a nivel regional, pero a nivel local resulta atractivo. Puede presentar algunos elementos compositivos particulares que resalta su calidad visual.	Muy común a nivel regional. A escala local suele presentar un atractivo moderado. Los elementos que lo componen resultan en su mayoría homogéneos	Muy común incluso a nivel local. Los elementos que lo componen, además de ser comunes, resultan poco atractivos en el paisaje.
Valor	5	4	3	2	1
Grado de alteración humana	Paisaje sin evidencia de alteración humana.	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista.	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad visual al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
Valor	5	4	3	2	1

Se seleccionaron 30 sitios de observaciones distribuidos aleatoriamente a lo largo del eje donde se pretende construir el trazo del camino. En cada sitio se evaluó una distancia aproximada a un radio de 100 metros desde la posición del ponderador, donde se analizaron las condiciones actuales de cada factor en términos visuales y de apreciación en el paisaje local. Únicamente para el factor "fondo escénico" se consideró como distancia de evaluación hasta el infinito (hasta donde la condición del paisaje permitiera la observación). Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con la finalidad de garantizar resultados más fiables. Para tener la ubicación precisa de los sitios de evaluación se tomó la coordenada central (UTM) de cada uno de estos.

**Cuadro 43. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto.**

Para interpretar los resultados obtenidos de una forma simple y clara, se generó una escala de calidad paisajística de cinco niveles, cada cual, con un rango de valores, que representan subniveles de calidad, tomando en consideración el número de factores utilizados para la evaluación. Teóricamente el valor más bajo correspondería a un paisaje completamente modificado y con características naturales de muy bajo atractivo, por otro lado, el valor más alto estaría representado por un paisaje sin intervención humana y con numerosas características naturales de gran atractivo visual.

Clasificación	Rango
<b>Muy alta</b>	33.6 - 40
<b>Alta</b>	27.2 - 33.5
<b>Media</b>	20.8 - 27.1
<b>Baja</b>	14.4 - 20.7
<b>Muy baja</b>	8 - 14.3

De acuerdo con la matriz de evaluación presentada anteriormente, en los siguientes cuadros se presentan los resultados de la evaluación de paisaje en diferentes puntos del trazo del camino.

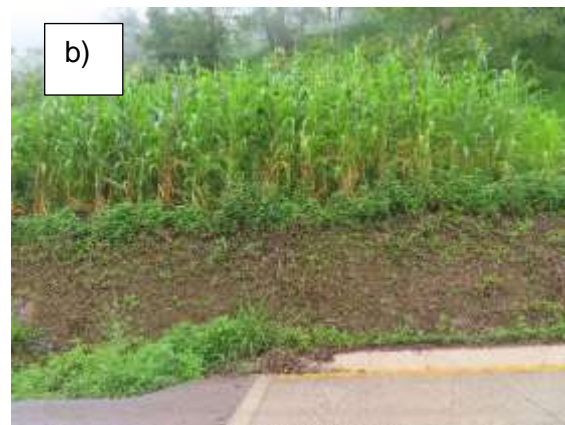
**Cuadro 44. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje.**

Factor	Sitios de muestreo															Calidad paisajística por factor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Geomorfología	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Vegetación	3.0	2.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	2.9
Fauna	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Agua	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.7
Color	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.0	2.8
Fondo escénico	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0

Factor	Sitios de muestreo															Calidad paisajística por factor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Singularidad o rareza	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.5	2.6
Grado de alteración humana	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3
Calidad paisajística por sitio	22.5	20.0	20.5	22.0	22.5	22.0	22.0	21.0	24.0	23.0	23.0	22.0	23.5	21.5	22.5	

Factor	Sitios de muestreo															Calidad paisajística por factor
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Geomorfología	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.2
Vegetación	3.0	2.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	2.9
Fauna	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Agua	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Color	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0
Fondo escénico	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Singularidad o rareza	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.5	2.6
Grado de alteración humana	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Calidad paisajística por sitio	22.5	22.0	22.5	22.0	22.5	24.0	24.0	23.0	24.0	24.0	25.0	24.0	24.5	24.5	24.5	<b>22.83</b>

Con base en los resultados del cuadro anterior, se desprende que la calidad visual del paisaje a nivel local es "Media". En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, agricultura y Bosque Mesófilo de Montaña.





**Figura 63. Paisaje en el área de proyecto. a) Vegetación en el área del proyecto b) Terrenos agrícolas en las inmediaciones del proyecto c) Áreas desprovistas de vegetación y d) Vista general del paisaje**

Uno de los principales problemas detectados, que afectan la calidad del paisaje, es la modificación de la vegetación natural, encontrándose zonas con poca vegetación, y por vegetación compuesta de elementos secundarios, y sobre todo por elementos introducidos y malezas, así como las actividades productivas de los pobladores principalmente agricultura.

Todos estos elementos tienen en común, que afectan directa e indirectamente sobre la calidad de los ecosistemas, eliminando hábitats naturales y creando en las periferias de estas superficies de cambio de uso de suelo un efecto de borde que puede tener secuelas diversas sobre la flora y la fauna a distintas distancias. Sin embargo, el municipio donde se desarrollaría el proyecto, como cualquier otra comunidad, presenta necesidades básicas, de manera que se crean actividades en las zonas adjuntas a estas, tales como la agricultura, la ganadería, y la apertura de vías de comunicación, además de la provisión de los servicios básicos, esquema en el cual se inserta la necesidad de modernizar el trazo carretero actual. No obstante, la modificación que presenta ya el paisaje permite la viabilidad del proyecto, en el sentido en que este presenta una calidad media hoy en día.

El grado de impacto que podría tener el presente proyecto hacia la calidad visual del paisaje que actualmente se registra, se considera como muy bajo, partiendo del hecho de que las condiciones actuales del paisaje son medias, debido a la presencia del camino actual y por la predominancia de áreas de agricultura y la tala de árboles. Aunado a lo anterior, el trazo de la carretera ha sido debidamente planeado y será realizado de acorde a la normatividad ambiental aplicable para garantizar que la afectación sea mínima. En este sentido, el presente proyecto es considerado viable, evidentemente bajo las medidas de mitigación y compensación que se manifiestan en el presente documento.

En conclusión, en la actualidad la calidad del paisaje visual se estima como de categoría Media, de acuerdo con la evaluación realizada en campo. Los principales elementos de origen antropogénico que dominan el paisaje local corresponden a asentamientos humanos, tierras

agropecuarias, y vías de comunicación existentes. Debido a la presencia de estos factores, a la cuidadosa planeación del proyecto, y a las diferentes medidas de mitigación propuestas, se concluye que el proyecto es viable.

## IV.2 Diagnóstico ambiental

En este apartado se establece como se encuentran los diferentes componentes del ambiente, previo a la ejecución del proyecto, mediante su análisis y valoración.

### IV.2.1 Inventario ambiental

La zona donde se desarrolla el proyecto es una zona con diferentes matices, es decir existen áreas completamente perturbadas por presiones demográficas, agrícolas y pecuarias que se ven reflejados principalmente en la cobertura vegetal y en contraste hay áreas que se encuentran en un estado de recuperación, mostrando una mejor cobertura vegetal y presencia de estratos arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo.

Como un primer paso en el análisis e interpretación de la calidad actual de los factores que conforma el inventario ambiental, se procede a identificar aquellos que se encuentran presentes en la zona donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. En este caso los elementos considerados serán los componentes ambientales presentes susceptibles de ser impactados por el Proyecto.

**Cuadro 45. Componentes ambientales susceptibles para impactar**

Componente	Factor
Agua	Cantidad
	Calidad
Suelo	Calidad
	Conservación (erosión y compactación)
Aire	Calidad
	Sonido (ruido)
Flora	Abundancia y diversidad
	Conectividad (fragmentación)
Fauna	Hábitat
	Anfibios y reptiles
	Aves y quirópteros
	Mamíferos terrestres
Paisaje	Calidad visual
Socioeconómico	Bienestar social
	Bienestar económico

### IV.2.2 Valoración de los componentes

Para valorar la calidad del ambiental de cada factor o componente, sin Proyecto, se utilizó la metodología propuesta por Battelle Columbus (1973), la cual inicialmente ha sido enfocada a estructuras hidráulicas, pero que puede aplicarse a otro tipo de proyectos mediante la modificación de los componentes y sus unidades de importancia. En este caso se consideraron 15 factores dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, la metodología sugiere que a cada parámetro se le asigne un valor de 1 al valor óptimo y un valor de 0 al valor pésimo. En este caso se planteó la subdivisión de los valores de calidad entre 0 y 1, quedando de la siguiente forma:

**Cuadro 46. Rangos de calidad de los componentes**

Calidad	Nivel
<b>Muy alta/Optima</b>	1
<b>Alta</b>	0.75
<b>Media</b>	0.50
<b>Baja</b>	0.25
<b>Muy baja/Pésima</b>	0

A continuación, se presenta la valoración de los componentes ambientales:



**Cuadro 47. Valoración de los componentes ambientales**

Componente	Factor	Valor	Descripción
Agua	Cantidad	0.50	De acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 1381.2, la precipitación mínima mensual se registra en los meses diciembre y enero, la mayor precipitación es durante octubre.
	Calidad	0.50	Con respecto al eje que constituye el proyecto en cuestión, cabe destacar que éste es atravesado por 11 corrientes de tipo intermitente.
Suelo	Calidad	0.50	En algunas inmediaciones del área de proyecto se tienen zonas habitadas y otras áreas ocupadas por actividades de agricultura y ganadería. Así mismo es de notarse que el camino actual es de terracería y se encuentra en un estado de calidad media.
	Conservación (erosión y compactación)	0.50	Dentro del SAR, según el mapa de Degradación del suelo de INEGI, se identifica degradación química en el SAR, en grado ligero a moderado. De acuerdo con SEMARNAT, la degradación química involucra procesos que conducen a la disminución o eliminación de la productividad biológica del suelo y está fuertemente asociado con el incremento de la agricultura. En el área de estudio la degradación del suelo es provocada principalmente por la pérdida de la cubierta forestal y el fomento a las actividades agrícolas y ganaderas; se emplean técnicas inadecuadas que, aunadas a la accidentada topografía de la región, favorecen este proceso y a su vez provocan el asolvamiento de ríos, arroyos y lagunas.
Aire	Calidad	0.50	Se considera como en condiciones cotidianas a una zona predominantemente rural. Debido a que el camino es de terracería existe levantamiento de polvos al transitar sobre el mismo, principalmente en las áreas fuera de los asentamientos humanos y particularmente en las zonas identificadas como agropecuarias, las desprovistas de vegetación y las de .
	Sonido (ruido)	0.50	
Flora	Abundancia y diversidad	0.50	<b><u>Vegetación en el SAR y AI</u></b> En el norte del municipio de Tlatlauquitepec, los bosques son abundantes y predomina el bosque mesófilo de montaña, constituido principalmente por: <i>Liquidambar styraciflua</i> (liquidámbar), jaboncillo, <i>Syzygium jambos</i> (pomarrosa), <i>Citrus x sinensis</i> (naranja), <i>Cecropia obtusifolia</i> (hormigo), <i>Cestrum nocturnum</i> var. <i>mexicanum</i> y <i>Sambucus mexicana</i> , entre otras especies (Cerón et al., 2006); al respecto, se realizaron 8 sitios de muestreo dentro del SAR (en el mismo tipo de vegetación que afectará el proyecto); los resultados se presentan a continuación.
	Conectividad (fragmentación)	0.50	

Componente	Factor	Valor	Descripción
			<p><b><u>Estrato arbóreo</u></b>                      Está formado por 27 especies, de ellas, <i>U. mexicana</i> es la que presenta mayor importancia ecológica con un IVI de 50.2, en contraste, <i>Citrus x sinensis</i> es el elemento con menor Valor de importancia. 5 especies aportan el 55% del VI: <i>U. mexicana</i>, <i>L. styraciflua</i>, <i>D. arboreus</i>, <i>O. echinops</i> y <i>Q. cortesii</i>. Las identidades florísticas con mayor densidad relativa son <i>U. mexicana</i> y <i>D. arboreus</i> calculándose hasta 165 y 102 individuos por hectárea respectivamente; los elementos con menor cantidad de representantes son: <i>P. americana</i>, <i>B. arborea</i> y <i>Citrus x sinensis</i>.</p> <p><b><u>Estrato arbustivo</u></b>                      La identidad arbustiva que más destaca por su valor de importancia en el ecosistema es <i>A. firma</i> aportando el 14.2% del IVI total, sin embargo, dicho valor está dado (en gran parte) por su dominancia relativa, la cual supera por mucho a las otras especies; por otro lado, <i>L. laxiflora</i> es el elemento arbustivo con menor valor de importancia en el BMM.</p> <p><b><u>Estrato herbáceo</u></b>                      Las identidades herbáceas mejor adaptadas al ecosistema son: <i>L. camara</i>, <i>G. pellucida</i> y <i>B. fusca</i> al calcularse un IVI de 38, 36.5 y 36.4 respectivamente (tan solo estas tres especies aportan el 37% del total); por otro lado <i>H. juncea</i> es la especie herbácea con menor valor de importancia.</p> <p><b><u>Estrato epífitas</u></b>                      El IVI de las plantas epífitas está dado en gran parte por una especie: <i>T. deppeana</i> quien aporta el 65% del total, esta identidad florística también presenta la mayor densidad, frecuencia y dominancia relativa; por otro lado <i>P. vitellina</i> y <i>T. schiedeana</i> son los elementos con menor importancia ecológica.</p> <p><b><u>Estrato escandentes</u></b>                      En este sentido, se calculó una riqueza específica (S) de cinco especies, dos de estas catalogadas como endémicas: <i>S. neglectum</i> y <i>R. liebmannii</i>; con una probabilidad del 20 % (baja) de que un individuo seleccionado al azar sea de la misma especie que el anterior y una diversidad también baja (1.5).</p> <p><b><u>Vegetación en el AP</u></b>                      Para conocer la diversidad florística en el área del proyecto, se procedió a la realización de 4 sitios de muestreo en esta superficie. El tipo de vegetación forestal observado fue Bosque Mesófilo de Montaña (BMM). Se identificaron en total 55 géneros y 61 especies distribuidas en 35 familias, de ellas las familias más diversas fueron: Asteraceae (contribuyendo con el 16.4% de riqueza);</p>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			<p>Rubiaceae con el 8.2%, Malvaceae (6.6%) y Bromeliaceae con 4.9%; tan sólo estas cuatro familias suman el 36% del total de las especies observadas.</p> <p><b><u>Estrato arbóreo</u></b>                      De las 21 especies arbóreas identificadas, <i>D. arboreus</i>, <i>P. teocote</i> y <i>Q. cortesii</i> son los elementos mejor adaptados al ecosistema y que aportan casi la mitad del IVI total (además de presentar la mayor densidad relativa), por otro lado, <i>C. mexicanum</i> y <i>Citrus x sinensis</i> son los elementos florísticos con menor IVI; en este sentido, son cinco las especies con menos individuos observados: <i>P. amalago</i>, <i>Q. laeta</i>, <i>A. monoica</i>, <i>C. mexicanum</i> y <i>Citrus x sinensis</i>.</p> <p><b><u>Estrato arbustivo</u></b>                      El estrato arbustivo está formado por 31 especies, de ellas, siete contribuyen con el 49% del IVI total: <i>A. firma</i>, <i>S. tenuior</i>, <i>C. xalapensis</i>, <i>D. arboreus</i>, <i>T. grandifolia</i>, <i>C. houstoniana</i> var. <i>anomala</i> y <i>L. laxiflora</i>; caso contrario ocurre con <i>B. reptans</i> la cual sólo aporta el 0.9%.</p> <p><b><u>Estrato herbáceo</u></b>                      El estrato herbáceo es menos diverso, en este caso se observaron 17 identidades, en ellas destacan 5 que aportan el mayor IVI: <i>A. repens</i> (36.2), <i>A. pazcuarensis</i> (33.5), <i>L. racemosa</i> (30.6), <i>C. houstoniana</i> var. <i>anomala</i> (28.6) y <i>A. ciliatum</i> (26.0), estas especies suman el 52% del total.</p> <p><b><u>Estrato epífitas</u></b>                      Los ejemplares epífitos dentro del BMM en el AP son menos diversos, sólo se registraron tres especies: <i>T. deppeana</i>, <i>T. fasciculata</i> y <i>T. schiedeana</i>. Con respecto a los índices de VI es importante mencionar que no hay mucha discrepancia entre los valores, las mayores variaciones se aprecian en la Densidad relativa y Dominancia relativa: para el primer caso sobresale <i>T. fasciculata</i> y para el segundo <i>T. deppeana</i>.</p> <p><b><u>Estrato escandentes</u></b>                      En las plantas escandentes el IVI es notablemente mayor para una identidad florística: <i>S. glauca</i>, este valor está determinado por su frecuencia y dominancia relativa, las cuales también fueron considerablemente mayores. En el caso de la densidad relativa, <i>S. neglectum</i> es la especie con más observaciones registradas.</p>
Fauna	Hábitat	0.50	<b><u>Resultados para Fauna en el SAR</u></b>
	Anfibios y reptiles	0.50	

Componente	Factor	Valor	Descripción
	Aves y quirópteros	0.50	<p>Para el SAR se contabilizaron un total de 81 individuos, Para el SAR se contabilizaron un total de 519 individuos, repartidos entre 54 especies, de entre las cuales 41 pertenecen al grupo de las aves, seis para los mamíferos y siete para el grupo de reptiles.</p> <p><b><u>Resultados para herpetofauna (anfibios y reptiles) en el SAR y AI</u></b>                      Este grupo faunístico está representado por cinco especies, de las cuales <i>Sceloporus variabilises</i> la más abundante. Es importante destacar que las especies registradas <i>Plestiodon lynxe</i> y <i>Boa imperator</i> se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera en "Sujeta a protección especial" (Pr) y la segunda "Amenazada" (A).</p> <p><b><u>Resultados para aves en el SAR y AI</u></b>                      Es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 41 especies, de las cuales <i>Myadestes occidentalis</i> y <i>Psarocolius Montezuma</i> se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr); <i>Pionus senilis</i>, <i>Turdus infuscatus</i> y <i>Geothlypis tolmiei</i> se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
	Mamíferos terrestres	0.50	<p><b><u>Resultados para mastofauna en el SAR y AI</u></b>                      En el SAR se registraron seis especies de este grupo faunístico, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ningún de las especies presentes se encuentra enlistada. En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el SAR.</p> <p><b><u>Resultados para Fauna en el AP</u></b>                      Para el AP se contabilizaron un total de 248 individuos, repartidos entre 31 especies, de entre las cuales 25 pertenecen al grupo de las aves, tres para los mamíferos y tres para el grupo de reptiles.</p> <p><b><u>Resultados para herpetofauna (anfibios y reptiles) en el AP</u></b>                      Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales <i>Sceloporus siniferus</i> es la menos abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Resultados para mamíferos en el AP</u></b>                      En el AP se registraron tres especies de este grupo faunístico, es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Resultados para aves en el AP</u></b>                      En cuanto a la Ornitofauna, es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 25 especies. Es importante destacar que <i>Psarocolius Montezuma</i> se encuentran en la categoría de "Sujeta a</p>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			protección especial" (Pr) y Turdus infuscatus se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Paisaje	Calidad visual	0.50	<p>La calidad visual del paisaje a nivel local es "Media". En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, así como de aquellas con presencia de bosque de encino, encino-pino y pino-encino.</p> <p>Uno de los principales problemas detectados, que afectan la calidad del paisaje, es la modificación de la vegetación natural, encontrándose zonas con poca vegetación, y por vegetación compuesta de elementos secundarios, y sobre todo por elementos introducidos y malezas, así como las actividades productivas de los pobladores principalmente agricultura y ganadería.</p> <p>Se aumenta la erosión de los suelos, indirectamente, debido a la pérdida de la cobertura vegetal, y, directamente, porque se afloja el suelo, exponiéndolo a la erosión hidráulica y eólica.</p>
Socioeconómico	Empleo	0.50	<p>El proyecto se ubica en el estado de Puebla, particular mente en el municipio de Tlatlauquitepec, en la parte noreste del Estado de Puebla. Colinda al Norte con el municipio de Cuetzalán del Progreso, al Este con Chignautla, Atempán y Yaonáhuac, al Sur con Cuyuaco y al Oeste con Zautla, Zaragoza y Zacapoaxtla.</p> <p>Con base en el INEGI 2010, el municipio tiene 51,495 habitantes, repartidos en 24 722 hombres y 26773 mujeres. Tiene una densidad poblacional de 174.65 Habitantes/km<sup>2</sup>. Presenta muy bajo grado de intensidad migratoria a los Estados Unidos.</p> <p>De acuerdo a CONEVAL, al menos el 68% de la población del municipio se encuentra en situación de pobreza y el 18.96% se encuentra en pobreza extrema. Los indicadores de carencia resultan en que el 24.84% de la población tiene rezago educativo, el 39.27% carece de acceso a los servicios de salud, el 82.56% carece de seguridad social, y el 20.66% presenta carencia por acceso a la alimentación. De acuerdo con las células de información del INPI, el municipio cuenta con la presencia de población indígena, resultando en un total de 17 592. Concentrándose la mayor población en los rangos de edad de 5 a 12 años. Al respecto de la educación, el 1.5% es</p>
	Comercio	0.50	

Componente	Factor	Valor	Descripción
			monolingüe, el 20.7% es analfabeta y el 18.2% no tiene instrucción primaria. Sobre los servicios de salud, el 37% está afiliada al seguro popular y el 48% no es derechohabiente de ningún servicio. La población indígena cuenta con 3,906 viviendas, de las cuales el 15% no tiene agua entubada, 39% no tiene drenaje y el %.1% no cuenta con electricidad. El 22.65 cuenta con piso de tierra. Entre los bienes electrodomésticos con los que cuentas el 79% tiene televisión, el 34% tiene refrigerador, el 13.8% tiene lavadora y el 3.6% tiene computadora

Cada factor representa solo una parte del componente ambiental y a su vez del medio ambiente, por lo que es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se pueden contemplar en conjunto y, además ofrezca una imagen coherente de la situación al hacerlo. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o índice ponderal expresado en forma de “unidades de importancia”. Para la valoración se asignaron un total de 200 unidades de importancia. En el siguiente Cuadro se muestra las unidades de importancia por factor y componente:

**Cuadro 48. Unidades de importancia**

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
<b>Agua</b>	Cantidad	0.5	10	20
	Calidad	0.5	10	
<b>Suelo</b>	Calidad	0.5	15	30
	Conservación (erosión y compactación)	0.5	15	
<b>Aire</b>	Calidad	0.5	10	20
	Sonido (ruido)	0.5	10	
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.5	15	30
	Conectividad (fragmentación)	0.5	15	
<b>Fauna</b>	Hábitat	0.5	20	50
	Anfibios y reptiles	0.5	10	
	Aves y quirópteros	0.5	10	
	Mamíferos terrestres	0.5	10	
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.5	30	30
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social	0.5	10	20
	Bienestar económico	0.5	10	
<b>Total</b>		7.5	200	200

Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro y de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las UIA, considerando como línea base el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto con el total de sus unidades de importancia. La fórmula para el cálculo de las unidades de impacto ambiental es:

$$UIA = (CA)^i * X * UIP$$

Donde:

UIA: Unidades de Impacto Ambiental

(CA) i: Valor de la calidad de cada factor

(UIP) I: Unidades de importancia para cada factor

En el siguiente Cuadro se presentan las unidades de impacto ambiental para cada factor considerado:

**Cuadro 49. Unidades de importancia**

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del factor
<b>Agua</b>	Cantidad	0.5	10	5
	Calidad	0.5	10	5
<b>Suelo</b>	Calidad	0.5	15	7.5
	Conservación (erosión y compactación)	0.5	15	7.5
<b>Aire</b>	Calidad	0.5	10	5
	Sonido (ruido)	0.5	10	5
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.5	15	7.5
	Conectividad (fragmentación)	0.5	15	7.5
<b>Fauna</b>	Hábitat	0.5	20	10
	Anfibios y reptiles	0.5	10	5
	Aves y quirópteros	0.5	10	5
	Mamíferos terrestres	0.5	10	5
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.5	30	15
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social	0.5	10	5
	Bienestar económico	0.5	10	5
<b>Total</b>		7.5	200	100

Para conocer de manera integrada la calidad de los componentes, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

$$\text{Calidad del componente} = \frac{(\text{UIA del componente}) * 100}{(\text{UI del componente})}$$

En el siguiente Cuadro se presentan las unidades de importancia establecidas se colocan al lado del componente correspondiente.



