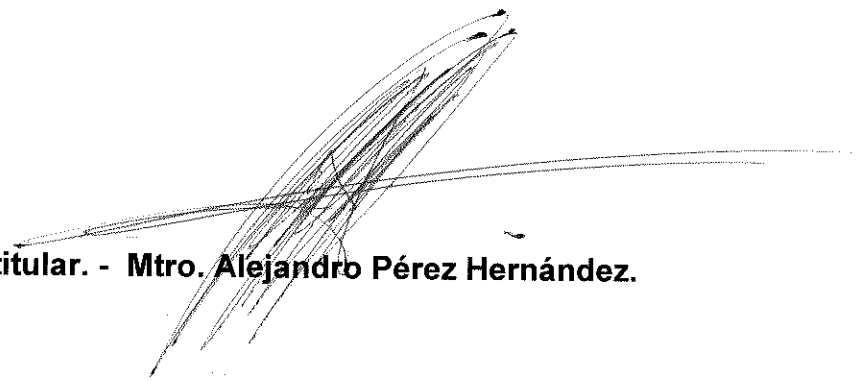
Área que clasifica. -Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental

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.



Firma del titular. - Mtro. Alejandro Pérez Hernández.

Fecha y número de Resolución. - en la sesión celebrada el 14 de octubre de 2022, con el número de Resolución **ACTA_21_2022_SIPOT_3T_2022_ART69.**

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.

DIRECION GENERAL DE
IMPACTO Y RIESGO
AMBIENTAL

CAPÍTULO 1

1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL 2
1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO. 2
1.1.1 Clave del proyecto 2
1.1.2 Nombre del proyecto. 2
1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO. 2
1.2.1 Sector. 2
1.2.2 Subsector. 2
1.2.3 Tipo de proyecto. 2
1.2.4 Estudio de riesgo y su modalidad. 2
1.2.5 Ubicación del proyecto. 2
1.2.6 Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal. 3
1.2.6.2 Entidad 4
1.2.6.3 Municipio(s) o delegación(es). 4
1.2.7 Dimensiones del proyecto: 4
1.3 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE 4
1.3.1 Nombre o razón social. 4
1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente 4
1.3.3 Nombre y cargo del representante legal 4
1.3.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones: 4
1.4 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO 4
1.4.1 Nombre o razón social. 4
1.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (persona física o moral) 4
1.4.3 Nombre y firma autógrafa del responsable del estudio y de los participantes en la elaboración. 5
1.4.4 Dirección del responsable técnico del estudio 5

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

1.1 DATOS GENERALES DEL PROYECTO.

1.1.1 *Clave del proyecto*

1.1.2 *Nombre del proyecto.*

Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km 0+000 al km 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo.

1.2 DATOS DEL SECTOR Y TIPO DE PROYECTO.

1.2.1 *Sector.*

Vías generales de comunicación.

1.2.2 *Subsector.*

Infraestructura carretera

1.2.3 *Tipo de proyecto.*

Modernización de un camino rural tipo "E" a una carretera tipo "D" mediante la implementación de carpeta asfáltica.

1.2.4 *Estudio de riesgo y su modalidad.*

No aplica, ya que durante el proyecto no se realizarán actividades determinadas como "Altamente Riesgosas" conforme a la clasificación de los acuerdos Primero y Segundo de la Ley General del Equilibrio Ecológico y La Protección al Ambiente.

1.2.5 *Ubicación del proyecto.*

El tramo en estudio se localiza en Municipio de Molango de Escamilla, en el estado de Hidalgo.

Figura 1.1. Ubicación geográfica del proyecto, respecto al municipio.

Tabla 1.1. Coordenadas UTM del proyecto

Cadenamiento	*Coordenadas UTM*	
	X	**Y**
0+000.00	524694.4405	2308162.2360
0+500.00	524251.6277	2308324.6367
1+000.00	523903.4273	2308536.0450
1+500.00	523576.2946	2308210.5985
2+000.00	523423.2294	2308457.7278
2+500.00	523188.6399	2308616.8711
3+000.00	522902.8447	2308625.5493
3+500.00	522682.4037	2309045.7637
4+000.00	522452.3986	2309216.9394
4+500.00	522458.0050	2308804.8234
5+000.00	522155.2425	2308778.8573
5+500.00	521806.3998	2308611.1124
6+000.00	521453.3646	2308737.5590
6+500.00	521472.2134	2308387.8583
7+000.00	521076.2001	2308256.6469

1.2.6 *Calle y número, o bien nombre del lugar y/o rasgo geográfico de referencia, en caso de carecer de dirección postal.*

1.2.6.1 *Código postal*

El código postal de la localidad de Naopa, Hidalgo es 43109 y de Tlatzintla es 43113

1.2.6.2 ***Entidad federativa.***

Hidalgo

1.2.6.3 ***Municipio(s) o delegación(es).***

Molango de Escamilla

1.2.7 *Dimensiones del proyecto:*

El área total que será utilizada para la modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km 0+000 al km 7+000, es de 281,698.13 m^2. Así mismo el tiempo estimado para el proyecto incluyendo las etapas de preparación del sitio y construcción, se tiene contemplado un periodo aproximado de 2 años contando con los recursos financieros necesarios.

1.3 DATOS GENERALES DEL PROMOVENTE.

1.3.1 *Nombre o razón social.*

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Centro SCT Hidalgo

1.3.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente

SCT0603061P2

1.3.3 Nombre y cargo del representante legal

[redacted]

1.3.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones:

Boulevard Luis Donaldo Colosio 3702 km 12, Ex Hacienda de Coscotitlan Pachuca, Hgo.

1.4 NOMBRE DEL RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

1.4.1 Nombre o razón social.

ECOSFERA Consultoría Desarrollo y Supervisión Ambiental, S.A de C.V.

1.4.2 Registro Federal de Contribuyentes del responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (persona física o moral)

[redacted]

1.4.3 Nombre y firma autógrafa del responsable del estudio y