**Cuadro 50. Valoración de la calidad por componente**

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del factor	Valor del Componente	Calidad (%)
<b>Agua</b>	Cantidad	0.5	10	5	20	25
	Calidad	0.5	10	5		25
<b>Suelo</b>	Calidad	0.5	15	7.5	30	25
	Conservación (erosión y compactación)	0.5	15	7.5		25
<b>Aire</b>	Calidad	0.5	10	5	20	25
	Sonido (ruido)	0.5	10	5		25
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.5	15	7.5	30	25
	Conectividad (fragmentación)	0.5	15	7.5		25
<b>Fauna</b>	Hábitat	0.5	20	10	50	20
	Anfibios y reptiles	0.5	10	5		10
	Aves y quirópteros	0.5	10	5		10
	Mamíferos terrestres	0.5	10	5		10
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.5	30	15	30	50
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social	0.5	10	5	20	25
	Bienestar económico	0.5	10	5		25
<b>Total</b>		7.5	200	100	200	

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u optima respectivamente.

**Cuadro 51. Rangos de calidad**

Calidad	Nivel	Porcentaje
<b>Muy alta/Optima</b>	5	81-100%
<b>Alta</b>	4	61-80%
<b>Media</b>	3	41-60%
<b>Baja</b>	2	21-40%
<b>Muy baja/Pésima</b>	1	Menor al 20%

A continuación, se presenta la calidad de cada componente

**Cuadro 52. Calidad de cada componente**

Componente	Calidad (%)	Clasificación
Agua	50	Media
Suelo	50	Media
Aire	50	Media
Flora	50	Media
Fauna	50	Media
Paisaje	50	Media
Socioeconómico	50	Media

### IV.2.3 Conclusión

En conclusión, el diagnóstico ambiental, que se tiene en la zona es clasificada como con calidad MEDIA alterada con un origen antropogénico, debido a que cuenta con superficies utilizadas como asentamientos humanos y agricultura.

El Área del Proyecto (AP) se encuentra situado en una zona donde la vegetación original ha sido modificada por asentamientos humanos y otras actividades como agricultura. Sin embargo, en la superficie que ocuparía el DDV existe vegetación forestal, particularmente de Bosque Mesófilo de Montaña de la que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 2.6919 ha. Derivado del trabajo de campo se concluyó que el uso del suelo y vegetación reportado por INEGI tuvo diferencias con lo observado en campo, por lo que se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC), y se registraron 4 tipos de usos de suelos, de las cuales el camino existente abarca un 32.78% de ocupación en la superficie a aprovecharse por la modernización del proyecto, el más representativo es el Bosque Mesófilo de Montaña con un 47.71%, seguido de la superficie del camino esta la Agricultura de Temporal Permanente con 10.33%, Asentamientos humanos con 2.84% y Pastizal Inducido con 6.34%.

Con base a lo anterior se concluye que la vegetación en el área de proyecto (AP) presenta una condición variada, en algunas áreas se encuentra relativamente conservada, mientras que en otras la vegetación ha sido removida para establecer cultivos. Es importante destacar que el camino a modernizar se encuentra en condiciones óptimas de terracería y se encuentra funcionando. Considerando la superficie de afectación directa y las especies que se desarrollan (incluyendo especies de flora y fauna bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010) se provee la posibilidad de realizar cambio de uso de uso en terrenos forestales. En todo caso en el capítulo de medidas de mitigación y compensación ambiental se propone un “Programa de rescate de flora”, donde se especifican los protocolos a seguir en caso de encontrarse con especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o de importancia ecológica.

En el Capítulo V se presenta la evaluación de impactos ambientales para el proyecto y en el Capítulo VI las medidas de control, prevención y mitigación de los impactos.



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# **CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL**



## CONTENIDO

<b><u>V.1. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS</u></b>	<b><u>3</u></b>
V. 1.1 LISTAS DE CONTROL	3
V. 1.2 MATRIZ DE INTERACCIÓN	6
<b><u>V.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS</u></b>	<b><u>9</u></b>
<b><u>V.3. CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS</u></b>	<b><u>22</u></b>
V. 1.3 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POR ETAPA DE PROYECTO	23
V. 1.4 CARACTERIZACIÓN DE LOS IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL	24
<b><u>V.4. IMPACTOS RESIDUALES</u></b>	<b><u>27</u></b>
<b><u>V.5. IMPACTOS ACUMULATIVOS</u></b>	<b><u>30</u></b>

## FIGURAS

FIGURA 1. NÚMERO DE IMPACTOS POR SU NATURALEZA (POSITIVOS Y NEGATIVOS) .....	18
FIGURA 2. NÚMERO DE IMPACTOS POR ETAPA DEL PROYECTO.....	18
FIGURA 3. NÚMERO DE IMPACTOS POR ACTIVIDAD .....	19
FIGURA 4. NÚMERO DE IMPACTOS POR FACTOR AMBIENTAL .....	19

## CUADROS

CUADRO 1. FACTORES AMBIENTALES _____	4
CUADRO 2. ACTIVIDADES DEL PROYECTO _____	5
CUADRO 3. EJEMPLO DE MATRIZ DE DOBLE ENTRADA _____	6
CUADRO 4. MATRIZ DE IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES _____	7
CUADRO 5. CRITERIOS DEL MÉTODO CONESA _____	9
CUADRO 6. CRITERIOS DEL MÉTODO CONESA _____	12
CUADRO 7. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN CON EL MÉTODO CONESA _____	14
CUADRO 8. IMPACTOS MODERADOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO _____	20
CUADRO 9. IMPACTOS RESIDUALES IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO _____	28
CUADRO 10. IMPACTOS MODERADOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO _____	31

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES, DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL

### V.1. Identificación de impactos

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto, se tomó en cuenta la siguiente información:

- **Capítulo II.** Relativo a la descripción del proyecto y sus alternativas, de donde se obtuvo información sobre las obras y actividades que pudieran provocar modificaciones en el medio.
- **Capítulo IV.** Concerniente a la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de la problemática detectada en el área de influencia del proyecto que permiten visualizar un estado inicial (línea base o cero) de las características de los componentes<sup>1</sup> y factores ambientales<sup>2</sup>. Así como los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

Una vez disponible y analizada la información mencionada, se determinaron las interacciones entre el proyecto y el medio ambiente mediante el uso de una matriz de identificación para determinar las actividades que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán modificaciones permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

Posteriormente los impactos identificados son evaluados a través de dos métodos: Matriz de Leopold modificada y Método Conesa. Se decidió emplear diferentes métodos debido a las características y criterios que maneja cada uno, de esta manera se pretende que se puedan complementar para presentar una mejor identificación y evaluación de impactos que reduzca la subjetividad y aproveche toda la información disponible.

#### V. 1.1 Listas de control

Con la finalidad de realizar la identificación de impactos ambientales, el grupo de trabajo desarrollo un listado general de los componentes ambientales y sus respectivos factores que potencialmente pudieran ser susceptibles de ser modificados por el desarrollo del Proyecto (nótese que un impacto se define como el cambio en las características de cierto

---

<sup>1</sup> El término *componente ambiental* se refiere a una subdivisión subjetiva del medio ambiente, dividiéndolo en suelo, geología y geomorfología, hidrología superficial, aire, fauna, vegetación, socioeconómico y paisaje, elementos que forman parte del SAR.

<sup>2</sup> El término *factor ambiental* se refiere a un concepto de descripción sencilla y excluyente de otros, propio de la subdivisión para cada componente ambiental, se trata de un elemento del ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio.

factor ambiental y puede ser benéfico o perjudicial), resultando en un total de 24 factores ambientales (Cuadro 1).

Asimismo, derivado del análisis de la información del Capítulo II de la presente MIA-R se realizó un listado de las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas, y también algunos aspectos derivados de las mismas como pueden ser la generación de residuos y emisiones (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Factores ambientales**

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
<b>Suelo</b>	F01	Tipo de Suelo	Comprende las características físicas del suelo como la estructura, la composición de horizontes, porosidad etc.
	F02	Uso de Suelo	Se refiere a la vocación del suelo en términos de su potencial de aprovechamiento antropogénico o de conservación.
	F03	Procesos Erosivos	Favorecimiento o inhibición de la degradación natural del suelo.
	F04	Calidad del Suelo	Se refiere a la modificación en la composición del suelo debido a la introducción de materiales externos (contaminantes u otro tipo de materiales).
<b>Geología y geomorfología</b>	F05	Relieves	Se refiere a las características topográficas naturales del terreno.
<b>Hidrología superficial</b>	F06	Cauces	Se refiere a la presencia de cuerpos de agua superficiales, escurrimientos, y sus características de dirección, profundidad, temporalidad etc.
	F07	Calidad del agua superficial	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua superficiales debido a la introducción de materiales externos.
<b>Hidrología subterránea</b>	F08	Recarga media	Modificación en la capacidad de infiltración del agua a nivel subterránea en una zona específica.
	F09	Calidad del agua subterránea	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua subterráneos debido a la introducción de materiales externos.
	F10	Vulnerabilidad	Se refiere al estatus del acuífero y a su capacidad para mantenerse inalterado.
<b>Aire</b>	F11	Calidad del aire	Se refiere a la modificación en la composición del aire debido a la emisión de contaminantes externos, incluyendo la presencia de polvos fugitivos.
	F12	Microclima	Se refiere a las características, dentro de una extensión reducida y homogénea, de los factores climáticos tales como temperatura, precipitación, fenómenos climáticos (tormentas, lluvias, granizadas, humedad, etc.).
	F13	Ruido y vibraciones	Presencia de niveles de ruido y emisiones vibratorias perceptibles.

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
<b>Fauna</b>	F14	Abundancia de fauna	Número de individuos presentes de cada especie animal.
	F15	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia y distribución de especies animales en estatus de protección o riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	F16	Distribución de fauna	Presencia física de individuos de fauna dentro de un área determinada ya sea como hábitat o en tránsito.
<b>Flora</b>	F17	Abundancia de la vegetación	Número de individuos presentes de cada especie vegetal.
	F18	Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia y distribución de especies vegetales catalogadas en algún estatus de protección o riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	F19	Distribución de vegetación	Presencia física de individuos vegetales dentro de un área determinada.
<b>Socioeconómico</b>	F20	Servicios básicos	Existencia de infraestructura de servicios para proporcionar transporte, agua potable, energía eléctrica, manejo integral de residuos y aguas residuales entre otros.
	F21	Empleo y activación económica	Oferta de empleo dirigido a la población económicamente productiva y detonación de actividades productivas y mercantiles.
<b>Paisaje</b>	F22	Calidad Visual	Se refiere a la armonía natural del paisaje.
	F23	Fragilidad visual	Se refiere a la capacidad del entorno de amortiguación de elementos ajenos al paisaje existente.
	F24	Visibilidad	Se refiere a la extensión del terreno que puede apreciarse desde puntos de observación definidos en función del concepto de cuenca visual.

**Cuadro 2. Actividades del proyecto**

Etapa	Actividad
<b>Preparación del sitio</b>	Desmante
	Despalme
<b>Construcción</b>	Cortes y excavaciones
	Formación y compactación de terraplenes
	Mezclado, tendido y compactación de la subrasante
	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base
	Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica
	Construcción de obras de drenaje
<b>Operación y mantenimiento</b>	Tránsito vehicular diurno y nocturno
	Programa de mantenimiento

### V. 1.2 Matriz de interacción

Para la identificación de los impactos ambientales, se aplicó una matriz de doble entrada, que permite relacionar las actividades del proyecto (columnas) con los factores ambientales (filas). De manera visual la estructura empleada en la matriz de interacción se presenta a continuación:

**Cuadro 3. Ejemplo de matriz de doble entrada**

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO
		A <sub>i</sub> ... A <sub>j</sub>
FACTOR AMBIENTAL	F <sub>01</sub> ..., F <sub>n</sub>	Interacciones entre Factores y Actividades

La matriz de interacción resultante de la información de las características del proyecto y la caracterización ambiental, se muestra a continuación.



**Cuadro 4. Matriz de identificación de impactos ambientales**

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmante	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Tipo de Suelo		PS-12	CO-01	CO-09			CO-19	CO-26			5
Uso de Suelo		PS-13									1
Procesos Erosivos		PS-14	CO-02								2
Calidad del Suelo					CO-13	CO-16	CO-20	CO-27	OP-01	OP-10	6
Relieves			CO-03								1
Cauces	PS-01	PS-15	CO-04					CO-28			4
Calidad del agua superficial			CO-05				CO-21		OP-02	OP-11	4
Recarga media		PS-16		CO-10			CO-22	CO-29			4
Calidad del aire	PS-02	PS-17	CO-06	CO-11	CO-14	CO-17	CO-23	CO-30	OP-03		9
Microclima	PS-03						CO-24				2
Ruido y vibraciones	PS-04	PS-18	CO-07	CO-12	CO-15	CO-18	CO-25	CO-31	OP-04		9

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmote	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Abundancia de fauna	PS-05								OP-05		2
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	PS-06								OP-06		2
Distribución de fauna	PS-07								OP-07		2
Abundancia de la vegetación	PS-08										1
Distribución de vegetación	PS-09										1
Servicios básicos									OP-08		1
Empleo y activación económica	PS-10		CO-08						OP-09		3
Calidad Visual	PS-11										1
Interacciones por actividad	11	7	8	4	3	3	7	6	9	2	

## V.2. Valoración de los impactos

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a su valoración. Para el caso de este proyecto se ha optado por utilizar:

**Matriz de Leopold modificada.** En este método se utilizan dos tipos de matrices en etapas sucesivas de análisis (1) Matriz de identificación de impactos ambientales a partir de la relación entre las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados y (2) Matriz de Importancia como primera valoración cualitativa de los impactos ambientales identificados sobre los factores ambientales. Esta matriz permite valorar tanto la agresividad de las acciones como los factores ambientales que sufrirán en mayor o menor grado las consecuencias de la actividad en cuestión. Este método considera los siguientes valores:

*Magnitud.* Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda de cada interacción. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.

*Importancia.* Valor ponderal, que da el peso relativo del impacto potencial, se escribe en la mitad inferior derecha de cada interacción. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

**Método Conesa.** Este método propone una matriz causa-efecto o matriz de impacto, similar a la propuesta en el método de Leopold. Una vez identificados los impactos y las causas que los producen, se caracterizan cada uno de los impactos identificados de acuerdo con una serie de atributos y valores, para determinar su importancia (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Criterios del método Conesa**

Atributo y descripción
<b>Naturaleza (NT).</b> Hace referencia al carácter benéfico o perjudicial del impacto. El valor puede ser Benéfico (+1) o perjudicial (-1)
<b>Intensidad (IN).</b> Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde un efecto mínimo hasta la destrucción total del factor. La intensidad puede ser Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) o Total (12)
<b>Extensión (EX).</b> Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del Proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total. Los valores que puede tomar son Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4) o Total (8)

Atributo y descripción
<p><b>Momento (MO).</b> Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Largo plazo (1) = <math>MO &gt; 5</math> años                      Medio plazo (2) = <math>1 \text{ año} \leq MO \leq 5</math> años                      Inmediato (4) = <math>MO &lt; 1</math> años</p>
<p><b>Persistencia (PS).</b> Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo generalmente en años, y suele considerarse que es <i>Fugaz</i> si permanece menos de un año, el <i>Temporal</i> si lo hace entre uno y diez años, y el <i>Permanente</i> si supera los diez años.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Fugaz (1) = <math>PS &lt; 1</math> año                      Temporal (2) = <math>1 \text{ año} \leq PS \leq 10</math> años                      Permanente (4) = <math>PS &gt; 10</math> años</p>
<p><b>Reversibilidad (RV).</b> Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor ambiental afectado por medios naturales, y en el caso que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">No aplica (0)                      Corto plazo (1) = <math>RV &lt; 1</math> año                      Medio plazo (2) = <math>1 \text{ año} \leq RV \leq 10</math> años                      Irreversible (4) = <math>RV &gt; 10</math> años</p>
<p><b>Sinergia (SI).</b> Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Sin sinergismo (1)                      Sinérgico (2)                      Muy sinérgico (4)</p>
<p><b>Acumulación (AC).</b> Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo.</p> <p>Los valores que puede tomar son Simple (1) o Acumulativo (4)</p>
<p><b>Relación Causa-Efecto (EF).</b> La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta; es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es Indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro.</p> <p>Los valores que puede tomar son Indirecto (1) o Directo (4)</p>
<p><b>Periodicidad (PR).</b> Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Irregular o aperiódico y discontinuo (1)                      Periódico (2)                      Continuo (4)</p>

Atributo y descripción
<p><b>Recuperabilidad (MC).</b> Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la <i>reversibilidad</i> se refiere a la reconstrucción por medio naturales). Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60. Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;"><b>No aplica (0)</b></p> <p style="text-align: center;"><b>De manera inmediata (1) = <math>MC &lt; 1</math> año</b></p> <p style="text-align: center;"><b>A mediano plazo (2) = <math>1 \text{ año} \leq MC \leq 10</math> años</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Mitigable (4) = <math>10 \text{ año} &lt; MC \leq 60</math> años</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Irrecuperable (8) = <math>MC &gt; 60</math> años</b></p>

La importancia tomará valores entre 13 y 100 en función de las variaciones dadas a cada atributo. Los impactos con valores menores de 25 se consideran compatibles. Aquellos que toman valores comprendidos entre 25 y 50 se clasifican como moderados. Se definen como severos aquéllos cuyo valor se encuentre entre 50 y 75 y, para valores por encima de 75, se considera que el impacto es crítico (Conesa, 1997).

Para este método, el resultado de los impactos se caracteriza mediante su importancia que se obtiene mediante la ecuación:

$$I = \pm (3 \text{ IN} + 2 \text{ EX} + \text{MO} + \text{PS} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los impactos con los métodos propuestos, así como el análisis de los mismos:

**Cuadro 6. Criterios del método Conesa**

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental	Relación mag/imp por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento		
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10		
Tipo de Suelo		-5/5	-5/5	-5/5			-5/5	-5/5			5	25/25
Uso de Suelo		-8/6									1	8/6
Procesos Erosivos		-8/5	-8/5								2	16/10
Calidad del Suelo					-6/5	-6/5	-8/8	-4/4	-4/6	-4/6	6	32/34
Relieves			-8/6								1	8/6
Cauces	-5/5	-5/5	-8/5					-5/5			4	23/20
Calidad del agua superficial			-5/5				-5/5		-5/5	-5/5	4	20/20
Recarga media		-5/5		-5/5			-5/5	-5/5			4	20/20
Calidad del aire	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4		9	36/36
Microclima	-8/6						-8/8				2	16/14
Ruido y vibraciones	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4		9	36/36
Abundancia de fauna	-5/5								-5/5		2	10/10

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción						Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental	Relación mag/imp por factor ambiental	
	Desmante	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento			
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10			
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-7/5									-7/5		2	14/10
Distribución de fauna	-4/4									-4/4		2	8/8
Abundancia de la vegetación	-7/6											1	7/6
Distribución de vegetación	-7/5											1	7/5
Servicios básicos										+8/10		1	8/10
Empleo y activación económica	+5/5		+5/5							+5/5		3	15/15
Calidad Visual	-5/8											1	5/8
Interacciones por actividad	11	7	8	4	3	3	7	6	9	2			
Relación mag/imp por actividad	61/57	40/34	45/39	18/18	14/13	14/13	39/39	27/27	33/33	9/11			

**Cuadro 7. Resultados de la evaluación con el método Conesa**

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIODECIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
PS-01	Desmante	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-22	Compatible
PS-02	Desmante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
PS-03	Desmante	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-31	Moderado
PS-04	Desmante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
PS-05	Desmante	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-25	Moderado
PS-06	Desmante	Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-37	Moderado
PS-07	Desmante	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
PS-08	Desmante	Abundancia de la vegetación	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-33	Moderado
PS-09	Desmante	Distribución de vegetación	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	-37	Moderado
PS-10	Desmante	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	24	Compatible
PS-11	Desmante	Calidad Visual	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Continuo	4	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-33	Moderado
PS-12	Despalme	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-33	Moderado
PS-13	Despalme	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-59	Severo
PS-14	Despalme	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-33	Moderado
PS-15	Despalme	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-23	Compatible



ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORIZIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA	
PS-16	Despalme	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-28	Moderado
PS-17	Despalme	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
PS-18	Despalme	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-33	Moderado
CO-02	Cortes y excavaciones	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Periódico	2	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-25	Moderado
CO-03	Cortes y excavaciones	Relieves	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-49	Moderado
CO-04	Cortes y excavaciones	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-45	Moderado
CO-05	Cortes y excavaciones	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-23	Compatible
CO-06	Cortes y excavaciones	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
CO-07	Cortes y excavaciones	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
CO-08	Cortes y excavaciones	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	26	Moderado
CO-09	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-47	Moderado
CO-10	Formación y compactación de terraplenes	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-25	Moderado
CO-11	Formación y compactación de terraplenes	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
CO-12	Formación y compactación de terraplenes	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
CO-13	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	2	-35	Moderado
CO-14	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)	INTESIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PS)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	RELACION CAUSA-EFECTO (EF)	PERIORIZACION (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	IMPORTANCIA												
CO-15	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-19	Compatible
CO-16	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año > MC > 10 años)	2	-29	Moderado
CO-17	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-19	Compatible
CO-18	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-19	Compatible
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Extenso	4	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año > MC > 10 años)	2	-51	Severo
CO-20	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Extenso	4	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año > MC > 10 años)	2	-63	Severo
CO-21	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-28	Moderado
CO-22	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Extenso	4	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-59	Severo
CO-23	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-19	Compatible
CO-24	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Total	12	Extenso	4	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	A mediano plazo (1 año > MC > 10 años)	2	-62	Severo
CO-25	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-19	Compatible
CO-26	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-21	Compatible
CO-27	Construcción de obras de drenaje	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-23	Compatible
CO-28	Construcción de obras de drenaje	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-23	Compatible
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	2	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC < 1 año)	1	-25	Moderado

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	NATURALEZA (NT)	INTESIDAD (IN)		EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)		PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)		RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIODECIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		IMPORTANCIA		
CO-30	Construcción de obras de drenaje	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
CO-31	Construcción de obras de drenaje	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-21	Compatible
OP-02	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-21	Compatible
OP-03	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
OP-04	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	-35	Moderado
OP-06	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	-1	Muy Alta	8	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	-35	Moderado
OP-07	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
OP-08	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Servicios básicos	Benéfico (+)	1	Muy Alta	8	Extenso	4	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	44	Moderado
OP-09	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Muy Alta	8	Extenso	4	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	42	Moderado
OP-10	Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible
OP-11	Programa de mantenimiento	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	1	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-19	Compatible

El resultado de la identificación de impactos presentada arrojó un total de 60 impactos potenciales (56 negativos y 4 positivos) de los cuales 18 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 31 en la etapa de construcción y 11 para la etapa de operación y mantenimiento.

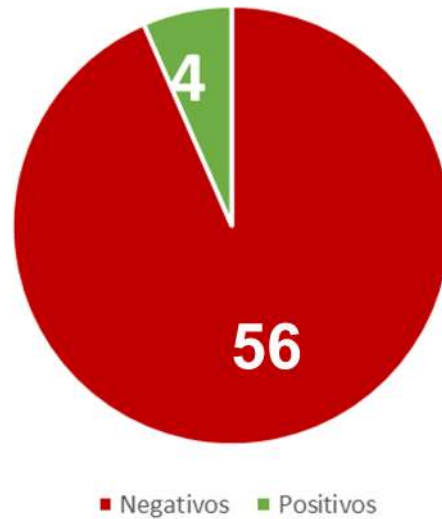


Figura 1. Número de impactos por su naturaleza (positivos y negativos)

■ Preparación del sitio ■ Construcción ■ Operación

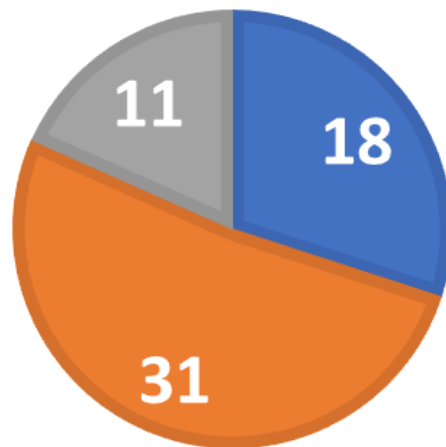
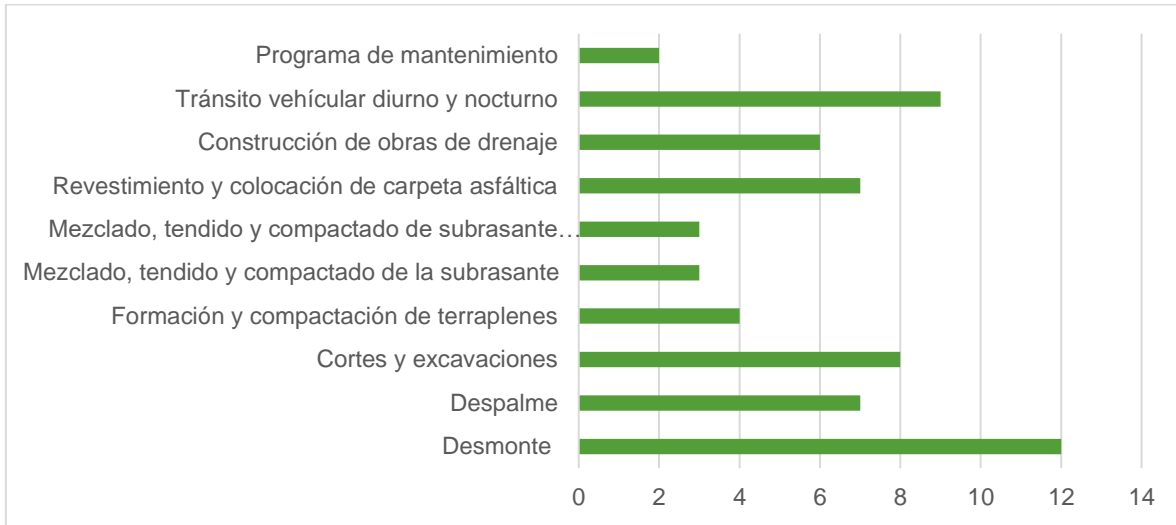
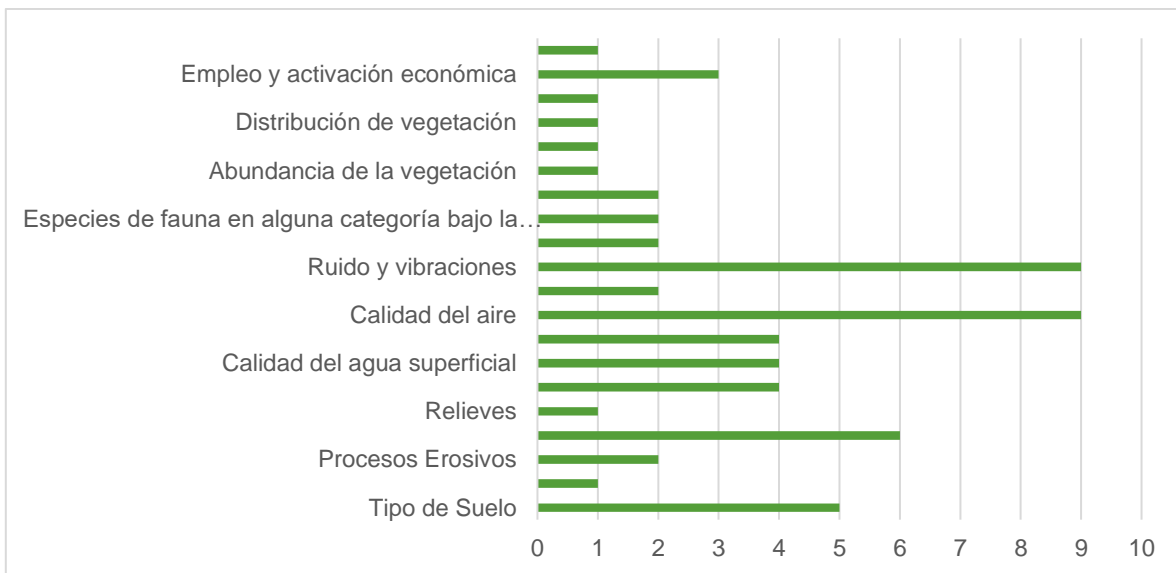


Figura 2. Número de impactos por etapa del proyecto

De manera general, las actividades que presentan el mayor número de impactos potenciales son: Desmote con 11 y Tránsito vehicular con 9, seguido por cortes y excavaciones con 8 y despalme con 7. Para el caso de los factores ambientales que presentan el mayor número de interacciones se destacan Calidad del aire y Ruido y vibraciones ambos con 9 impactos, seguidos por calidad del suelo con 6 y tipo de suelo con 5.



**Figura 3. Número de impactos por actividad**



**Figura 4. Número de impactos por factor ambiental**

Según la relación magnitud/importancia que brinda la matriz de Leopold modificada, se destacan las actividades Desmonte con 61/57, despalme con 40/34, Cortes y excavaciones con 45/39 y Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con 39/39. Para el caso de los factores ambientales, los que presentaron un valor mayor en la relación de magnitud/importancia son Calidad del aire y ruido y vibraciones, ambos con 36/36, seguidos de calidad del suelo con 32/34 y tipo de suelo con 25/25.

Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 31 compatibles, 24 moderados y 5 severos. No se determinaron impactos críticos.

A continuación, se presentan los impactos catalogados como moderados y severos:

**Cuadro 8. Impactos moderados identificados para el proyecto**

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA		JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
PS-03	Desmonte	Microclima	-31	Moderado	El impacto que se presenta por el retiro de la vegetación en áreas sujetas a cambio de uso de suelo en terrenos forestales.
PS-05		Abundancia de fauna	-25	Moderado	El retiro de vegetación repercute de manera indirecta en la abundancia de especies de fauna ya que se altera el hábitat provocando el desplazamiento temporal de individuos de los distintos grupos faunísticos.
PS-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-37	Moderado	El retiro de vegetación repercute de manera indirecta en la abundancia de especies de fauna ya que se altera el hábitat provocando el desplazamiento temporal de individuos de los distintos grupos faunísticos específicamente para el SAR y AP se registró la presencia de especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, como <i>Psarocolius montezuma</i> , <i>Myadestes occidentalis</i> y <i>Plestiodon lynxe</i> en la categoría de Sujeta a Protección Especial (Pr) y <i>Pionus senilis</i> , <i>Turdus infuscatus</i> , <i>Geothly tolmiej</i> y <i>Boa imperator</i> en la categoría de Amenzada (A).
PS-08		Abundancia de la vegetación	-33	Moderado	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales repercute de manera directa en la abundancia de la flora en términos de remoción de individuos de distintas especies en los estratos arbóreo arbustivo y herbáceo.
PS-09		Distribución de vegetación	-37	Moderado	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales repercute de manera directa en la distribución de Bosque Mesófilo de Montaña.
PS-11		Calidad Visual	-33	Moderado	El retiro de vegetación forestal repercute en la calidad visual del sitio ya que se ve modificada de manera negativa al eliminar

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA		JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
					elementos naturales del ambiente para la modernización de un camino.
PS-12	Despalme	Tipo de Suelo	-33	Moderado	El retiro de la capa superficial del suelo repercute en la modificación de las características físicas del mismo.
PS-13		Uso de Suelo	-59	Severo	El retiro de la capa superficial del suelo repercute de manera directa en el cambio de uso de suelo ya que se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales que perderá su vocación "natural" para incluirse en el uso de suelo con las características del camino contemplado.
PS-14		Procesos Erosivos	-27	Moderado	El despalme provoca el movimiento de tierras mismo que puede provocar aumento en la erosión del suelo durante las actividades de preparación del sitio.
PS-15		Recarga media	-28	Moderado	El retiro de la cubierta superficial del suelo modifica las características físicas del mismo entre las que se incluye la capacidad de infiltración, por ende, la recarga a los mantos acuíferos se ve modificada de manera negativa durante las actividades de preparación del sitio.
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	-33	Moderado	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica aún más las características físicas del suelo.
CO-02		Procesos Erosivos	-25	Moderado	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica las características físicas del suelo y puede provocar el levantamiento de polvos y potenciar la erosión eólica del suelo durante la etapa de construcción.
CO-03		Relieves	-49	Moderado	Los cortes y excavaciones modifican de manera directa el relieve ya que es necesario realizar movimientos de tierra para estabilizar el relieve para la modernización carretera.
CO-04		Cauces	-45	Moderado	El eje de modernización del proyecto incide en escurrimientos y cuerpos de agua que serán modificados.
CO-08		Empleo y activación económica	26	Moderado	Se considera de importancia ya que se engloba la apertura de vacantes para trabajar durante la construcción del proyecto.
CO-09	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	-47	Moderado	De manera general estas actividades modifican de manera gradual las características físicas del suelo, la infiltración o recarga a los acuíferos, y por la colocación de materiales distintos al suelo natural se considera modificación a la calidad del suelo
CO-10		Recarga media	-25	Moderado	
CO-13	Mezclado, tendido y	Calidad del Suelo	-35	Moderado	

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	IMPORTANCIA		JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
CO-16	compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	-29	Moderado	
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Tipo de Suelo	-51	Severo	Esta actividad presenta parte de los impactos más significativos negativos por el desarrollo del proyecto, en primera instancia la colocación de carpeta asfáltica significa el completo aislamiento del suelo que se encuentra por debajo de todo el tramo carretero, ya que estará recubierto de revestimiento y carpeta asfáltica. Además de lo anterior el suelo se ve compactado y de manera indirecta se pierde la capacidad de infiltración de agua específicamente en todo el tramo. Asimismo, el microclima se ve modificado ya que el asfalto se calienta con la exposición al sol por lo que el tramo del proyecto aumentara la temperatura de manera puntual.
CO-20		Calidad del Suelo	-63	Severo	
CO-21		Calidad del agua superficial	-28	Moderado	
CO-22		Recarga media	-59	Severo	
CO-24		Microclima	-62	Severo	
CO-29	Construcción de obras de drenaje	Recarga media	-25	Moderado	La construcción de obras de drenaje modifica las escorrentías que se presentan actualmente en el sitio ya que cambia ligeramente su curso.
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	-35	Moderado	Durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de la fauna incluidas especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010
OP-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-35	Moderado	
OP-08		Servicios básicos	44	Moderado	Se considera positivo ya que la modernización carretera mejora las condiciones de un camino de terracería y de esto se deriva un mejor tránsito que beneficia de manera directa e indirecta a localidades aledañas en cuanto al acceso a bienes, servicios y otros.
OP-09		Empleo y activación económica	42	Moderado	

### V.3. Caracterización de los impactos

En este apartado se realiza un análisis de los impactos ambientales resultantes de la evaluación correspondiente por etapa de proyecto y por el componente ambiental afectado.



### **V. 1.3 Caracterización de los impactos por etapa de proyecto**

#### **A) Etapa de Preparación del sitio**

En la preparación del sitio para la construcción del proyecto se consideran las obras y acciones necesarias para ejecutar el desmonte y despalme en las zonas que serán sujetas a corrección de trazo o de curvas y aquellas en las que exista presencia de vegetación. Es importante destacar que la mayoría de obras se realizarán sobre el camino existente y que previo a la ejecución de actividades para esta etapa se debe realizar el rescate y reubicación de flora y fauna según correspondan los Programas a ejecutar.

#### **B) Construcción**

Esta etapa del proyecto se caracteriza por la realización de cortes, excavaciones y terraplén y el revestimiento del camino, lo cual implica movimientos de materiales, vehículos y maquinaria, construcción de obras de drenaje menor, así como la colocación de la carpeta asfáltica. Estas actividades provocarán una modificación sobre las características geomorfológicas y del suelo provocando cambios principalmente en su estructura y la capacidad de infiltración de agua debido a la compactación. Lo anterior considerando la ampliación del camino actual.

Asimismo, se contempla la generación de emisiones de gases producto de la combustión de gasolina, diésel y de otros derivados del petróleo utilizado para calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos. También se considera la generación de residuos tales como residuos de construcción, cartón, alambres, acero, madera, bolsas de plásticos, envases de PET, estopas impregnadas de grasas o pintura entre otros, los cuáles serán colocados en contenedores de residuos (tambos rotulados de acuerdo a la naturaleza del residuo depositado).

Específicamente para el proyecto se tiene la presencia de escurrimientos y cuerpos de agua que serán modificados.

#### **C) Operación y mantenimiento**

Durante esta etapa se contempla la generación de residuos por actividades de mantenimiento y por el uso de la vialidad.

El constante tráfico vehicular por la zona provocará una compactación del suelo, así como la cimentación de los elementos que integran al proyecto, provocarán la impermeabilidad de este componente. Es importante mencionar que también se contempla la posible afectación a individuos de fauna por atropellamiento accidental.

Cuando entre en operación el camino tendrá un beneficio significativo para las comunidades cercanas favoreciendo la circulación y seguridad, y permitiendo el acceso a diferentes servicios.

Para el mantenimiento de la obra se contempla la reparación de la carpeta asfáltica con material mejorado y bacheo, limpieza de obras de drenaje, así como reposición de señalamientos.

#### **V. 1.4 Caracterización de los impactos por factor ambiental**

##### **A) Impactos al suelo**

El primer impacto al suelo se manifiesta por el desmonte y despalme ya que se requerirá la remoción de la cubierta vegetal y el suelo superficial para comenzar a adecuar los sitios para las actividades de construcción.

Posteriormente la calidad del suelo y sus características físicas se verán modificadas por la colocación de material de revestimiento y compactación del mismo en el tramo del proyecto a modernizar.

##### **B) Impactos a la geología y geomorfología**

En este respecto, se considera la modificación del relieve actual ya que será necesario realizar movimientos de tierra y adecuaciones al terreno que incluyen excavaciones, corte y terraplén para preparar el sitio para la construcción del proyecto.

##### **C) Impactos al agua**

Según la carta de Hidrología de INEGI el proyecto cruza sobre escurrimientos, evento que se corrobora durante los trabajos de campo ya que se observó la presencia de agua. En total se revisaron 13 escurrimientos que se encuentran en el área de influencia del proyecto, en general todos ellos se encuentran en áreas de poca pendiente, denominadas lomeríos con cañadas. Respecto a los usos de suelo observados, se encontró que estos se ubican en áreas de uso pecuario, agrícola y vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña.

Para el caso de escurrimientos ubicados inmediatamente en el área de proyecto (y en obras de drenaje actualmente en operación) se registró la presencia de residuos domésticos como plásticos, cartón, ropa vieja.

##### **D) Impactos al aire**

En este componente se pueden considerar las variantes de calidad del aire que pueden ser afectadas, al realizarse actividades de movimientos de tierra y materiales, así los impactos adversos para este factor son los generados por las actividades de operación de la maquinaria, equipos de construcción y transporte, tales actividades arrojarán gases como producto de la combustión de la maquinaria y vehículos a utilizar, partículas y polvo por la

demolición y limpieza en la preparación del sitio. Por otra parte, durante esta misma etapa, se generarán emisiones sonoras (ruido), que serán de carácter temporal.

#### E) Impactos a la fauna

Para este componente se ha identificado que debido al desmonte y despalme la fauna terrestre cercana al área de proyecto se desplace a sitios aledaños donde no se presente perturbación al entorno, lo que podría modificar la abundancia de fauna en el área de proyecto.

Para el caso de afectación a individuos que pudieran encontrarse bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010, estas especies deberán ser consideradas en las actividades previas al ingreso de maquinaria para su rescate y reubicación en la medida de lo posible considerando como prioridad a las especies de lento desplazamiento.

#### **Fauna en SAR**

La riqueza es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de las mismas. Para el SAR se contabilizaron un total de 519 individuos, repartidos entre 54 especies, de entre las cuales 41 pertenecen al grupo de las aves, 6 para los mamíferos y siete para el grupo de reptiles. En la siguiente tabla se muestra el resumen de riqueza para fauna

#### **Avifauna en SAR y AI**

Es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 41 especies, de las cuales *Myadestes occidentalis* y *Psarocolius Montezuma* se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr); *Pionus senilis*, *Turdus infuscatus* y *Geothlypis tolmiei* se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **Herpetofauna en SAR y AI**

Este grupo faunístico está representado por cinco especies, de las cuales *Sceloporus variabilises* la más abundante. Es importante destacar que las especies registradas *Plestiodon lynxe* y *Boa imperator* se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera en "Sujeta a protección especial" (Pr) y la segunda "Amenazada" (A).

#### **Mastofauna en SAR y AI**

En el SAR se registraron seis especies de este grupo faunístico, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ningún de las especies presentes se encuentra enlistada. En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el SAR.

### **Fauna en AP**

Para el AP se contabilizaron un total de 248 individuos, repartidos entre 31 especies, de entre las cuales 25 pertenecen al grupo de las aves, tres para los mamíferos y tres para el grupo de reptiles.

### **Avifauna en AP**

En cuanto a la Ornitofauna, es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 25 especies. Es importante destacar que *Psarocolius Montezuma* se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr) y *Turdus infuscatus* se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Herpetofauna en AP**

Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales *Sceloporus siniferus* es la menos abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Mastofauna en AP**

En el AP se registraron tres especies de este grupo faunístico, que son *Sciurus aureogaster*, *Sylvilagus floridanus* y *Procyon lotor*, ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Es importante mencionar que durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de individuos de los distintos grupos faunísticos.

#### F) Impactos a la flora

Los impactos a este componente son puntuales ya que se considera la necesaria remoción de vegetación forestal para adecuar el trazo del proyecto y realizar la construcción del mismo, por lo que se deberán llevar a cabo acciones de rescate y reubicación previo al ingreso de la maquinaria.

#### G) Impactos al componente socioeconómico

Para este componente los impactos son de naturaleza benéfica. El escenario de la implementación del proyecto contempla los siguientes objetivos:

- Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar artículos varios
- Proveer de una vía de acceso pavimentada y en buenas condiciones que evite la apertura de brechas en lugares inadecuados o de cubierta vegetal importante

- Detonar el crecimiento socio-económico de la región con la provisión de una vialidad más adecuada para disminuir los tiempos de traslado
- Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.

#### H) Impactos al paisaje

Con base en los resultados del análisis de paisaje, se desprende que la calidad visual del paisaje a nivel local es MEDIA. En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, así como de aquellas con presencia de bosque de encino, encino-pino y pino-encino. El impacto al paisaje derivado de las obras y las operaciones del proyecto puede ser compensado con la restauración y/o compensación de áreas perturbadas o en proceso de recuperación natural.

#### V.4. Impactos residuales

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental regional, reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección, aporta la definición y el análisis del "costo ambiental" del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el sistema ambiental regional.

Para este caso se ha identificado a los impactos de la etapa de construcción: CO-03 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Relieve), CO-04 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Cauces), CO-20 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con Factor Calidad del suelo), CO-22 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Recarga media) y CO-24 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Microclima); de la etapa de operación: OP-05 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Abundancia de fauna) y OP-06 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Especies de Fauna bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010) como residuales debido a que se manifiestan posterior a la ejecución de medidas de mitigación y pueden ser permanentes. Los cambios se manifiestan por la modificación del relieve y por la pérdida de características físicas del suelo porque el asfalto sella completamente el suelo y por otro lado dicho material modifica la temperatura del microclima ya que la aumenta. Es importante señalar que este impacto se compensa con el beneficio que representa tener una vía de

comunicación con mejores condiciones para transitar y con las respectivas medidas de compensación que se requieren.

Por otro lado, es importante destacar los impactos relacionados con eventos no deseados como atropellamiento o lesiones accidentales a los individuos de la fauna que se pueden presentar por el tránsito vehicular por lo que será importante mantener en buenas condiciones de iluminación y señalamiento el tramo carretero.

#### **Cuadro 9. Impactos residuales identificados para el proyecto**

**CO-03 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Relieve).** De manera general este impacto persistirá posterior a la implementación de medidas debido a la necesidad de realizar cortes en superficies necesarias para adecuar el trazo, modificando así parte del relieve o de los taludes naturales presentes en esas áreas de corte.

El impacto es considerado de naturaleza negativa o perjudicial, con una importancia muy alta debido a la necesidad de realizar cortes para adecuar curvas en la modernización del proyecto, se contempla con una extensión parcial ya que los cortes se ubicaran únicamente en áreas específicas, la manifestación del impacto es de manera inmediata al realizar las actividades, persistirá de manera permanente, se contempla como un impacto simple, directo que se presentara derivado de la actividad de manera irregular o en una sola ocasión, en cuanto a la recuperación de las características de este factor previas a la modificación deriva del proyecto se contempla que de manera natural tardaría más de 10 años en recuperarse, y si la modificación fuera mitigada se podría compensar en un periodo no mayor a 10 años. Se considera un impacto moderado.

**CO-03 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Cauces).** De manera general este impacto persistirá posterior a la implementación de medidas debido a la necesidad de realizar cortes en superficies necesarias para adecuar el trazo, en el cual se ubican escurrimientos y cuerpos de agua modificando así la hidrología superficial presente en esas áreas de corte.

Según la carta de Hidrología de INEGI el proyecto cruza sobre escurrimientos, evento que se corrobora durante los trabajos de campo ya que se observó la presencia de agua. En total se revisaron 13 escurrimientos y 5 cuerpos de agua que se encuentran en el área de influencia del proyecto, en general todos ellos se encuentran en áreas de poca pendiente, denominadas lomeríos con cañadas. Respecto a los usos de suelo observados, se encontró que estos se ubican en áreas de uso pecuario, pastizales y vegetación de Bosque Mesófilo de Montaña. Se pudo observar que cuerpos de agua funcionan como bebederos para la fauna local. Para el caso de escurrimientos ubicados inmediatamente en el área de proyecto (y en obras de drenaje actualmente en operación) se registró la presencia de residuos domésticos como plásticos, cartón, ropa vieja. El impacto ambiental se encuentra ya asimilado por el sistema ambiental regional ya que se trata de un camino con más de 20 años en funcionamiento, en este sentido la capacidad de resiliencia del ecosistema aledaño al camino en operación no se verá mermada.

Sin embargo, la modernización del camino generará impactos que deberán tenerse en cuenta a la hora de implementar las medidas de mitigación.

El impacto es considerado de naturaleza negativa o perjudicial, con una importancia muy alta debido a la necesidad de realizar cortes para adecuar curvas en la modernización del proyecto, se contempla con una extensión puntual ya que los cortes se ubicaran en sitios específicos, la manifestación del impacto es de manera inmediata al realizar las actividades, persistirá de manera permanente, se contempla como un impacto simple, directo que se presentara derivado de la actividad de manera irregular o en una sola ocasión, en cuanto a la recuperación de las características de este factor previas a la modificación deriva del proyecto se contempla que de manera natural tardaría más de 10 años en recuperarse, y si la modificación fuera mitigada se podría compensar en un periodo no mayor a 10 años. Se considera un impacto moderado.

**CO-20 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con Factor Calidad del suelo).** De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica se presenta como un material ajeno al suelo natural modificando sus características físicas.

El impacto es considerado de naturaleza negativa con una calificación como SEVERO, la magnitud del impacto se considera total y con una extensión extensa considerando que la pavimentación se llevara a cabo en las zonas de modernización (áreas que no son actualmente vía general de comunicación y que en algunos casos requiere CUSTF), aunque el camino se encuentra en operación. La manifestación del impacto se presentará de manera inmediata al realizar esta actividad y será permanente, se considera un impacto simple, directo, irregular y para el caso de que el factor pudiera recuperar las características previas a su modificación derivadas del proyecto se considera que de manera natural sería irreversible y si se tratase de actividades de mitigación el periodo podría llegar hasta los 10 años.

**CO-22 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Recarga media).** De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica puede impedir la permeabilidad del suelo y con ello la recarga media a los mantos acuíferos.

El impacto es de naturaleza perjudicial y con una clasificación de SEVERO considerando que derivado de la modificación de la calidad del suelo por la colocación de la carpeta asfáltica de manera indirecta se afecta la capacidad de infiltración y por ende la recarga media a los acuíferos, la extensión se considera extensa, tomando en cuenta que esto se realizara en la totalidad del proyecto. Se considera permanente, irreversible, simple y mitigable.

**CO-24 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Microclima).** De manera general la carpeta asfáltica provocara un aumento en la temperatura del microclima en la longitud total de los trazos a modernizar. Este impacto es de naturaleza perjudicial derivado de la afectación al microclima, se considera extenso en términos de la longitud del proyecto, se manifestará de manera inmediata, tendrá una persistencia permanente, será irreversible, simple, indirecto, irregular y mitigable de 1 a 10 años.

**OP-05 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Abundancia de fauna).**

Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia alta, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar "recuperar" individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.

**OP-06 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010).**

Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia alta, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar "recuperar" individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.

## V.5. Impactos acumulativos

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de "línea base o cero". Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el sistema ambiental regional, es importante que el consultor identifique los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con lo que el proyecto interactúa. En este sentido para identificar los impactos acumulativos se tomó en cuenta:

- Los efectos de actividades pasadas y presentes y futuros que han modificado a los ecosistemas de la región.
- Los cambios predecibles sobre el ambiente que podrían razonablemente esperarse del proyecto propuesto, en combinación con las otras actividades humanas en el SAR.
- Evaluación de la suma total de alteraciones similares a aquéllas relacionadas con el proyecto propuesto, independientemente de su origen.



Considerando lo anterior, según la identificación de impactos y el posterior análisis de resultados se puede considerar a los impactos PS-08 (Actividad Desmonte sobre el Factor Abundancia de la vegetación), PS-09 (Actividad Desmonte sobre Factor Distribución de la vegetación) y PS-11 (Actividad Despalme sobre el Factor Uso de suelo) como acumulativos debido a que en el SAR se llevan a cabo actividades de agricultura de temporal de tala de árboles que pueden fomentar el cambio en la distribución de las especies vegetales de por sí ya modificadas en el AP y su abundancia que se vería sumado al retiro de vegetación forestal derivado del desmonte y despalme necesario para adecuar el sitio del proyecto para su construcción y las respectivas modificaciones o adecuaciones. Es importante señalar que estos impactos son mitigables.

#### **Cuadro 10. Impactos moderados identificados para el proyecto**

##### **PS-08 (Actividad Desmonte sobre el Factor Abundancia de la vegetación).**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye Bosque Mesófilo de Montaña. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable) para el trazo existe vegetación forestal, particularmente de vegetación Bosque Mesófilo de Montaña, de la que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 5.3725 ha.

La remoción de individuos derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales o el retiro de individuos en los márgenes potencializa o aumenta las condiciones de deterioro de la flora, particularmente la disminución de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceas y cactáceas. Sin embargo, se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.

##### **PS-10 (Actividad Desmonte sobre Factor Distribución de la vegetación).**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye Bosque Mesófilo de Montaña. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable, para el trazo existe vegetación forestal, particularmente de vegetación secundaria arbustiva de Bosque Mesófilo de Montaña, de las que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 5.3725 ha.. Se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.

##### **PS-12 (Actividad Despalme sobre el Factor Uso de suelo).**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye Bosque Mesófilo de Montaña. De lo anterior se destaca que será

necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. El derecho de vía solicitado para el proyecto comprende la línea de ceros y es variable, para el trazo existe vegetación forestal, particularmente de vegetación Bosque Mesófilo de Montaña. Lo anterior incide en la pérdida de uso de suelo de vegetación forestal a nivel del SAR reduciendo superficies naturales o que proveen algunos servicios ambientales y aumentando el uso de suelo sin vegetación aparente, sin embargo, se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.



**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## CONTENIDO

<b><u>VI. 1. DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA O PROGRAMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN O CORRECTIVAS POR COMPONENTE AMBIENTAL</u></b>	<b>6</b>
<b>VI. 1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN</b>	<b>8</b>
<b><u>VI. 2. PLAN DE VIGILANCIA AMBIENTAL</u></b>	<b>19</b>
<b><u>VI. 3. PROGRAMA DE CAPACITACIÓN AMBIENTAL</u></b>	<b>20</b>
<b><u>VI. 4. PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FLORA</u></b>	<b>21</b>
<b>VI. 4.1 ESPECIES SUJETAS A RESCATE, MANEJO Y REUBICACIÓN</b>	<b>22</b>
<b>VI. 4.2 MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE RESCATE DE FLORA</b>	<b>22</b>
<b>VI. 4.3 PROGRAMA DE REFORESTACIÓN</b>	<b>23</b>
<b>VI. 4.4 SELECCIÓN DE ESPECIES Y CRITERIOS DE SELECCIÓN</b>	<b>23</b>
<b>VI. 4.5 ADQUISICIÓN DE PLANTA</b>	<b>23</b>
<b>VI. 4.6 RESPONSABLES DE LA EJECUCIÓN DEL PROGRAMA</b>	<b>23</b>
<b>VI. 4.7 ÉPOCA DE PLANTACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>VI. 4.8 MÉTODO DE PLANTACIÓN</b>	<b>24</b>
<b>VI. 4.9 PREPARACIÓN DEL TERRENO</b>	<b>24</b>
<b>VI. 4.10 REVISIÓN DE LA CALIDAD DE PLANTA Y SU TRANSPORTE</b>	<b>24</b>
<b>VI. 4.11 TRASLADO DE LA PLANTA</b>	<b>25</b>
<b>VI. 4.12 DISEÑO Y TRAZO DE LA PLANTACIÓN</b>	<b>25</b>
<b>VI. 4.13 APERTURA DE CEPAS</b>	<b>26</b>
<b>VI. 4.14 PLANTACIÓN</b>	<b>26</b>

<b>VI. 4.15</b>	<b>CONSTRUCCIÓN DE TERRAZAS INDIVIDUALES (CAJETES)</b>	<b>26</b>
<b>VI. 4.16</b>	<b>ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO</b>	<b>27</b>
<b>VI. 4.17</b>	<b>RIEGOS DE AUXILIO</b>	<b>27</b>
<b>VI. 4.18</b>	<b>REPOSICIÓN DE PLANTA MUERTA</b>	<b>27</b>
<b>VI. 4.19</b>	<b>CONTROL DE PLAGAS O ENFERMEDADES</b>	<b>28</b>
<b>VI. 4.20</b>	<b>CONTROL DE MALEZAS</b>	<b>28</b>
<b>VI. 4.21</b>	<b>MONITOREO DE LAS ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE REFORESTACIÓN</b>	<b>28</b>
<b>VI. 5.</b>	<b><u>PROGRAMA DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA</u></b>	<b>28</b>
<b>VI. 5.1</b>	<b>METODOLOGÍA</b>	<b>29</b>
<b>VI. 5.2</b>	<b>SELECCIÓN DE ESPECIES SUSCEPTIBLES DE RESCATE</b>	<b>30</b>
<b>VI. 5.3</b>	<b>IMPLEMENTOS Y HERRAMIENTAS BÁSICAS PARA SUJECIÓN DE ANIMALES SILVESTRES</b>	<b>30</b>
<b>VI. 5.4</b>	<b>MONITOREO DE ACTIVIDADES DEL PLAN DE RESCATE Y REUBICACIÓN DE FAUNA</b>	<b>33</b>
<b>VI. 6.</b>	<b><u>PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS</u></b>	<b>33</b>
<b>VI. 6.1</b>	<b>RESIDUOS SANITARIOS</b>	<b>34</b>
<b>VI. 7.</b>	<b><u>MONITOREO DE ACTIVIDADES DEL MANEJO DE RESIDUOS</u></b>	<b>34</b>
<b>VI. 8.</b>	<b><u>PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELO</u></b>	<b>35</b>
<b>VI. 8.1</b>	<b>MONITOREO DE ACTIVIDADES DEL PROGRAMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS</b>	<b>37</b>
<b>VI. 9.</b>	<b><u>PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIÓN DE PARTÍCULAS Y RUIDO</u></b>	<b>37</b>
<b>VI. 9.1</b>	<b>USO DE EQUIPOS MENOS CONTAMINANTES</b>	<b>37</b>
<b>VI. 9.2</b>	<b>REDUCCIÓN DE LA EMISIÓN DE PARTÍCULAS</b>	<b>37</b>
<b>VI. 9.3</b>	<b>CONTROL DE EMISIONES DE POLVO</b>	<b>38</b>
<b>VI. 9.4</b>	<b>MEDIDAS DE REDUCCIÓN DE RUIDO</b>	<b>39</b>

**VI. 9.5 MONITOREO DE ACTIVIDADES PARA PROGRAMA DE CONTROL DE EMISIÓN DE PARTÍCULAS Y  
RUIDO 39**

**VI. 10. INDICADORES AMBIENTALES 39**

## CUADROS

CUADRO 1. IMPACTOS IDENTIFICADOS PARA EL PROYECTO .....	6
CUADRO 2. MEDIDAS DE MITIGACIÓN PARA EL PROYECTO .....	10
CUADRO 3. LISTADO DE INDICADORES AMBIENTALES .....	41

## FIGURAS

FIGURA 1. EJEMPLO DE LAS PLÁTICAS DE CONCIENTIZACIÓN AMBIENTAL AL PERSONAL DE UNA OBRA. ....	21
FIGURA 2. EJEMPLO DEL TRAMPEO PARA MAMÍFEROS; A) COLOCACIÓN DE TRAMPAS TOMAHAWK; B) CEBO PARA LA TRAMPA; C) CAMUFLAJE DE LA TRAMPA CON VEGETACIÓN NATURAL .....	31
FIGURA 3. EJEMPLO DE MANEJO DE MAMÍFEROS MEDIANOS CON GUAANTES DE CARNAZA .....	32
FIGURA 4. EJEMPLO DE LA MANIPULACIÓN DE REPTILES Y GEORREFERENCIACIÓN .....	32
FIGURA 5. EJEMPLO DE LA UTILIZACIÓN DE SANITARIOS PORTÁTILES EN LA CONSTRUCCIÓN DE PROYECTOS SIMILARES .....	34
FIGURA 6. EJEMPLO DE LA TRITURACIÓN Y COMPOSTEO DE MATERIAL RESULTADO DEL DESMONTE Y DESPALME.....	36
FIGURA 7. EJEMPLO DE LA PROTECCIÓN DEL SUELO CON MATERIAL RESULTADO DE LA COMPOSTA.....	36
FIGURA 8. EJEMPLO DE RIEGO PARA EVITAR EMISIONES DE PARTÍCULAS SUSPENDIDAS .....	39

## 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

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, la presente sección se construye mediante la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, bajo la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer medidas correctivas.

Para este capítulo es importante reiterar que el resultado de la identificación de impactos arrojó un total de 60 impactos potenciales (56 negativos y 4 positivos) de los cuales 18 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 31 en la etapa de construcción y 11 para la etapa de operación y mantenimiento. Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 32 compatibles, 23 moderados y 5 severos. No se determinaron impactos críticos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Impactos identificados para el proyecto**

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia	
PS-01	Desmante	Cauces	-22	Compatible
PS-02		Calidad del aire	-19	Compatible
PS-03		Microclima	-31	Moderado
PS-04		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
PS-05		Abundancia de fauna	-25	Moderado
PS-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-37	Moderado
PS-07		Distribución de fauna	-19	Compatible
PS-08		Abundancia de la vegetación	-33	Moderado
PS-09		Distribución de vegetación	-37	Moderado
PS-10		Empleo y activación económica	24	Compatible
PS-11		Calidad Visual	-33	Moderado
PS-12	Despalme	Tipo de Suelo	-33	Moderado
PS-13		Uso de Suelo	-59	Severo
PS14		Procesos Erosivos	-27	Moderado
PS-15		Cauces	-23	Compatible



ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia	
PS-16		Recarga media	-28	Moderado
PS-17		Calidad del aire	-19	Compatible
PS-18		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	-33	Moderado
CO-02		Procesos Erosivos	-25	Moderado
CO-03		Relieves	-49	Moderado
CO-04		Cauces	-24	Moderado
CO-05		Calidad del agua superficial	-23	Compatible
CO-06		Calidad del aire	-19	Compatible
CO-07		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
CO-08		Empleo y activación económica	26	Moderado
CO-09		Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	-47
CO-10	Recarga media		-25	Moderado
CO-11	Calidad del aire		-19	Compatible
CO-12	Ruido y vibraciones		-19	Compatible
CO-13	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	-35	Moderado
CO-14		Calidad del aire	-19	Compatible
CO-15		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
CO-16	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	-29	Moderado
CO-17		Calidad del aire	-19	Compatible
CO-18		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Tipo de Suelo	-51	Severo
CO-20		Calidad del Suelo	-63	Severo
CO-21		Calidad del agua superficial	-28	Moderado
CO-22		Recarga media	-59	Severo
CO-23		Calidad del aire	-19	Compatible
CO-24		Microclima	-62	Severo
CO-25		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
CO-26	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	-21	Compatible
CO-27		Calidad del Suelo	-23	Compatible
CO-28		Cauces	-23	Compatible
CO-29		Recarga media	-25	Moderado

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia	
CO-30		Calidad del aire	-19	Compatible
CO-31		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del Suelo	-21	Compatible
OP-02		Calidad del agua superficial	-21	Compatible
OP-03		Calidad del aire	-19	Compatible
OP-04		Ruido y vibraciones	-19	Compatible
OP-05		Abundancia de fauna	-35	Moderado
OP-06		Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	-35	Moderado
OP-07		Distribución de fauna	-19	Compatible
OP-08		Servicios básicos	44	Moderado
OP-09		Empleo y activación económica	42	Moderado
OP-10		Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	-19
OP-11	Calidad del agua superficial		-19	Compatible

### VI. 1.1 Clasificación de las medidas de mitigación

La posible generación de los impactos ambientales mencionados crea la necesidad de definir aquellas medidas que permitan la prevención, mitigación o compensación de los mismos. Las medidas agrupadas dentro del concepto de "mitigación" buscan moderar, aplacar o disminuir el efecto negativo de las obras realizadas por la construcción de proyectos. Estas medidas pueden ser agrupadas de acuerdo a los siguientes términos:

- **Prevención.** Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- **Mitigación.** Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente antes de la ejecución del proyecto, procurando que sea afectado lo menos posible por la incidencia del mismo.
- **Restauración.** Acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.

- **Compensación.** Acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- **Control.** Su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias, no obstante, las medidas de mitigación son de gran importancia para tratar de minimizar los impactos producidos por las acciones que propicien los impactos más significativos.

**Cuadro 2. Medidas de mitigación para el proyecto**

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Agua	Modificación a los escurrimientos y cuerpos de agua cercanos inmediatos al proyecto	Preventiva	Construcción de obras de drenaje	Construcción de obras de drenaje conforme al diseño del proyecto las cuales favorecerán el libre paso de los flujos hidrológicos, principalmente los generados en época de lluvias.	Durante la etapa de construcción, aunque el efecto preventivo se reconocerá durante la operación del proyecto	Construcción de obras de drenaje conforme al diseño del proyecto mismas que deberán estar sujetas a mantenimiento conforme la empresa contratista considere.	Disminuir la contaminación de escurrimientos y minimizar el impacto al componente hidrológico para establecer el proyecto de manera sustentable conforme a las características del AP
Agua	Modificación a los escurrimientos y cuerpos de agua cercanos inmediatos al proyecto	Preventiva	Se vigilará que no existan vertimientos de aguas residuales y desechos de obra en los escurrimientos del lugar.	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca a los escurrimientos	Durante la etapa de construcción y con especial énfasis en las actividades realizadas cerca de escurrimientos	Realizar acciones de supervisión en cuanto al manejo, disposición, transporte y ubicación temporal de residuos o material de construcción cerca de escurrimientos	Disminuir la contaminación de escurrimientos
Agua	Modificación a los escurrimientos y cuerpos de agua cercanos inmediatos al proyecto	Preventiva	Vigilar el comportamiento de los escurrimientos de agua. Recuperación de forma manual de los materiales que pudiera contener los escurrimientos	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca al escurrimiento. En caso de que previo a las actividades de preparación del sitio y construcción se encuentre evidencia de residuos o posibles contaminantes ajenos a las actividades del proyecto se deberán almacenar y manejar dichos residuos para evitar la contaminación del escurrimiento. Recuperar de forma manual de cualquier material caído accidentalmente en los escurrimientos,	Durante la preparación del sitio y construcción	Realizar acciones de recolección y manejo de residuos o materiales ajenos al proyecto previo a la preparación del sitio y construcción en los escurrimientos,	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Agua	Modificación a los escurrimientos y cuerpos de agua cercanos inmediatos al proyecto	Preventiva	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Previo a la realización de actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente para la construcción de obras de drenaje o actividades cerca de los escurrimientos,	Planeación de actividades evitando la temporada de lluvias	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades
Agua	Modificación a los escurrimientos y cuerpos de agua cercanos inmediatos al proyecto	Preventiva	Prohibición de derrame de residuos en los escurrimientos	Quedará estrictamente prohibido arrojar, verter o derramar residuos peligrosos y/o de manejo especial sobre los escurrimientos que se localizan en la zona del proyecto, estos tipos de residuos deberán ser depositados en sus contenedores correspondientes para posteriormente hacer su adecuada disposición final.	Durante la preparación del sitio y construcción	Adecuado manejo de residuos	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la ejecución de actividades
Agua	Modificación a los escurrimientos y cuerpos de agua cercanos inmediatos al proyecto	Preventiva	Monitoreo periódico de los escurrimientos con los que cruza el proyecto y actividades de mantenimiento de obras de drenaje	Una vez que el camino este totalmente en operación se deberán monitorear constantemente los escurrimientos por los que cruza el proyecto, para verificar que las escorrentías no se encuentren azolvadas y en caso de que alguna obra de drenaje requiera mantenimiento o reparación se actúe de inmediato.	Operación y mantenimiento	Monitoreo de las características de los escurrimientos y mantenimiento de obras de drenaje	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la operación del proyecto

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Agua	Modificación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de carpeta asfáltica	Compensación	Actividades de Reforestación	La compactación de las superficies que ocupará el camino reducirá la infiltración de agua hacia los mantos acuíferos de la superficie que ocupará el camino, por ello y para evitar la pérdida de superficie de captación se llevarán a cabo Acciones de Reforestación acorde a los diversos tipos de vegetación existentes que potencializarán la regeneración de nuevas zonas forestales y por ende la infiltración al suelo.	Se Puede realizar desde la etapa de construcción	Ejecución de un Programa de Reforestación	Compensar la afectación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de la carpeta asfáltica
Agua	Erosión hídrica por eliminación de la cubierta vegetal.	Control y Prevención	Construcción de terrazas individuales	Desviar escorrentía antes de adquirir velocidad que provoque erosión, se deberán construir terrazas o bermas;	Se Puede realizar desde la etapa de construcción	Ejecución de un Programa de Conservación de Suelo	Controlar y prevenir la erosión hídrica provocada por la eliminación de la cubierta vegetal
Agua	Modificación a la calidad del suelo y a la calidad del agua subterránea	Preventiva	Uso de sanitarios portátiles	Instalar y dar mantenimiento a sanitarios portátiles	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Dar mantenimiento oportuno a los sanitarios portátiles (responsabilidad de la empresa contratista)	Disminuir la contaminación al suelo y al agua subterránea
Agua	Modificación a la calidad del agua superficial de escurrimientos.	Preventiva	Buenas prácticas de transporte y almacenamiento de material	Colocar carpas en los vehículos de carga de material para evitar dispersión de polvos así como sobre el material de construcción cercano a escurrimientos para evitar su dispersión.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Agua	Modificación en la dirección del patrón normal de escurrimiento	Preventiva	Construir las obras de drenaje evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escurrimiento	Se deberá de construir las obras de drenaje conforme al diseño del proyecto pero evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escurrimiento	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de la construcción de obras de drenaje que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos
Agua	Modificación en la calidad del agua superficial	Preventiva	Acciones preventivas y de control para evitar contaminación en escurrimientos	Se deberá realizar un adecuado manejo y almacenamiento de residuos, así como de materiales de construcción con la finalidad de evitar la contaminación de los escurrimientos	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión del manejo y almacenamiento de residuos y material de construcción que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos
Aire	Modificación a la calidad del aire	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-041-SEMARNAR-2015	Disminuir la contaminación atmosférica
Aire	Modificación a la calidad del aire por emisión de ruido	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-080-SEMARNAR-1994	Disminuir la contaminación atmosférica
Aire	Modificación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen gasolina como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen gasolina como combustible	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen gasolina como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-041-SEMARNAR-2015	Disminuir la contaminación atmosférica

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Aire	Modificación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen diésel como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen diésel como combustible	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen diésel como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-045-SEMARNAR-2006	Disminuir la contaminación atmosférica
Aire	Modificación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen Gas L.P. como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen Gas L.P. como combustible	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen Gas L.P. como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-050-SEMARNAR-1993	Disminuir la contaminación atmosférica
Aire	Modificación a la calidad del aire por emisión de partículas y polvos	Correctiva	Riego en zonas de obra con agua tratada	Evitar o disminuir el levantamiento de polvos fugitivos y material particulado	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Regar con agua tratada si y solo si es necesario para evitar el levantamiento y dispersión de polvos.	Disminuir la contaminación atmosférica
Aire	Modificación a la calidad del aire por emisión de partículas y polvos	Preventiva	Buenas prácticas de transporte y almacenamiento de material	Colocar carpas en los vehículos de carga de material para evitar dispersión de polvos, así como sobre el material de construcción cercano a escurrimientos para evitar su dispersión.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire
Fauna	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Fauna	Preventiva	Rescate y reubicación de Fauna en el sitio del proyecto	Realización del rescate y reubicación de individuos faunísticos principalmente de aquellos de lento desplazamiento. Asimismo, se contempla el ahuyentamiento de posibles ejemplares de	Previo a la preparación del sitio	Designar a un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de fauna	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
				aves y mamíferos que se alejaran del sitio principalmente por la presencia del personal.			
Fauna	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Fauna bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Preventiva	Rescate y reubicación de Fauna (especialmente especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o especies de importancia ecológica en el sitio del proyecto)	Realización del rescate y reubicación de individuos faunísticos principalmente de aquellos de lento desplazamiento. Asimismo, se contempla el ahuyentamiento de posibles ejemplares de aves y mamíferos que se alejaran del sitio principalmente por la presencia del personal.	Previo a la preparación del sitio	Designar a un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de fauna. Este debe tener en cuenta la presencia y poder reconocer a los individuos de las especies que se encuentran bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Fauna	Modificación a la abundancia de fauna	Preventiva	Prohibición de aprovechamiento o extracción de fauna	Prohibición del aprovechamiento o extracción de ejemplares de fauna en el sitio del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de la ocurrencia de eventos no deseados relacionados con la fauna en el sitio del proyecto	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Fauna	Modificación en la abundancia de individuos de fauna	Preventiva	Integrar en las obras de drenaje cruces o pasos de fauna	Integrar en las obras de drenaje cruces o pasos de fauna	Construcción y operación	Integrar en las obras de drenaje cruces de fauna	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Flora	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Flora	Preventiva	Rescate y reubicación de Flora (incluyendo especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o especies de importancia ecológica en el sitio del proyecto)	Realizar el rescate y reubicación de individuos florísticos que se encuentren catalogados bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que se consideren de importancia ecológica en el sitio pudiendo extraer el individuo completo o partes de estos, que se encuentren en	Previo a la preparación del sitio	Designar un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de flora	100% del rescate de los individuos que se planteen en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora para este proyecto

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
				condiciones para ser reubicados en otro sitio.			
Flora	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Prohibición de aprovechamiento o extracción de flora	Prohibición del aprovechamiento o extracción de ejemplares de flora en el sitio del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de la ocurrencia de eventos no deseados relacionados con la flora en el sitio del proyecto	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Flora	Modificación a la abundancia de flora	Remediación	Inducir vegetación nativa en las zonas aledañas a los desmontes y despalmes mediante actividades de reforestación.	Promover el desarrollo de vegetación nativa en las zonas aledañas al proyecto preferentemente dentro del derecho de vía mediante actividades de reforestación	Construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de las actividades de reforestación	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades. Debe tenerse en cuenta un índice de supervivencia estimado para los individuos a reforestar con ese dato se verificara la eficacia de la medida.
Flora	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaria o sustancias químicas.	Minimizar la afectación a la flora y eliminar la vegetación únicamente las áreas autorizadas. Promover el reuso del material vegetal resultante.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de buenas prácticas en el desmonte y despalme	Disminución en la afectación a las superficies con vegetación fuera de las áreas autorizadas

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Flora	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Realizar el troceo de árboles y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental.	Minimizar la afectación a la flora y eliminar la vegetación únicamente las áreas autorizadas. Promover el reuso del material vegetal resultante.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de buenas prácticas en el desmonte y despalme	Disminución en la afectación a las superficies con vegetación fuera de las áreas autorizadas
Seguridad	Modificación al suelo, agua, flora y fauna	Preventiva	Concientización ambiental al personal	Realización de talleres de concientización ambiental al personal involucrado en las actividades de preparación del sitio y construcción	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de los procedimientos operativos durante la preparación del sitio y la construcción	Disminución en la ocurrencia de contaminación al suelo y agua y disminución en la ocurrencia de eventos no deseados con flora y fauna
Seguridad	Ocurrencia de eventos no deseados (accidentes laborales)	Preventiva	Buenas prácticas de preparación del sitio y construcción	Realizar las actividades correspondientes únicamente en el horario y lugar previamente asignado	Etapas de preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable para dar seguimiento y supervisión al cumplimiento de los distintos manuales.	100% con el apoyo de los trabajadores y el supervisor de actividades, en apego a los horarios de trabajo previamente establecidos.
Seguridad	Ocurrencia de eventos no deseados (accidentes laborales)	Preventiva	Colocación de señalamientos	Colocación de señalamientos en el área de proyecto (incluye señalamientos viales, de seguridad y operativos)	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de la colocación de señalamientos adecuados a las áreas o actividades que se estén realizando o se realizarán	Disminución en la ocurrencia de accidentes laborales

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
Suelo	Modificación a la estructura del suelo, su calidad y al relieve	Preventiva	Contar con un manual de uso de equipos y maquinaria para la ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción	Se deberá contar con un manual de uso para cada equipo y maquinaria a emplear para las distintas actividades	Etapas de preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable para dar seguimiento y supervisión al cumplimiento de los distintos manuales.	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
Suelo	Generación de residuos de manejo especial (residuos de la construcción o de excavaciones)	Preventiva	Adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción.	Asignar un área exclusiva de almacenamiento temporal de material resultante de excavaciones que puede tratarse de suelo o de residuos de la construcción	Al iniciar las actividades y hasta completar la construcción	Designar un responsable que gestione con una empresa contratista acreditada el adecuado manejo de residuos de manejo especial	100% con el adecuado almacenamiento temporal tomando en cuenta la participación de los trabajadores.
Suelo	Modificación al suelo	Preventiva	Manejo, almacenamiento y disposición de residuos de acuerdo a su naturaleza	Colocar recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión del manejo de los residuos de acuerdo a su naturaleza	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.

## VI. 2. Plan de vigilancia ambiental

Los impactos ambientales que potencialmente pueden presentarse por la ejecución del proyecto fueron analizados y considerando la clasificación de las medidas previamente mencionadas se establece un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) con los siguientes objetivos:

- Ejecutar las actividades y obras del proyecto en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y servicios ambientales involucrados con la finalidad de que el proyecto se caracterice por ser una estrategia de desarrollo ambientalmente viable y responsable.
- Contar con un instrumento práctico e integral como base para llevar a cabo el desarrollo del proyecto con la adecuada ejecución de medidas de mitigación de los impactos ambientales esperados, con la finalidad de prevenir, controlar, disminuir, mitigar y/o compensar las modificaciones al ambiente derivadas del desarrollo del proyecto.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento a los procedimientos, términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT u otras dependencias impongan en caso de que el presente proyecto sea autorizado.

El PVA se conforma por los siguientes programas mismos que se detallan a continuación:

- Programa de Capacitación ambiental
- Programa de Rescate y reubicación de Flora
- Programa de Reforestación
- Programa de Rescate y reubicación de Fauna
- Programa de Manejo de residuos
- Programa de Conservación de suelo
- Programa de Control de emisión de partículas y ruido
- Programa de Restauración ecológica

Asimismo, se consideran el siguiente Plan y Propuestas:

- Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental
- Propuesta de Protección a Cuerpos de Agua
- Propuesta de Pasos de Fauna

### **VI. 3. Programa de Capacitación ambiental**

Con estas acciones se pretende concientizar a los trabajadores acerca de la importancia de mantener en buen estado las condiciones ambientales, promoviendo el desarrollo del proyecto sin afectar el medio ambiente para volverlo socialmente aceptable y ecológicamente viable. Por esta razón la empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores antes de iniciar la obra.

Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales de importancia regional (mediante folletos informativos).

Los mecanismos para la comunicación de los procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se realizarán de acuerdo a lo siguiente:

- 1) Lograr acuerdos con el encargado, residente de obra, supervisor o responsable de la construcción del proyecto y prestadores de servicio, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante el desarrollo del proyecto.
- 2) Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la realización de las medidas de prevención y conservación ambiental (particularmente en la conservación y rescate de flora y fauna silvestre y del suelo orgánico)
- 3) Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesaria, por lo menos, una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como herrero, carpinteros, soldadores, etc. Con enfoque en la actividad que desarrollan dentro de la obra.
- 4) Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como el manejo de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.
- 5) Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes procedimientos de acuerdo al nivel de conocimiento de los involucrados.
- 6) Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada programa por parte de los involucrados.
- 7) Distribuir material impreso (folletos, trípticos, carteles, catálogo ilustrado de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, etc.) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.
- 8) Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizarán para la comunicación de los planes (listas de asistencia, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.)

- 9) Iniciada la etapa de la construcción del proyecto se designará el personal que será capacitado y se darán a conocer los programas y procedimientos necesarios de acuerdo al nivel jerárquico de su estructura administrativa.
- 10) Se recomienda la contratación de un especialista en flora y fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de la modernización), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevar a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
- 11) Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el NO cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
- 12) Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.



Figura 1. Ejemplo de las pláticas de concientización ambiental al personal de una obra.

#### VI. 4. Programa de rescate y reubicación de flora

Antes de iniciar la obra se propone el rescate de las especies de flora silvestre que se llegaran a encontrar durante el inicio de las actividades de construcción. Las especies consideradas como susceptibles a rescate, que se localicen dentro de la línea de ceros, deberán rescatarse y reubicarse a otros sitios fuera de las áreas de trabajo a no más de 100 m. del sitio de rescate bajo condiciones ambientales similares para facilitar su desarrollo, para que no sean afectadas por las diferentes obras y/o actividades pretendidas. Se resalta que los rescates deberán realizarse posterior a un recorrido previo de la zona para identificación de la existencia de especies que pudieran ser candidatas a rescate.

En algunos casos si existieran algunos ejemplares al alcance se extraerán, para facilitar las actividades, ya que escalar puede ser muy peligroso para los trabajadores; sin embargo, todo esto mediante la asesoría y capacitación de personal especializado en estas actividades. Será importante conocer la ecología de cada especie para valorar la factibilidad de manejo de los ejemplares considerados.

#### **VI. 4.1 Especies sujetas a rescate, manejo y reubicación**

Las especies consideradas dentro de estas acciones susceptibles a rescate, manejo y reubicación serán elegidas debido a la importancia y función ecológica que cumplen y ejercen dentro del ecosistema en la zona del proyecto o SAR. tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Considerada bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Especies de lento crecimiento y/o de distribución restringida.
- Endémicas.
- De difícil regeneración
- Aquellas que representen un valor ecológico/cultural.

Es importante mencionar que es imposible y poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades propias del proyecto, de tal manera que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos necesarios para su protección (importancia ecológica, tamaño, tipo de hábito de crecimiento).

#### **VI. 4.2 Monitoreo de las actividades del Programa de Rescate de Flora**

A lo largo de todas las actividades de este programa será necesario llevar un control de las especies rescatadas y reubicadas, de manera que sea posible apreciar el éxito de esta medida de mitigación, por lo cual se empleará de una bitácora, dónde se registrarán los organismos avistados en campo y se anotará el estado y el sitio de reubicación del ejemplar.

Las actividades de mantenimiento se deberán realizar en función de las condiciones de la planta y del sitio de reubicación. Además, se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento y sobrevivencia, y determinar los requerimientos de las distintas plantas en las diferentes áreas de reubicación.



### **VI. 4.3 Programa de Reforestación**

De acuerdo a la naturaleza del proyecto se requiere del desmonte y despalme en sitios específicos que presentan vegetación, en este respecto se pretende implementar un programa de reforestación con la finalidad de mitigar y compensar el impacto causado a la vegetación. Se contempla un programa de reforestación que se ubicara en áreas aledañas al de proyecto dentro del derecho de vía.

### **VI. 4.4 Selección de especies y criterios de selección**

Algunos criterios que se deben tomar en cuenta al momento de seleccionar las especies para cualquier programa de vegetación, reforestación o plantación, son:

- Especies representativas de la región con énfasis en las especies nativas, bajo la premisa de que estas especies poseen los fenotipos y genotipos más aptos para sobrevivir bajo estas condiciones ambientales.
- Especies que sean capaces de propagarse vegetativamente, considerando que, bajo estas condiciones, esta cualidad proporciona una importante ventaja con respecto a la reproducción sexual.
- Especies que además de cumplir con los efectos restauradores que les caracteriza, sean capaces de proveer adicionalmente productos o servicios (especies de usos múltiples) de importancia para la región.
- Especies que funjan como especies sombrilla y permitan el desarrollo de una adecuada sucesión ecológica.
- Especies de importancia ecológica para los ecosistemas con base en los índices de diversidad, de tal manera que se conserve la estructura y composición florística, con el propósito de caracterizar a los ecosistemas nativos.

### **VI. 4.5 Adquisición de planta**

Para la adquisición de la planta serán adquiridos en los viveros locales, cercanos al área donde se ubica el proyecto, y en caso dado de que no se encuentren las especies enlistadas el proveedor las deberá producir en un vivero temporal.

### **VI. 4.6 Responsables de la Ejecución del Programa**

Para la realización del Programa es necesario contar con equipo básico conformado por 10 personas que se encargarán de realizar las acciones de mejoramiento de la cobertura, actividades que incluyen desde la preparación del terreno hasta el apisonamiento, así como las actividades de seguimiento, control y vigilancia de los trabajos.

#### **VI. 4.7 Época de plantación**

Considerando el periodo de lluvias en la zona del proyecto, la plantación se realizará en la siguiente temporada:

Junio – Octubre: esta época suele ser adecuada para el establecimiento de las hojosas pues resultan ser especies que necesariamente demandan cierta cantidad de agua para lograr su establecimiento en campo.

#### **VI. 4.8 Método de plantación**

La ejecución de esta actividad necesariamente requiere de seguir una lógica que considere aspectos tales como: acarreo de planta, apertura de cepa, colocación de la planta, relleno y compactación de la planta, apertura de cajetes y aplicación de riegos periódicos.

#### **VI. 4.9 Preparación del terreno**

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se realizará en forma manual procurando realizar dicha preparación en los espacios abiertos entre la vegetación del área destinada para tal fin, esto con el objeto de realizar el menor impacto posible en esta zona y garantizar la estabilidad de la biodiversidad existente.

La limpieza del terreno (deshierbe o chaponeo), es la actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes. Se realizará de manera manual, con machete azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha, entre otras, pero exclusivamente en el punto de reubicación de la planta. Y se realizará solo si es estrictamente necesario, de lo contrario no se efectuará, para evitar alteraciones en el suelo.

#### **VI. 4.10 Revisión de la calidad de planta y su transporte**

Se revisará que los ejemplares no presenten daños, que estén vigorosas, libres de plagas y enfermedades, además de que cuenten con un sistema radical bien desarrollado.

Es ampliamente recomendable realizarles riego un día antes de su traslado a campo con el fin de abatir los efectos negativos causados por las ásperas condiciones ambientales que prevalecen en esta región. Antes de iniciar con las labores de plantación, se deberá constatar que las plántulas presenten cierto grado de calidad; las características que se verificarán en cada plántula serán:

- Ramas saludables
- Libre de plagas y enfermedades
- Hidratación óptima
- Raíces vigorosas, abundantes y blanquecinas.
- Sin presencia de raíces estranguladoras
- Sin raíces expuestas.
- Color del follaje propio de la especie.
- Aspecto vigoroso.

#### **VI. 4.11 Traslado de la planta**

Esta actividad se realizará en camiones medianos durante las primeras horas de la mañana para evitar el estrés de las plantas, debido al alto grado de transpiración que suelen realizar. Se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire.
- Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo, sin sobrecargarlo para evitar daños.
- Se protegerá la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.
- El traslado de la planta al sitio en donde se pretende su establecimiento, se realizará tal cual se ha implementado en otros proyectos que la SCT ha llevado a cabo, pues el personal cuenta –hasta cierto punto- con experiencia, la cual se complementará con la capacitación y la supervisión.

#### **VI. 4.12 Diseño y trazo de la plantación**

La distribución de la planta será de manera irregular considerando principalmente aquellos espacios que actualmente están libres de algún tipo de vegetación con el objeto de minimizar los efectos de la competencia e incrementar la probabilidad de sobrevivencia de cada individuo. Y de ser posible, si el espacio lo permite, será conveniente una distribución en "tres bolillo", por los beneficios que esta representa respecto al marco real.

En tres bolillos las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se utiliza generalmente en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Preferentemente las líneas de

plantación deben seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

#### **VI. 4.13 Apertura de cepas**

El sistema de plantación que se implementará será el de la cepa común, con dimensiones mínimas de 40 x 40 x 40 cm, largo, ancho y alto respectivamente, esto con el objeto de permitir el desarrollo de un sistema radical de calidad. No obstante, el criterio definitivo para la cepa será el tamaño del ejemplar, se les quitará el envase y se procederá a su plantación. Se recomienda podar las raíces y colocar la planta en el centro de la cepa, dejando el cuello de las plantas al nivel del suelo. Se apisonará alrededor a su alrededor para asegurar que la humedad se mantenga.

#### **VI. 4.14 Plantación**

La plantación se hará una vez concluida la fase de preparación del sitio, teniendo las siguientes consideraciones:

- Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de los ejemplares arbóreos, en tanto se arraiga en el terreno.
- Antes de colocar el individuo en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
- Después de haber colocado el ejemplar, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
- Se apisonará ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

#### **VI. 4.15 Construcción de terrazas individuales (cajetes)**

Dado la naturaleza de los ejemplares, se prevé la construcción de terrazas individuales para incrementar los porcentajes de supervivencia de la planta en el área de incremento, tanto de los ejemplares rescatados como de los ejemplares complementarios, para ello se contempla la construcción de terrazas individuales.

Al respecto debemos decir que estas terrazas son terraplenes de forma circular u ovalado de un metro de diámetro en promedio y se usan principalmente para la conservación de suelo y agua, en el presente estudio se utilizarán para la captura de agua, y fomentar su

infiltración en la zona sujeta a cambio de uso de suelo y para la retención de sedimentos resultados de la erosión hídrica.

Esta actividad estará basada en el sistema español, el cual suele caracterizarse por la construcción de un cajete cuyas dimensiones son de 1 m de diámetro por 0.10 m de profundidad, procurando que la planta no quede en la parte más profunda de dicho cajete, sino a un costado en la parte inclinada del mismo. Adicionalmente se colocan tres o más piedras a la base de cada planta con el objetivo de conservar una mayor humedad, controlar el desarrollo de malezas, evitar daños por incendios, protegerla contra el pisoteo de los animales y como amortiguamiento de las temperaturas extremas.

El procedimiento de construcción será el siguiente:

1. Para su construcción se utilizará una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo con la cual se trazará un círculo de un metro de diámetro.
2. Después se excavará en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado que permita almacenar el agua de lluvia.
3. Preferentemente se colocarán piedras en las paredes internas de cada una de las terrazas individuales para disminuir la evaporación del agua contenida en ellas.

#### **VI. 4.16 Actividades de mantenimiento**

Este tipo de actividades son de vital importancia para el buen desarrollo de las plantas. Entre las principales actividades de mantenimiento que inevitablemente se llevarán a cabo, a efecto de lograr una supervivencia del 80% que garantice el incremento de la cobertura, son:

#### **VI. 4.17 Riegos de auxilio**

Dado que las condiciones ambientales que prevalecen en la región son muy severas, durante los primeros meses después de haberse concluido la plantación, se efectuarán riegos periódicos de auxilio, de tal manera que haya humedad suficiente que les permita lograr su establecimiento en este tipo de ambientes e incrementar los niveles de sobrevivencia.

#### **VI. 4.18 Reposición de planta muerta**

Se resalta la necesidad de que las actividades a rescate y posteriormente las de plantación se lleven a cabo conforme a lo establecido en sus programas, además que estén acompañadas de la supervisión y capacitación adecuada, a efecto de que la cantidad de planta a reponer por pérdidas sea la menor posible. No obstante, de ser necesario, esta actividad se llevará a cabo para lograr y mantener el 100% de supervivencia, ya que, si existen pérdidas, estas se repondrán con nuevos ejemplares, por ejemplo, si el resultado

de la evaluación determina una supervivencia del 80%, la reposición será del 20% para alcanzar nuevamente el 100%.

#### **VI. 4.19 Control de plagas o enfermedades**

Durante los primeros meses de su establecimiento, la plantación será monitoreada con el objetivo de identificar la posible existencia de plagas o enfermedades que pudiesen incrementar los porcentajes de mortalidad de dicha plantación y determinar los tratamientos a aplicar.

#### **VI. 4.20 Control de malezas**

Esta actividad consiste en eliminar todas las hierbas identificadas como maleza, las cuales serán muy frecuentes como consecuencia de los riegos periódicos que se aplicarán a la plantación. Dicha actividad se realizará manualmente y toda vez que se requiera, puesto que, bajo la presencia de humedad, en este tipo de ambientes, el estrato herbáceo suele ser muy dinámico.

#### **VI. 4.21 Monitoreo de las Actividades del Programa de Reforestación**

A lo largo de todas las actividades de este programa será necesario llevar un control de las especies, de manera que sea posible apreciar el éxito de esta medida de mitigación, por lo cual se empleará de una bitácora, donde se registrarán los organismos avistados en campo.

Se deberán efectuar supervisiones periódicas a las áreas de reubicación con el fin de determinar las condiciones en que se encuentran las plantas, evaluar su restablecimiento y sobrevivencia, y determinar los requerimientos de las distintas plantas en las diferentes áreas de reubicación.

### **VI. 5. Programa de rescate y reubicación de fauna**

Para todos los grupos de animales, tanto reptiles, aves, mamíferos grandes y medianos e insectos, se requiere que se encienda la maquinaria 20 minutos antes de hacerla avanzar (que es lo que se llevan los trabajadores en calentar la maquinaria) y evitar que los trabajadores estén cerca y/o desplazándose en la zona para que no les corten el paso a los organismos, esto les dará tiempo suficiente para retirarse de la zona.

Se propone esta medida, ya que al colectarlos y reubicarlos se les lastima más que si únicamente se fomenta su huida, y el ruido es una de las mejores estrategias para ahuyentarlos.

Para el caso particular de mamíferos pequeños, se deben utilizar trampas Sherman y colectarlas para removerlas, debido a que difícilmente se alejan de su madriguera aun

cuando no tengan crías. En el derecho de vía se deberá supervisar que las madrigueras no tengan crías, pero aun con ruido, movimiento y gente estas especies son difíciles de ahuyentar.

Para el traslado de mamíferos medianos se pueden emplear trampas Tomahawk de diferentes tamaños, las cuales deberán ser cebadas con plátano, atún o carne. Una vez capturados los individuos de fauna cercanos o en el área de influencia del proyecto, serán liberados en zonas que presenten las mismas características fuera del área de construcción.

Todas las trampas deberán revisarse cada tres horas para evitar la deshidratación y alteración de aquellos animales que sean capturados y que puedan sufrir hipertermia, hipotermia y/o ahogamiento. Las trampas de barrera y los transectos para la colocación de trampas Tomahawk se deberán disponer en forma paralela al eje del camino, las trampas deben colocarse con una separación de 300 m entre cada una.

Las serpientes también son especies difíciles de remover, pero a pesar de lo que se cree, no son difíciles de manejar, a las serpientes se les debe de coleccionar de manera directa (con las manos, o con ayuda de un bastón y pinzas herpetológicas). Pero no se les debe de trapear, ya que estas técnicas son demasiado agresivas para ellas y usualmente se les lastima demasiado, produciendo un rescate ineficiente.

En este sentido, se pretende el rescate de la fauna que se localice dentro del área de influencia del proyecto la cual será reubicada en la zona fuera del área de influencia de dicho proyecto en zonas conservadas.

### **VI. 5.1 Metodología**

Considerando los procedimientos propuestos por Guillén et al., (2004) para el manejo de fauna silvestre en cautiverio, el proceso para el rescate y regreso de fauna al medio silvestre debe cumplir con las siguientes condiciones básicas:

- a) Tener claros los criterios de selección de fauna a rescatar en el área que será intervenida por las obras.
- b) Contar con el equipo y medios adecuados para sujetar, confinar, mantener y transportar al animal sin causarle daño (como vehículo, implementos adecuados para la sujeción o confinamiento y jaulas de transporte).
- c) El equipo de rescate deberá tener conocimientos básicos sobre la forma correcta de sujetar, confinar y mantener al animal.
- d) Disponer de tiempo suficiente para el manejo de los animales.
- e) Proporcionar condiciones de cautiverio adecuadas.
- f) Tener determinado el o los lugares donde se reubicarán a los animales.

- g) Mantener comunicación con el personal encargado de la preparación del terreno y la construcción.
- h) Determinar lugares de captura una vez que se hayan realizado los recorridos por las zonas de desmonte y que se hayan localizado madrigueras o colonias activas de fauna previa a la construcción de las obras, realizando el procedimiento de rescate de fauna antes mencionado.

### **VI. 5.2 Selección de especies susceptibles de rescate**

Los criterios de selección de especies a rescatar son:

- Se realizará el rescate de todas las especies susceptibles de reubicación que se encuentren en el área de influencia del proyecto, principalmente la fauna enlistada en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Fauna de lento desplazamiento como anfibios y réptiles con énfasis en cualquier especie que este en algún estatus de protección.
- Fauna que se encuentre imposibilitada para desplazarse como aves o mamíferos enfermos o accidentados.
- Fauna en condiciones de recuperarse o de ser reintegrada al medio.

### **VI. 5.3 Implementos y herramientas básicas para sujeción de animales silvestres**

El equipo básico para la sujeción o el confinamiento de animales silvestres deberá contar como mínimo, los siguientes implementos y herramientas:

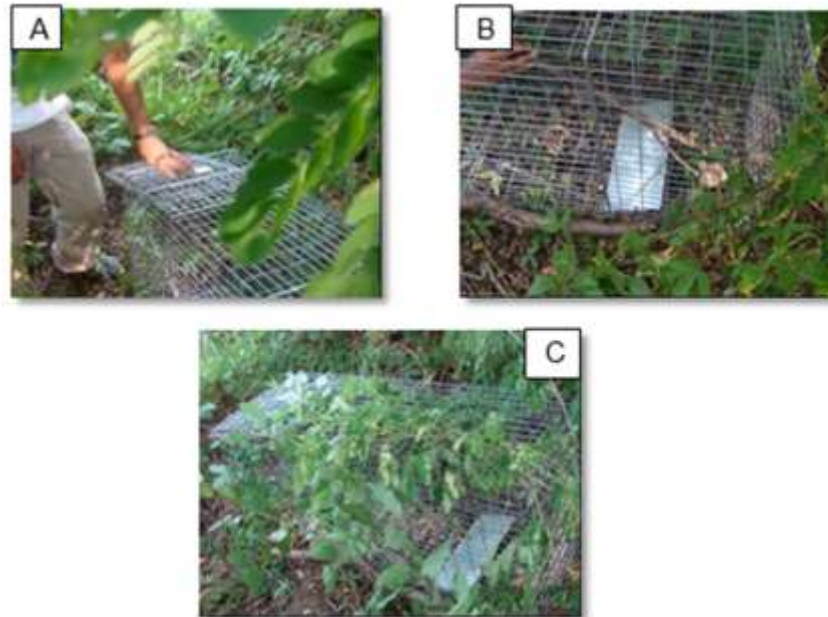
- Guantes de carnaza
- Redes de aro
- Lonas y mantas gruesas pero suaves
- Pinzas y/o gancho herpetológico
- Jaulas-trampa
- Cuerdas de diferente tamaño y diámetro
- Ligas planas y tiras de hule
- Recipientes plásticos y de vidrio con tapa
- Bolsas de tela con cierre tipo ahorcador
- Jaulas de transporte

Para la captura de las especies presentes en el área del proyecto se realizará un recorrido por la zona de influencia del proyecto y se ubicaran los sitios posibles de pasos de fauna.

Para la captura de mamíferos se colocarán trampas Tomahawk, cebadas con fruta (plátano y manzana), atún o carne (pollo) en descomposición, estos cebos son utilizados por los olores que despiden los cuales son atractivos para una gran cantidad de especies de



mamíferos. Posteriormente las trampas son cubiertas con vegetación natural para camuflaje. Asimismo, se colocaron trampas Sherman para la posible captura de mamíferos de menor tamaño (roedores).



**Figura 2. Ejemplo del trapeo para mamíferos; A) colocación de trampas Tomahawk; B) Cebo para la trampa; C) camuflaje de la trampa con vegetación natural**

Las trampas deberán ser colocadas dentro del derecho de vía de la carretera tipo "B", para tratar de reubicar a la mayor fauna posible de la zona evitando la fragmentación de las comunidades faunísticas de la zona.

Los mamíferos capturados serán llevados inmediatamente a la zona de reubicación en la zona elegida previamente, el traslado se realizará dentro de las trampas Tomahawk o Sherman para evitar el manejo y estrés de los individuos capturados.



**Figura 3. Ejemplo de manejo de mamíferos medianos con guantes de carnaza**

Por otra parte, los reptiles como lagartijas y serpientes serán capturados con la mano desnuda mediante la habilidad y destreza del personal.



**Figura 4. Ejemplo de la manipulación de reptiles y georreferenciación**

Las especies de reptiles capturadas serán trasladadas en contenedores de plástico con una tapa con pequeños hoyos que permitirán el paso del aire para evitar que el individuo muera asfixiado.

Otro componente faunístico importante, corresponde a la comunidad de aves, en este sentido cabe mencionar que la avifauna no presenta grandes riesgos de afectación directa

por la construcción del proyecto ya que este generará estados sucesionales en la vegetación que proporcionará una diversidad de alimento importante y de resguardo para las aves; además, debido a que el desplazamiento de las mismas es aéreo, el proyecto no representa un riesgo para las aves.

#### **VI. 5.4 Monitoreo de actividades del Plan de Rescate y Reubicación de Fauna**

A lo largo de todas las actividades de este programa será necesario llevar un control de las especies, de manera que sea posible apreciar el éxito de esta medida de mitigación, por lo cual se empleará de una bitácora, dónde se registrarán los organismos capturados y reubicados.

#### **VI. 6. Programa de manejo de residuos**

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio.

- Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.
- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emitan para el efecto las autoridades correspondientes.
- Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte por la contratista a un sitio determinado de acopio, de donde serán colectados para su disposición final por el servicio de limpia municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.
- Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos.

Además, deberá presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

#### **VI. 6.1 Residuos sanitarios**

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la colocación de por lo menos 6 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.



**Figura 5. Ejemplo de la utilización de sanitarios portátiles en la construcción de proyectos similares**

#### **VI. 7. Monitoreo de actividades del manejo de residuos**

Se entregarán reportes en lapsos acordes con el avance de la construcción de obras y un informe final al concluir las obras, donde se compruebe que las medidas están siendo cumplidas. Los reportes periódicos y el informe final detallarán todas las acciones realizadas, se mostrará evidencia de la ejecución de las acciones, de: registros fotográficos, calendario de las actividades realizadas, tablas de coordenadas, registros y mapas de sitios de interés, bitácora de campo, bases de datos.

## **VI. 8. Programa de conservación de suelo**

Para la protección del suelo orgánico se deberá elaborar para su autorización y ejecución un programa de manejo de residuos peligrosos y tóxicos. Estos Programas deberán considerar como mínimo el manejo y maniobra de estos residuos al realizar labores de carga de combustible y reparación mecánica. Su recolección temporal y su almacenamiento en sitio de confinamiento. Asimismo, deberá incluir el contrato correspondiente con alguna empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos o en su defecto contar con las autorizaciones correspondientes por las delegaciones o municipios involucrados.

La empresa constructora deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Este sitio deberá ser techado, ventilado, con piso de cemento y contenedores adecuados para cada tipo de residuo (estopas con combustible y aceite gastado, baterías y acumuladores). Deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (derrame e incendios).

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo por reparar o cargar, y la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas.

En caso de accidente o derrame, se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Otra medida de mitigación para la construcción del proyecto es la reutilización del material producto del desmonte y despalme; mediante la trituración de este material y el composteo creando un material que puede ser utilizado en la reforestación como abono orgánico o en su caso como capa protectora de suelos propensos a degradación, toda vez que este material contiene semillas que pueden contribuir al proceso de revegetación natural del sitio.



**Figura 6. Ejemplo de la trituración y Composteo de material resultado del desmonte y despalle**

Una vez triturada la vegetación se deberá arrojar las zonas desprovistas de vegetación sobre el derecho de vía, para que de esta forma se evite la erosión del suelo.



**Figura 7. Ejemplo de la protección del suelo con material resultado de la composta**

La protección del suelo como la protección a la vegetación resulta importante ya que estas son complementarias de acuerdo a la asociación que existe suelo-planta. Bajo este contexto la construcción del proyecto, pretende conservar o en su caso mejorar las condiciones ambientales actuales de la zona llevando a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, restauración y compensación que se proponen en el presente capítulo.

En este sentido, es importante considerar que la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio franquicias PEMEX en los centros urbanos más próximos.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta) siempre que cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de combustible y atención a contingencias.

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con antelación dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones.

En caso de abastecimiento de combustibles in situ, previo al mismo se deberá colocar un geotextil o lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger el suelo de cualquier derrame accidental.

Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias.

En caso de derrame accidental sobre el suelo, éste se deberá recoger inmediatamente y se deberán seguir las indicaciones señaladas en la Normatividad Oficial correspondiente.

#### **VI. 8.1 Monitoreo de actividades del Programa de conservación de suelos**

A lo largo de todas las actividades de este programa será necesario llevar un control de las actividades, de manera que sea posible apreciar el éxito de esta medida de mitigación, por lo cual se empleará de una bitácora, dónde se registrarán los datos indicadores de éxito.

#### **VI. 9. Programa de control de emisión de partículas y ruido**

##### **VI. 9.1 Uso de equipos menos contaminantes**

Todos los vehículos automotores utilizados en la obra deberán estar en óptimas condiciones y con mantenimiento periódico.

##### **VI. 9.2 Reducción de la emisión de partículas**

Todos los vehículos automotores deberán apegarse a la normatividad vigente en lo que se refiere a la emisión de partículas.

### VI. 9.3 Control de emisiones de polvo

Se debe garantizar que la maquinaria y los vehículos estén homologados en lo referente a la normatividad sobre emisión de gases. Como medida de prevención se deberá cumplir la NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. De la misma forma la norma NOM-045-SEMARNAT-2006, que indica los límites máximos permisibles referentes a la opacidad del humo emitido por vehículos que usan como combustible el diésel.

Puesta a punto y control de las emisiones de la maquinaria y vehículos: Los vehículos contarán con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La contratista NO podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, deberá buscar un taller particular o llevar a cabo las reparaciones en los sitios previamente asignados para ello dentro de la obra (talleres de servicio y/o patios de maquinaria debidamente habilitados) así mismo se deberá contar con un almacén temporal de residuos peligrosos con tambos para depositar aceites quemados, llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

Cuando el terreno esté muy seco y se cree un ambiente polvoriento excesivo por el movimiento de la maquinaria, se procederá a un regado periódico de las zonas de paso de maquinaria con el objeto de evitar la formación de nubes de polvo.

El suelo sobrante producto de la excavación que no vaya a ser utilizado será dispuesto temporalmente en el sitio y trasladado lo más pronto posible a donde la autoridad correspondiente lo determine, en vehículos adecuados cerrados o protegidos con lonas que impidan la contaminación del entorno por polvos o eviten derrames.

El manejo adecuado tanto de la capa de suelo vegetal como del sobrante de la excavación es una medida compensatoria que evita las afectaciones a los factores ambientales citados y con ello a la salud tanto de los trabajadores del proyecto como de los pobladores de las colonias cercanas. Con ello se espera que la afectación potencial no se presente o sea mínima.

Se debe establecer un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados en las zonas urbanas y especialmente de la obra.





**Figura 8. Ejemplo de riego para evitar emisiones de partículas suspendidas**

En el transporte de materiales derivado de las excavaciones o para la construcción de la carretera se deberán colocar lonas que cubran completamente el material a transportar o en su defecto humedecer su superficie para evitar suspensión de partículas en el aire durante su traslado.

#### **VI. 9.4 Medidas de reducción de ruido**

Los vehículos y maquinaria a utilizar en la ejecución del presente Proyecto, deberán contar con silenciadores. Lo anterior, para dar cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994, a cuál establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación.

#### **VI. 9.5 Monitoreo de actividades para Programa de control de emisión de partículas y ruido**

Se entregarán reportes en lapsos acordes con el avance de la construcción de obras y un informe final al concluir las obras, donde se compruebe que las medidas están siendo cumplidas. Los reportes periódicos y el informe final detallaran todas las acciones realizadas, se mostrará evidencia de la ejecución de las acciones, de: registros fotográficos, calendario de las actividades realizadas, tablas de coordenadas, registros y mapas de sitios de interés, bitácora de campo, bases de datos.

#### **VI. 10. Indicadores ambientales**

Un Sistema de Indicadores Ambientales tiene como objetivo medir en el tiempo los logros alcanzados por las medidas establecidas para la prevención, control y mitigación de los impactos del proyecto, y están enfocados a determinar la calidad ambiental y la protección de los recursos ambientales.

Cabe mencionar que, si bien el sistema de indicadores ambientales será muy útil para monitorear el progreso hacia los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental, su utilidad se apreciará en mayor grado en el largo plazo, en donde se evidenciarán tendencias y se podrá concluir en cuanto a la efectividad de las medidas aplicadas.

**Cuadro 3. Listado de Indicadores ambientales**

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Adquisición o producción de individuos forestales para reforestación</b>	Compensación	Efectividad en la reubicación, esto es: número de individuos rescatados entre número de individuos reubicados, este valor debe ser igual o mayor a 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
<b>Rescate y reubicación de fauna</b>	Prevención	Eficiencia del rescate, esto es: número de individuos de rescatados entre el número de individuos reubicados, este valor debe ser de un 85%	Uso de bitácoras, formatos de campo, evidencias fotográficas.	Sanciones al contratista y ejecución de acciones correctivas
<b>Manejo integral de residuos sólidos</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Manejo integrado de residuos peligrosos</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Manejo integrado de residuos sanitarios</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Manejo integrado de residuos de las obras</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Limpieza de zonas (obras y derrames)</b>	Prevención	Número de zonas en donde es necesario realizar labores de limpieza/ número de zonas en donde se realizó la limpieza	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Construcción de terrazas individuales</b>	Compensación	Número total de terrazas construidas entre número de terrazas planeadas	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Cumplir con el número de construcciones y de no ser posible la conclusión de estas obras, intensificar otras acciones del "Programa de manejo y conservación de suelos."
<b>Mantenimiento (desazolve) de las terrazas individuales</b>	Compensación	Número total de terrazas a las cuales se le está realizando el mantenimiento	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Cumplir con el número de obras en mantenimiento y de no ser posible la conclusión de estas actividades, intensificar otras acciones del "Programa de manejo y conservación de suelos."
<b>Riego periódico (en temporada de secas)</b>	Mitigación	Riego periódico (en función de número de humectaciones realizadas por jornada)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Aumentar el número de humectaciones
<b>Apagado de motores de equipos inactivos o con tiempos mayores a 5 min.</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Registro interno en las obras de horas de trabajo-consumo de	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas.

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
			energía de los equipos.	
<b>Prohibición de quema de materiales o residuos</b>	Prevención	Eventos de quema de material o residuos (en función de la ocurrencia o no ocurrencia del evento)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Disminuir los eventos de quema de material o residuos
<b>Monitoreo de los niveles de ruido</b>	Prevención	Realización de monitorios de los niveles de ruido (en función de la realización o no de los monitorios)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados del monitoreo en cuestión	Aumentar los monitorios de los niveles de ruido
<b>Monitoreo de los niveles de ruido</b>	Prevención	Realización de monitorios de ruido para conocer los niveles (contemplando los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados del monitoreo en cuestión	Aumentar los monitorios de los niveles de ruido. En caso de que los resultados de los monitorios de los niveles de ruido se encuentren por encima de los límites máximos permisibles según la NOM-081-SEMARNAT-1994 será necesario realizar acciones correctivas.
<b>Buenas prácticas de transporte de material</b>	Prevención	Número de vehículos que cumplieron con el uso de cubierta de material a transportar.	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso)	Fomentar la cubierta de material al transportar.

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
			el respectivo formato de campo.	
<b>Mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos</b>	Prevención	Número de equipos, maquinaria y vehículos que cumplieron con el mantenimiento preventivo en un centro autorizado. (Considerando las normas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, y NOM-080-SEMARNAT-1994).	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además deberá tenerse el registro y resultados de la verificación en un centro autorizado.	Aumentar el mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos. Ejecución de acciones correctivas en caso de rebasar los límites máximos permisibles de las normas de referencia NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, y NOM-080-SEMARNAT-1994.
<b>Señalización</b>	Prevención	Número de actividades con señalización visualizada y registrada	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de la acción previo a la realización de otras actividades
<b>Elaboración de un reglamento de contratistas, en el que se incluirá reglas para el tránsito de vehículos.</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Reglamento de contratistas.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas.
<b>Capacitación sobre la aplicación del reglamento.</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Registros de capacitación sobre el reglamento de contratistas. Registro de sanciones.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas. De ser el caso repetir el o los cursos de capacitación necesarios.
<b>Capacitación sobre los criterios generales necesarios que permitan reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Registros de capacitación sobre los criterios generales necesarios para	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas. De ser el caso repetir el o los cursos de capacitación necesarios.

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
			reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo. Registro de sanciones.	
<b>Instalación de letreros preventivos sobre la carretera, para disminuir problemas de flujo vehicular.</b>	Prevención	Número de letreros preventivos/áreas que requieran señalización	Bitácora de ejecución de la acción y fotografías	Aumentar el esfuerzo para la señalización de las áreas de trabajo que lo requieran
<b>Acciones para minimizar la afectación a salud y calidad de vida en el lugar de trabajo</b>	Prevención	Número de accidentes/unidad de tiempo	Reporte de accidentes de trabajo	Evaluación de causa raíz e Implementar las acciones correctivas que indique el especialista. Sanción al contratista
<b>Ahorro de agua cruda y potable</b>	Prevención	No. de pipas/jornada de trabajo	Bitácora de riego de áreas	Reforzamiento de capacitación/Sanción
<b>Capacitación en tema de seguridad en el trabajo</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de Biodiversidad</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de atmosfera y aire</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de agua</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de suelo</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de residuos</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de normatividad</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación







**COMUNICACIONES**

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA, COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

**130**  
AÑOS

SECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA,  
COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

# **CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS**



## CONTENIDO

<b><u>VII. 1. PRONOSTICO DEL ESCENARIO</u></b>	<b>3</b>
<b><u>VII. 2. PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</u></b>	<b>14</b>
<b>VII. 2.1 OBJETIVOS</b>	<b>16</b>
<b>VII. 2.2 INDICADORES Y UMBRALES DE EVALUACIÓN POR FACTOR AMBIENTAL</b>	<b>16</b>
VII. 2.2.1 AIRE	17
VII. 2.2.2 SUELO Y AGUA	18
VII. 2.2.3 AGUA (CONSUMO)	21
VII. 2.2.4 VEGETACIÓN	22
VII. 2.2.5 FAUNA	24

## CUADROS

CUADRO 1. CRITERIOS CUALITATIVOS PARA EL PRONÓSTICOS DE LOS ESCENARIOS DEL PROYECTO .....	3
CUADRO 2. PRONÓSTICOS DE LOS ESCENARIOS PARA EL PROYECTO.....	2
CUADRO 3. RESULTADO DE LA VALORACIÓN CUALITATIVA PARA LOS PRONÓSTICOS DE LOS ESCENARIOS DEL PROYECTO.....	11
CUADRO 4. MEDIDAS AMBIENTALES PARA LA CALIDAD DEL AIRE.....	17
CUADRO 5. MEDIDAS AMBIENTALES PARA EL SUELO.....	18
CUADRO 6. MEDIDAS PARA EL CUIDADO DEL CONSUMO DE AGUA .....	21
CUADRO 7. MEDIDAS PARA VEGETACIÓN .....	23
CUADRO 8. MEDIDAS PARA FAUNA SILVESTRE .....	24

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII. 1. Pronostico del escenario

Para el desarrollo del presenta capítulo se ha considerado la identificación de impactos potenciales del proyecto que hayan resultado de la evaluación de impactos presentada en el Capítulo V. Tomando como referencia el análisis del sistema ambiental regional presentado en el Capítulo IV.

Conforme a lo anterior se propone presentar una valoración cualitativa de los factores ambientales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto. Para esto, se toman en cuenta los criterios presentados en el siguiente Cuadro (donde a mayor valor se presenta menor modificación al factor ambiental derivado del proyecto):

**Cuadro 1. Criterios cualitativos para el Pronósticos de los escenarios del proyecto**

Criterio	Valoración
Sin perturbación	5
Escasamente modificado	4
Moderadamente modificado	3
Altamente modificado	2
Totalmente modificado	1

Además, se toma en cuenta la descripción de los posibles escenarios para cada componente ambiental sin proyecto, con proyecto y sin la implementación de medidas, y con el proyecto con medidas.

**Cuadro 2. Pronósticos de los escenarios para el proyecto**

Suelo		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), el Sistema Ambiental Regional está representada por las siguientes unidades de suelos: Acrisol Ortico, Andosol Humico, Andosol Ocrico, Cambisol Eutrico, Feozem Haplico, Feozem Luvico, Gleysol Vertico, Luvisol Cromico, Luvisol Cromico, Luvisol Ferrico, Vertisol Pelico, se identifica que hay una degradación física y química ligera.</p> <p>En cuanto a actividades que ejerzan presión sobre el suelo se tiene principalmente actividades antropocéntricas como la agricultura.</p>	<p>Las actividades de preparación del sitio implican el cambio de uso de suelo en todas aquellas áreas en las que según el diseño del proyecto sea necesario derivando en afectaciones al suelo por el desmonte y despalme por el cambio de uso de suelo en terrenos forestales.</p> <p>En este sentido, ejecutar el proyecto sin las medidas adecuadas provocaría un aumento en la intensidad de los impactos ambientales descritos sobre el suelo que podrían provocar su deterioro y en un caso extremo se potencializaría la pérdida de las características de este componente en áreas fuera del diseño del proyecto o su derecho de vía.</p> <p>Es importante recalcar que es necesario colocar carpeta asfáltica sobre el trazo del proyecto, lo que provocara una compactación y la presencia de un material que no permitirá la infiltración al suelo cambiando totalmente las características de la capa superficial del mismo, en este sentido el no realizar las actividades referentes a compactación y asfaltado podría derivar en contaminación al</p>	<p>El desarrollo del proyecto con las respectivas medidas, puede llevar al mismo a la sustentabilidad.</p> <p>Si bien la naturaleza del proyecto no conlleva el aprovechamiento de recursos del suelo y subsuelo, se afectará necesariamente en aquellas zonas que se destinen a la adecuación del trazo.</p> <p>El tomar en cuenta las medidas generales previene el deterioro inmediato y descontrolado del suelo dado la actividad de desmonte y despalme.</p> <p>El eficiente manejo y control de sustancias, materiales e insumos minimizarán las probabilidades de potenciales derrames que, aunque la naturaleza del proyecto no prevé una gran cantidad de los mismos, es importante tomar en cuenta el peor caso.</p> <p>El adecuado manejo de residuos minimizara la contaminación del suelo a causa de los mismos.</p> <p>Como se ha mencionado, la modernización del proyecto consta básicamente de adecuaciones del trazo y asfaltado, en este sentido realizar las actividades contempladas con la ejecución de las medidas de mitigación pertinentes provocara impactos ambientales solo en áreas controladas, ubicadas y específicas con lo cual podrán establecerse las medidas de compensación y/o restauraciones necesarias.</p>

<b>Suelo</b>		
<b>Escenario actual</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</b>
	suelo por un mal manejo de materiales y/o residuos en áreas que no se contemplaba modificar (nótese que se trata solo de la superficie a modernizar en el ancho de corona.	En cuanto a las medidas que mitigan el impacto se encuentran las actividades de reforestación, las actividades de restauración y el control de la erosión con el establecimiento de terrazas individuales.

<b>Geología y geomorfología</b>		
<b>Escenario actual</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</b>
de acuerdo con la carta geológica del INEGI, el SAR está representada por rocas de las clases ígnea extrusiva y sedimentaria	Ejecutar el proyecto sin las debidas medidas provocaría pérdidas económicas dadas por la inadecuada cimentación o adecuación del terreno, además no implementar las medidas podría también resultar en una mala preparación del sitio lo que podría afectar de más el relieve (dentro y fuera de las áreas destinadas a la modernización del proyecto) y también podría potencializarse la ocurrencia de accidentes.	Ejecutar el proyecto con las medidas pertinentes fomentara que se logre una adecuada preparación del sitio, particularmente en los movimientos de tierra modificando el relieve de manera paulatina. Realizar los trabajos de movimientos de tierra con las medidas adecuadas se traduce en las menores pérdidas económicas para este caso y la reducción de accidentes.

<b>Hidrología</b>		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>De acuerdo con la red hidrológica de INEGI, el proyecto coincide directamente con 13 escurrimientos que se unen aguas abajo al Rio Chalchihuapan que pasara a formar el Rio Apulco.</p>	<p>Debido a que el proyecto requiere ser modernizado escurrimientos y cuerpos de agua presentes se verán modificados de manera permanente y temporal. Si el proyecto se desarrollará sin la implementación de medidas se podría provocar un daño ambiental significativo a la hidrología del área del proyecto y por ende del Sistema Ambiental Regional.</p> <p>Si el proyecto se desarrollase sin la construcción de obras de drenaje se podría provocar daños a la vialidad que se traducen en costos económicos por la necesidad de dar mantenimiento a la misma en un menor periodo de tiempo al que se pudiera tener contemplado además de que sin las obras de drenaje pertinentes se podrían provocar inundaciones leves en el camino lo que podría provocar accidentes.</p>	<p>El proyecto contempla desde su diseño y también como medida de mitigación la construcción de obras de drenaje menor por lo que la escorrentía que actualmente se presenta en el sitio tendrá una ligera redirección sin que sea modificada o impedida en su totalidad.</p> <p>El desarrollo del proyecto con la construcción de obras de drenaje permitirá la operación de la vialidad minimizando daños por desgaste debido al intemperismo provocado por lluvias o escorrentía.</p>

Aire		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>Actualmente el trazo del proyecto se encuentra con las especificaciones de un camino tipo E en operación por lo que existe dispersión de polvos y partículas derivado del tránsito local o por corrientes de aire.</p> <p>No existen fuentes fijas generadoras de emisiones a la atmosfera.</p>	<p>Si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se estarían alterando de manera puntual la calidad del aire por el levantamiento de polvos y partículas principalmente.</p> <p>Por otro lado, se considera que, si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se incrementarían los niveles de ruido en la región de manera puntual.</p>	<p>Para mitigar la generación y dispersión de polvos, se realizará un mantenimiento a los equipos que potencialmente fueran a utilizarse, además las actividades se llevaran a cabo paulatinamente.</p> <p>Si bien las emisiones y el levantamiento de partículas por la preparación del sitio para el proyecto se consideran mínimas, con las medidas ese nivel podría mantenerse por debajo, garantizando una disminución a la afectación al componente ambiental.</p> <p>Se pronostica que las condiciones de la calidad del aire y de ruido se modifiquen, de acuerdo al comportamiento que tendría el sistema ambiental sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de mitigación propuestas, se espera la minimización de los impactos en este componente.</p>

<b>Flora</b>		
<b>Escenario actual</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</b>
<p>De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI, en el SAR se presenta 13 tipos diferentes de agroecosistemas, entre los que se encuentran: Agricultura de temporal anual, Agricultura de temporal anual y permanente, Pastizal cultivado, Urbano construido, Agua, Bosque de encino-pino, Bosque de pino-encino, Vegetación secundaria de arbórea de Bosque de pino-encino, Vegetación secundaria de arbustiva de Bosque de pino-encino, Vegetación secundaria de herbácea de Bosque de pino-encino, Bosque mesófilo de montaña, Vegetación secundaria arbórea de Bosque mesófilo de montaña, Vegetación secundaria de herbácea de Bosque mesófilo de montaña.</p>	<p>Las actividades de desmonte y el despalme del terreno constituyen las actividades que más afectan de manera directa a este componente. Sin medidas de mitigación se generaría un deterioro a la vegetación presente en los predios, inclusive podría afectarse vegetación que no pertenece a la delimitación del diseño del mismo lo que provocaría una afectación a otros factores como el suelo y la fauna.</p>	<p>El retiro de la cobertura vegetal por el desarrollo del proyecto será de forma gradual para evitar la exposición innecesaria de terreno desmontado. Todas las áreas que serán afectadas por desmonte y despalme deberán estar debidamente delimitadas y se realizarán los trabajos indicados únicamente donde se deban realizar, garantizando la presencia de un área sin afectación. Los trabajos se realizarán de manera tal que se pueda garantizar la menor perturbación a la vegetación no considerada para retirarla. Se deberán llevar a cabo las medidas de compensación y/o restauración para este componente en áreas cercanas. Para el Proyecto se contempla la ejecución de un Programa de Rescate y reubicación de Flora, Programa de Reforestación y Programa de Restauración para los cuales se pretende privilegiar el uso de individuos de especies que se distribuyen en el SAR con énfasis en especies de importancia ecológica para el tipo de vegetación presente en el AP.</p>



<b>Fauna</b>		
<b>Escenario actual</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</b>
<p>Para el SAR se contabilizaron un total de 519 individuos, repartidos entre 54 especies, de entre las cuales 41 pertenecen al grupo de las aves, seis para los mamíferos y siete para el grupo de reptiles.</p> <p><b><u>Resultados para herpetofauna (anfibios y reptiles) en el SAR y AI</u></b></p> <p>Este grupo faunístico está representado por cinco especies, de las cuales <i>Sceloporus variabilises</i> la más abundante. Es importante destacar que las especies registradas <i>Plestiodon lynxe</i> y <i>Boa imperator</i> se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010, la primera en "Sujeta a protección especial" (Pr) y la segunda "Amenazada" (A).</p> <p><b><u>Resultados para aves en el SAR y AI</u></b></p> <p>Es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 41 especies, de las cuales <i>Myadestes occidentalis</i> y <i>Psarocolius Montezuma</i> se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr); <i>Pionus senilis</i>, <i>Turdus infuscatus</i> y <i>Geothlypis tolmiei</i> se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo a la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Resultados para mastofauna en el SAR y AI</u></b></p> <p>En el SAR se registraron seis especies de este grupo faunístico, de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 ningún de las especies presentes se encuentra enlistada.</p>	<p>La principal actividad del proyecto que podrá afectar a la fauna es el desmonte y despalme del terreno.</p> <p>Por otra parte, la distribución natural de los grupos faunísticos terrestres se verá desplazada hacia fuera del área contemplada para las obras, al darse la modificación del hábitat y por las actividades del proyecto algunas de ellas generadoras de ruido.</p> <p>Por otro lado, las actividades de desmonte y despalme sin una apropiada ejecución de medidas de rescate pondrían en riesgo a los individuos de lento desplazamiento o a crías de diferentes especies SOLO EN CASO DE QUE DICHOS EJEMPLARES SE ENCUENTREN EN LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.</p>	<p>Con el propósito de que la perturbación a la fauna se limite a las superficie a ocupar por el proyecto, se contempla la preparación y ejecución de medidas encaminadas a la no perturbación de la fauna, para que previo y desde la etapa de preparación del sitio, se rescate y trasladen los individuos de lento desplazamiento hacia las afueras de la superficie de proyecto, así como un programa de desmonte gradual, bajo la supervisión de un técnico ambiental que permita el desplazamiento de las especies sin dañarlas.</p> <p>Así mismo, quedará estipulado que todos los empleados del proyecto tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestre, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.</p> <p>Se pronostica que con las actividades del proyecto la distribución de la fauna actual se vea levemente modificada, de acuerdo al comportamiento que tendría el AP sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de prevención propuestas, no se</p>

<b>Fauna</b>		
<b>Escenario actual</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación</b>	<b>Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación</b>
<p>En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el SAR.</p> <p><b><u>Resultados para herpetofauna (anfibios y reptiles) en el AP</u></b>                      Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales Sceloporus siniferus es la menos abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Resultados para mamíferos en el SAR y AI</u></b>                      En el AP se registraron tres especies de este grupo faunístico, es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Resultados para aves en el AP</u></b>                      En cuanto a la Ornitofauna, es el grupo con mayor riqueza, al estar representado por 25 especies. Es importante destacar que Psarocolius Montezuma se encuentran en la categoría de "Sujeta a protección especial" (Pr) y Turdus infuscatus se encuentran en la categoría de "Amenazada" (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>		<p>prevé una mayor incidencia del proyecto sobre el componente ambiental.</p>

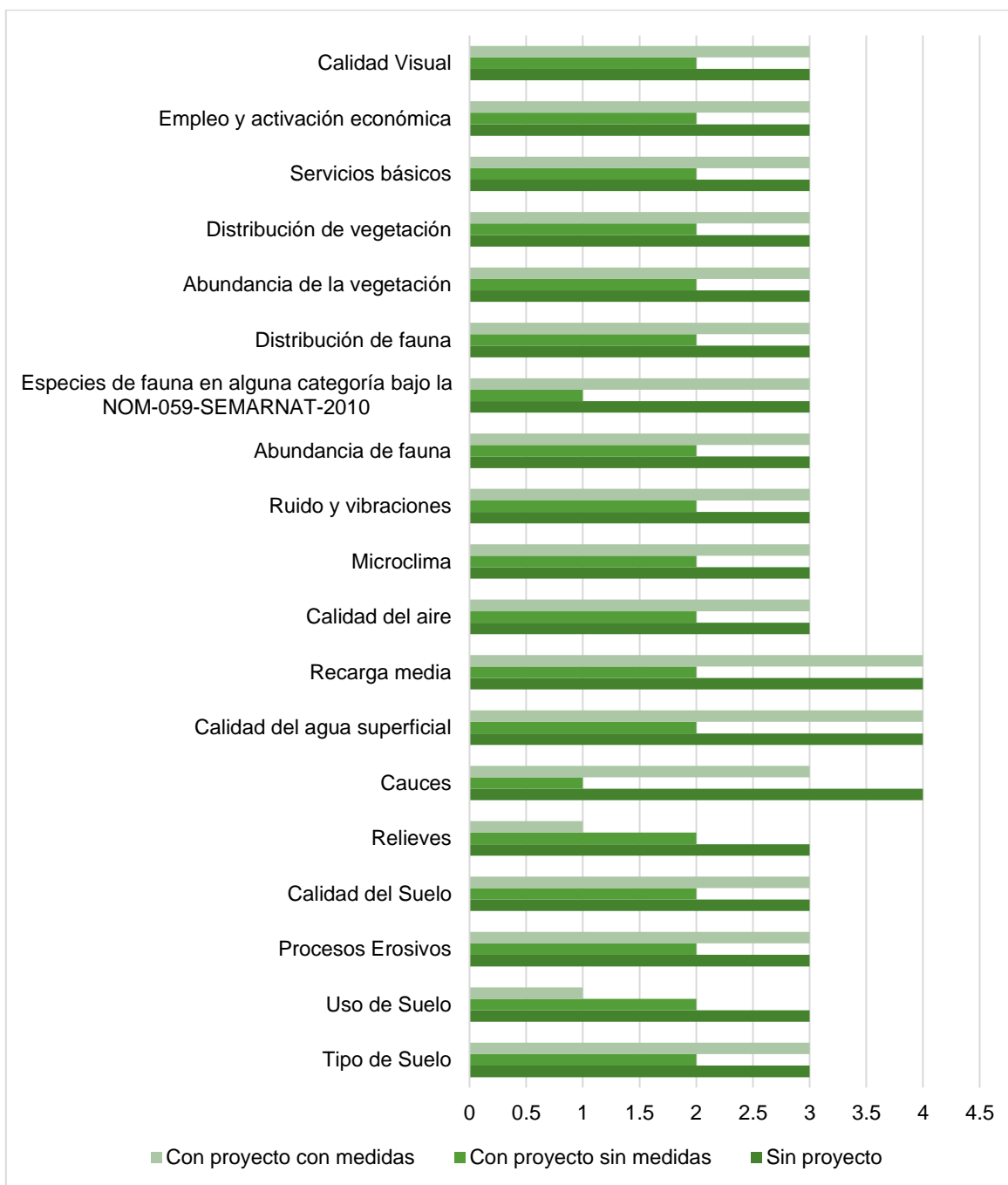
Socioeconómico		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>Con base en el INEGI 2010, el municipio tiene 51,495 habitantes, repartidos en 24 722 hombres y 26773 mujeres. Tiene una densidad poblacional de 174.65 Habitantes/km<sup>2</sup>. Presenta muy bajo grado de intensidad migratoria a los Estados Unidos.</p> <p>De acuerdo a CONEVAL, al menos el 68% de la población del municipio se encuentra en situación de pobreza y el 18.96% se encuentra en pobreza extrema. Los indicadores de carencia resultan en que el 24.84% de la población tiene rezago educativo, el 39.27% carece de acceso a los servicios de salud, el 82.56% carece de seguridad social, y el 20.66% presenta carencia por acceso a la alimentación.</p> <p>De acuerdo con las células de información del INPI, el municipio cuenta con la presencia de población indígena, resultando en un total de 17 592. Concentrándose la mayor población en los rangos de edad de 5 a 12 años.</p> <p>Al respecto de la educación, el 1.5% es monolingüe, el 20.7% es analfabeta y el 18.2% no tiene instrucción primaria.</p> <p>Sobre los servicios de salud, el 37% está afiliada al seguro popular y el 48% no es derechohabiente de ningún servicio.</p> <p>La población indígena cuenta con 3,906 viviendas, de las cuales el 15% no tiene agua entubada, 39% no tiene drenaje y el %.1% no cuenta con electricidad. El 22.65 cuenta con piso de tierra. Entre los bienes electrodomésticos con los que cuentas el 79% tiene televisión, el 34% tiene refrigerador, el 13.8% tiene lavadora y el 3.6% tiene computadora.</p>	<p>Para el caso específico de este componente no se consideran medidas de mitigación debido a que la naturaleza de los impactos identificados y evaluados es positiva. El escenario de la implementación del proyecto contempla los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar artículos varios</li> <li>• Proveer de una vía de acceso pavimentada y en buenas condiciones que evite la apertura de brechas en lugares inadecuados o de cubierta vegetal importante</li> <li>• Detonar el crecimiento socio-económico de la región con la provisión de una vialidad más adecuada para disminuir los tiempos de traslado</li> <li>• Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.</li> </ul>	

Paisaje		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>La calidad del paisaje visual se estima como de categoría Media, de acuerdo con la evaluación realizada en campo. Los principales elementos de origen antropogénico que dominan el paisaje local corresponden a asentamientos humanos, tierras agropecuarias, y vías de comunicación existentes.</p>	<p>El desmonte significa una modificación indirecta al paisaje local. Afectando la calidad del paisaje por el retiro de la vegetación en el sitio durante la etapa de preparación del sitio</p>	<p>El impacto al paisaje derivado de las obras y las operaciones del proyecto puede ser compensado con la restauración y/o compensación de áreas perturbadas o en proceso de recuperación natural.</p>

El resultado de la valoración cualitativa se presenta en el cuadro siguiente y la gráfica subsecuente:

**Cuadro 3. Resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto**

Componente ambiental	Factores ambientales	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
Suelo	Tipo de Suelo	3	2	3
	Uso de Suelo	3	2	1
	Procesos Erosivos	3	2	3
	Calidad del Suelo	3	2	3
Geología y geomorfología	Relieves	3	2	1
Hidrología superficial	Cauces	4	1	3
	Calidad del agua superficial	4	2	4
	Recarga media	4	2	4
Aire y clima	Calidad del aire	3	2	3
	Microclima	3	2	3
	Ruido y vibraciones	3	2	3
Fauna	Abundancia de fauna	3	2	3
	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	3	1	3
	Distribución de fauna	3	2	3
Vegetación y Flora	Abundancia de la vegetación	3	2	3
	Distribución de vegetación	3	2	3
Socioeconómico	Servicios básicos	3	2	3
	Empleo y activación económica	3	2	3
Paisaje	Calidad Visual	3	2	3



**Gráfica 1. Resultado de la valoración cualitativa para los Pronósticos de los escenarios del proyecto**

Como se puede observar en la gráfica anterior de manera general se puede mencionar que los escenarios para los distintos periodos de tiempo se presentan sin cambio aparente en relación a la línea base, ya que en teoría las condiciones ambientales no sufrirán modificaciones si no se lleva a cabo el proyecto, aunque por cuestiones ajenas a este, la calidad ambiental actual puede ser modificada en términos del uso de la tierra que los pobladores de la zona le dan hoy en día, tanto para tala de árboles, pastoreo como para agricultura.

Las tendencias en los cambios ambientales se pueden ver claramente si el proyecto fuera ejecutado sin las medidas de mitigación correspondientes así, por ejemplo, el suelo sufrirá principalmente una pérdida importante de material edáfico en las etapas iniciales y que sería agravado a paso de los años. Donde podría notarse una mayor incidencia del proyecto al medio es sobre el componente vegetación debido al necesario retiro de ejemplares para la adecuación del trazo. Sin embargo, estos impactos y su importancia serían relevantes ante la ejecución del proyecto siempre que no se tomen las medidas de mitigación que corresponden. Por otro lado el componente Agua (el factor ambiental cauces que incluye cuerpos de agua y escurrimientos) se verá modificado, aunque se debe reiterar que el proyecto de la vía general de comunicación se encuentra en operación, lo que significó la fragmentación de los ecosistemas presentes así como la modificación de las características o condiciones originales al inicio del desarrollo de dicho camino aunado a las actividades antropogénicas que se desarrollan en la zona (agrícolas y ganaderas) y los asentamientos humanos existentes, las cuales han utilizado desde hace más de 20 años dicho camino, sin embargo con el proyecto se afectarán los márgenes del camino y se realizarán algunas rectificaciones o correcciones de curvas para garantizar la seguridad de usuarios, todo ello con la finalidad de beneficiar a las localidades y municipios cercanos así como mejorar la infraestructura vial a nivel federal, estatal y municipal.

El impacto ambiental se encuentra ya asimilado por el sistema ambiental regional ya que se trata de un camino con más de 20 años en funcionamiento, en este sentido la capacidad de resiliencia del ecosistema aledaño al camino en operación no se verá mermada.

Analizando los posibles escenarios ante la ejecución del proyecto, pero considerando la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el capítulo VI, se puede decir que algunos factores ambientales tomarían una calidad similar a la actual como es el caso de la calidad del suelo, el paisaje, la vegetación, fauna y aire. Con la implementación de medidas el proyecto puede desarrollarse en un contexto donde se puede llegar a un estado funcional en términos ecológicos.

Cual sea la situación que contraiga la ejecución de la carretera, siempre es posible lograr ciertas mejoras en algunos factores importantes del ambiente cuando se aplican en los tiempos indicados las medidas de mitigación que se indican en los proyectos de cambio de uso de suelo.

## VII. 2. Programa de Vigilancia Ambiental

Dentro de las estrategias de mitigación y prevención de impactos, se considera indispensable que durante las etapas de instalación del proyecto se cuente con por lo menos un profesional especialista como supervisor ambiental que a su vez cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos socioeconómicos con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados, que se coordinen de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación, desde la óptica ambiental; y en su momento se tenga la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.

Por lo tanto, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en las de acciones de rescate y reubicación flora, las actividades de rescate y reubicación de fauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad en el área de trabajo, lo cual está diseñado para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores ambientales previendo un pronóstico ambiental amigable hacia el SAR en estudio.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

Con la finalidad de establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en la presente MIA, se recomienda a la SCT, como responsable de la adecuada operación y mantenimiento, que una vez autorizado el proyecto se elabore un programa para realizar el monitoreo del comportamiento de los factores ambientales, que indiquen cambios en el comportamiento del Sistema Ambiental Regional como resultado de la interacción con el proyecto.

El programa de monitoreo tendrá que incluir lo siguiente:

- Plan de Mitigación
  - Programa de Reforestación
  - Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre
  - Programa de manejo de residuos sólidos
  - Monitoreo base



- Plan de Emergencia para accidentes y emergencias con los siguientes elementos:
  - Construcción y manejo de estructuras,
  - Acciones de Capacitación,
  - Plan de Evacuación Médica,
  - Plan de Control de Derrames,
  - Plan de Accidentes Terrestres,
  - Plan contra Incendios.
  
- En su caso, Plan de Abandono con los siguientes elementos:
  - Demolición de cimentaciones, retiro de residuos metálicos inertes, retiro de estructuras, etc.
  
  - Plan de restauración con las acciones de seguimiento

De tal manera que para el cumplimiento normativo y de las medidas de prevención y mitigación propuestas para las etapas de preparación del sitio y construcción, se propone, cumplir con el siguiente programa de vigilancia ambiental:

En ese sentido, para lograr cumplir con los objetivos de prevenir, reducir y mitigar los impactos ambientales identificados, es importante incorporar por lo menos un profesional especialista como Supervisor Ambiental que cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos socioeconómicos y culturales con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados.

Los especialistas también estarán encargados de que se coordinen de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación. Eventualmente tendrán la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.

Así, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en las actividades de rescate y reubicación de la fauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad e higiene, diseñados para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores ambientales previendo un pronóstico ambiental amigable hacia el SAR en estudio.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

### **VII. 2.1 Objetivos**

Los objetivos a cumplir dentro del programa son:

- Verificar si durante el desarrollo del mismo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables.
- Garantizar que se lleven a cabo las medidas de prevención y mitigación y asegurar su cabal cumplimiento, así como valorar y verificar su eficiencia.
- Llevar a cabo, en su caso, ajustes o modificaciones a dichas medidas para evitar afectaciones ambientales, o establecer nuevas medidas para atender los impactos ambientales

Por otra parte, el programa permitirá también cuantificar los impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación.

### **VII. 2.2 Indicadores y umbrales de evaluación por factor ambiental**

El Seguimiento Ambiental se realizará físicamente mediante la supervisión, y se basará en indicadores y umbrales para evaluar la eficiencia del cumplimiento y aplicación de las medidas ambientales.

Los indicadores servirán para medir el grado de integración ambiental logrado por el proyecto y el alcance de los objetivos de cada uno de los instrumentos de aplicación de las medidas ambientales. Por el comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras y de carácter complementario.

Los indicadores que se usarán serán de realización y de efectos. Los primeros medirán la aplicación efectiva de las medidas y los segundos, los resultados de tales medidas.

En cuanto a los umbrales, se tendrán de Alerta e Inadmisibles: los de alerta señalan el punto en el que deben entrar en funcionamiento las medidas correctoras o complementarias, y los inadmisibles, se refieren al punto en el que será difícil o ya no se puede aplicar la medida ambiental (Gómez Orea, 1999).

Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación de aplicación de medidas, y el resultado se registrará en Términos de la Conformidad del Cumplimiento y la Aplicación

### VII. 2.2.1 Aire

El seguimiento ambiental en el aspecto Aire se realizará a partir del registro contenido en el Programa y la Bitácora de mantenimiento de cada unidad de equipo, maquinaria y automotor, y la evaluación se basará en los indicadores señalados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 4. Medidas ambientales para la Calidad del Aire**

Factor	Aire
Medida	<b>Supervisión de vehículos y maquinaria sujetos a mantenimiento periódico según las especificaciones del fabricante.</b>
Tipo de medida	Mitigación
Instrumento	Programa y bitácora de mantenimiento de maquinaria y vehicular que atienda las recomendaciones del fabricante y cumpla con la normatividad vigente.
Indicador de Realización	Presencia de humos generados por la operación de vehículos automotores y maquinaria en la ejecución del proyecto, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.
Indicador de Efectos	Porcentaje de vehículos usados en la construcción, que cumplen la medida preventiva.
Umbral de Alerta	Entre el 1 y 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
Umbral Inadmisible	Más del 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.
Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses para la obra <i>Automotores</i> Primera comprobación con supervisión será en el mes 1 (durante la preparación de sitio) Segunda comprobación con supervisión será seis meses después Tercera comprobación con supervisión en el mes 12, y así sucesivamente cada seis meses.

	<i>Equipo y maquinaria</i> En el caso de equipo y maquinaria se fijará el periodo de comprobación en función de las recomendaciones de los fabricantes.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: El campamento o la sede de la Residencia de Obra En el sitio de construcción. En estos, se encontrará la información documental referente a la verificación del funcionamiento de equipo, maquinaria y automotores.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos adquiridos por el Encargado de Obra
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la conformidad. 1. Se establece el compromiso obligatorio de regularizar el mantenimiento o reemplazo de la unidad. 2. Se establece la fecha de cumplimiento una semana posterior a la supervisión.

### VII. 2.2.2 Suelo y agua

El seguimiento ambiental del Suelo se apegará a las medidas de protección y de conservación de suelos y en los indicadores mostrados en los siguientes cuadros.

**Cuadro 5. Medidas ambientales para el Suelo**

Factor	Suelo
Medida	<b>Troceo, mezclado y esparcimiento de residuos vegetales (productos del desmonte, poda y despunte) para mantener los suelos.</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Medidas de protección y Conservación de Suelos
Indicador de Realización	Porcentaje de la superficie total de los tramos programados del proyecto donde se realice la disposición de los residuos vegetales.
Indicador de Efectos	El resultado de la superficie de disposición real de los residuos vegetales y la superficie de disposición programada del proyecto sea igual al 100%.

Umbral de Alerta	Cuando el 10% de superficie de disposición, esparcimiento y mezclado de residuos vegetales no sea ejecutada frente a la programada sin justificación alguna.
Umbral Inadmisibile	Cuando la superficie de disposición, esparcimiento y mezclado no realizada sea superior al 10 %.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Cada dos meses, a partir del primer mes de inicio de la obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo del Derecho. Se hará en presencia del personal que ejecute las medidas de Protección y Conservación de Suelos. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Ingeniero Ambiental o Ingeniero con conocimiento afín, y en la relación ambiental con el proceso constructivo.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones bimensuales que se practicarán al ejecutor del Programa y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el Programa.

Factor	Suelo y Agua
Medida	<b>Los residuos sólidos municipales se depositarán en contenedores con tapas y en sitios temporales de acopio adecuadamente señalizados, y se dispondrán conforme a lo que establezca la normatividad aplicable.</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de manejo de Residuos Sólidos Municipales
Indicador Realización	Se verificará en campo y bitácora que los residuos sólidos municipales generados sean manejados conforme a la normatividad aplicable (municipal, estatal o federal). El impacto se presentará en caso de una mala disposición de los residuos afectando el suelo.
Indicador Efectos	Se comprobará en campo que no existan residuos regados o depositados sobre el suelo. En bitácora se verificarán los permisos correspondientes por parte de las autoridades.
Umbral de Alerta	Cuando el 10 % de los residuos no se dispongan conforme a la normatividad aplicable.
Umbral Inadmisibile	Cuando el 10% o más de los residuos producidos no sean manejados o no cumpla con las disposiciones de la normatividad aplicable.

Aplicable. Cronograma de comprobación	Calendario de trabajo para el Camino de 60 meses La comprobación con supervisión se realizará cada semana en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: Cada uno de los tramos donde se realicen labores en el Camino y en las áreas donde se destinen para el depósito temporal de los residuos. Se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará la Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos Municipales, en la cual se encontrará la información documental de los residuos generados por la obra y dispuestos en el depósito municipal.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión. La no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la recolección y disposición de residuos sólidos municipales de inmediato y conservar las áreas limpias. Retiro de los residuos sólidos no peligrosos y disposición adecuada En su caso, restauración de áreas afectadas Se levantará no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que se compruebe el adecuado manejo de los residuos y, en su caso, la restauración del sitio afectado; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplican las autoridades competentes.

Factor	Suelo y Agua
Medida	<b>Recolección y disposición de Residuos Peligrosos generados en el proceso constructivo del proyecto en cumplimiento de la Normativa.</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Residuos Peligrosos
Indicador de Realización	Manejo y disposición de residuos peligrosos de acuerdo con el Reglamento y Normativa aplicables. El impacto se presentará en caso de que exista contacto entre el suelo, agua y algún residuo.
Indicador de Efectos	Se verificará en campo que no existan suelos contaminados con residuos peligrosos. En bitácora, se verificará que el volumen de residuos peligrosos reportados (R/R) sea igual al volumen de residuos manejados (RM) (almacenados, /o tratados, reciclados y/o dispuestos) conforme a la normatividad vigente $RR/RM = 1$

Umbral de Alerta	Cuando se localicen a lo largo de la trayectoria manchas de residuos en el suelo y se presente que el 2 % del volumen de residuos manejados no cumplan con la normatividad aplicable.
Umbral Inadmisibles	Cuando el volumen de residuos manejados que no cumplan con la normatividad aplicable sea superior al 2 %.
Cronograma de Comprobación	Cronograma de comprobación Primera comprobación. Se realizará en el mes seis, en Segunda comprobación. Se realizará en el mes doce Tercera comprobación. Se realizará en el mes 18.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: la Residencia de Obra y en cada área de construcción a lo largo de la línea de ceros se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará Bitácora de Residuos Peligrosos e información documental del Cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, en la cual se encontrará la información documental referente a los residuos generados por la Obra.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no Conformidad cuando se alcance el umbral de alerta y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión. Indicará la no conformidad. En la siguiente supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la Recolección, Almacenamiento y Disposición de Residuos Peligrosos con la aplicación de la normatividad vigente aplicable. Restauración de suelos contaminados con residuos peligrosos. Se levantará una no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que compruebe la restauración del sitio afectado y el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

### VII. 2.2.3 Agua (Consumo)

El seguimiento ambiental en el aspecto Agua, se basará en términos del permiso municipal y en la supervisión de la fuente de abastecimiento.

**Cuadro 6. Medidas para el cuidado del consumo de Agua**

<b>Duración</b>	<b>Preparación de Sitio y Construcción</b>
-----------------	--

Factor	Agua
Medida	<b>Utilizar agua únicamente de la Toma Municipal</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Permiso Municipal
Indicador de Realización	Se verificará en la bitácora del contratista los comprobantes correspondientes de que el agua que será utilizada durante la preparación del sitio y construcción será suministrada de la toma municipal autorizada.
Indicador de Efectos	Se medirá la relación proporcional a los m <sup>3</sup> de agua que sean utilizados durante las actividades de la obra contra los m <sup>3</sup> que se abastezcan de la toma municipal. Los volúmenes utilizados deben coincidir con los volúmenes adquiridos.
Umbral de Alerta	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias entre el 1 y 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos.
Umbral Inadmisible	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias superiores al 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Supervisión durante la Etapa de Construcción.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en la Residencia de Obra. Se hará en presencia del Encargado de Obra el cual presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental: Permiso Municipal y registro del Abastecimiento.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental del uso del agua en el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra. Se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Determinar las causas de las diferencias entre los volúmenes. Se pedirá al contratista que compruebe que el suministrado provenga exclusivamente de la toma municipal autorizada; en caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

#### VII. 2.2.4 Vegetación

Para este componente ambiental, las medidas se presentan en los siguientes cuadros.



**Cuadro 7. Medidas para Vegetación**

Factor	Vegetación
Medida	<b>Delimitación de las zonas de trabajo, para evitar afectar al máximo otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Bitácora de Obra
Indicador de Realización	Verificar que las áreas de afectación estén correcta y claramente señalizadas desde el inicio de las actividades de desmonte y despalme.
Indicador de Efectos	El resultado del algoritmo (área de afectación real/área de afectación planeada) debe ser igual o menor a 1.
Umbral de Alerta	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
Umbral Inadmisible	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1.1.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros se hará en presencia del Encargado de Obra. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que practicarán al Encargado de Obra o a los ejecutores del derribo, y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con lo establecido en el programa. Restauración de zonas afectadas Reparación o restitución de la señalización No conformidades y sanciones administrativas a los contratistas.

Factor	Vegetación
Medida	<b>Efectuar la poda para no modificar la vegetación contigua a los sitios autorizados</b>
Tipo de medida	Preventiva

Instrumento	Bitácora de Obra
Indicador de Realización	Porcentaje de vegetación afectada en áreas contiguas a aquellas autorizadas para el proyecto
Indicador de Efectos	El porcentaje de la vegetación afectada por las obras en los 10 m exteriores y colindantes a la señalización.
Umbral de Alerta	Cuando 10% de superficie contigua a la aquella autorizada para el proyecto sufra algún tipo de afectación negativa.
Umbral Inadmisible	Desviación superior al 10% de superficie contigua a la aquella autorizada para el proyecto sufra algún tipo de afectación negativa.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecológico o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el programa

### VII. 2.2.5 Fauna

El seguimiento ambiental de la Fauna se basará en un reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre y en los indicadores mostrados en los siguientes cuadros.

**Cuadro 8. Medidas para Fauna Silvestre**

Factor	Fauna
Componente	<b>Especies con estatus</b>
Medida	Protección de Fauna silvestre
Tipo de la medida	Preventiva
Instrumento	Reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre
Indicador de Realización	Efectuar la protección de fauna silvestre durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

	Se medirá por el número de especies sobrevivientes contra el número de especies rescatadas con especial atención a las incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
Indicador de Efectos	El número de individuos rescatados sea igual a número de sobrevivientes durante el rescate hasta su liberación.
Umbral de Alerta	Cuando se alcance un 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
Umbral Inadmisible	Cuando se supere el 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará diariamente y la revisión de la bitácora ambiental será semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo de cada obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de las áreas donde se estén realizando labores a largo del Camino. Esta actividad se hará en presencia del personal que supervise el reglamento de protección de Fauna Silvestre, quienes presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará el levantamiento de no conformidades al que proceda Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre.

Componente	Fauna
Medida	<b>Concienciar al personal sobre la importancia de proteger la fauna silvestre</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Programa de Rescate, Protección y Conservación de Fauna Silvestre
Indicador de Realización	Se medirá la relación proporcional del número de personas a las que se impartió la capacitación, respecto del total de empleados que laboran en la construcción.

Indicador de Efectos	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/) es igual a 1.
Umbral de Alerta	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.
Umbral Inadmisibile	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1.1
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra. La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo de cada obra.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo del Camino. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental (Mediante las listas de asistencia de las pláticas de capacitación).
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad y se intensificará la supervisión. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre

Componente	Fauna
Medida	<b>Disposición de garrocha y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas.</b>
Tipo de medida	Preventiva
Instrumento	Programa de Protección y Conservación de Fauna Silvestre
Indicador de Realización	Se colocarán garrochas en las cepas abiertas y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas Se medirá la relación proporcional del Número de cepas abiertas en las obras que comprende el proyecto contra número de cepas abiertas con disposición de garrocha y/o tarimas para cubrir las

Indicador de Efectos	El número de cepas abiertas sea igual al número de cepas con disposición de garrocha y/o tarima para cubrirla.
Umbral de Alerta	Cuando se encuentre el 5 % de las cepas abiertas sin garrocha y/o tarimas para cubrirlas.
Umbral Inadmisible	Una vez que se haya superado el umbral de alerta.
Cronograma de Comprobación	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará diariamente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
Puntos de Comprobación	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo del Camino. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
Personal	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
Registros de Control de la Supervisión Ambiental	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores del programa y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
Medidas correctoras o complementarias	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas.



# COMUNICACIONES

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## CONTENIDO.

<b>VIII IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....</b>	<b>2</b>
<b>VIII.1 Presentación de la información.....</b>	<b>2</b>
VIII.1.1 Determinación del área de estudio del proyecto.....	2
VIII.1.2 Cartografía.....	3
VIII.1.3 Diagramas y otros gráficos .....	3
VIII.1.4 Análisis climático, topográfico, edafológico e hidrológico .....	3
VIII.1.5 Análisis socioeconómico .....	4
VIII.1.6 Identificación y evaluación de impactos ambientales.....	4
VIII.1.7 Medidas de prevención, mitigación y compensación .....	4

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

### **VIII.1 Presentación de la información.**

Los documentos que conforman el presente estudio son:

- Capítulo I.
- Capítulo II.
- Capítulo III.
- Capítulo IV.
- Capítulo V.
- Capítulo VI.
- Capítulo VII.
- Capítulo VIII.

La información que sustenta la manifestación de impacto ambiental, se presenta de diversas formas, en la investigación acerca de lo establecido en la legislación para apegarse a los lineamientos que repercuten en esta obra; así como el conocimiento de las características de la zona en lo social, económico, cultural y ambiental, y en los resultados obtenidos en campo.

#### **VIII.1.1 Determinación del área de estudio del proyecto.**

A fin de definir el Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende construir el Proyecto, se analizaron los componentes físicos, bióticos y sociales registrados en la zona; posteriormente, y tomando como referencia la dimensión del proyecto y la interacción del mismo con dichos componentes, se procedió a delimitar las unidades de análisis.

En dicho espacio regional por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. Por lo que, derivado del análisis se tomaron algunos criterios para definir dicha unidad, tales como: dimensiones del proyecto, que para el área de estudio tiene como base una visión integradora de los elementos del ecosistema, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente pudieran interactuar con el desarrollo del proyecto para determinar en qué medida afectará la ejecución de las obras a los diferentes atributos, con el objeto de poder realizar su evaluación correspondiente,



para inferir finalmente en qué sentido estos últimos pueden interactuar con el desarrollo de las actividades propuestas por la promovente en el sitio.

La intención de determinar o seleccionar el mejor SAR no fue solo definir el contexto espacial con base en el cual se identificarán los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que conforman los ecosistemas presentes, realizando un diagnóstico general acerca de las condiciones actuales de conservación o deterioro (incluyendo además un análisis de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área desde una perspectiva ambiental) a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional.

### **VIII.1.2 Cartografía.**

Para la ubicación del área del proyecto, tanto a nivel macro como micro, así como del área de influencia del proyecto, poblados cercanos, vías de acceso, hidrología superficial, usos del suelo, reconocimiento de unidades ambientales, etc., se consultó la cartografía publicada del INEGI, escalas 1:50 000 y 1:250 000.

Para los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos se recurrió a la información de bibliotecas de institutos de investigación, recorridos de campo y visitas a estaciones climatológicas, así como consultas de páginas electrónicas de Internet, de instituciones como INEGI, SEMARNAT, CNA, CONAPO, CONABIO, Gobierno del Estado de Puebla.

### **VIII.1.3 Diagramas y otros gráficos**

Los diagramas y esquemas que se incluyen en el texto de la manifestación se elaboraron mediante los programas de Microsoft Excel y Microsoft Power Point versión 2013. Cada uno con su título, número consecutivo y página correspondiente. En el índice general del documento se puede identificar los cuadros, figuras y gráficas que resultaron del análisis de los datos tratados.

### **VIII.1.4 Análisis climático, topográfico, edafológico e hidrológico**

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas a la trayectoria de la línea de transmisión. Asimismo, se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), "Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen".

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología,

Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido del proyecto.

### **VIII.1.5 Análisis socioeconómico**

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

### **VIII.1.6 Identificación y evaluación de impactos ambientales**

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales, tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz fue de evaluación de impactos, en la que estos fueron caracterizados de acuerdo con el beneficio o perjuicio derivado del proyecto.

En concreto, el procedimiento de evaluación fue el siguiente:

1. Definición de las actividades del proyecto

La información a detalle se describe en el Capítulo V. Identificación y evaluación de impactos. Finalmente, la edición final de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, correspondiente al proyecto.

### **VIII.1.7 Medidas de prevención, mitigación y compensación**

Las medidas de mitigación propuestas se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V.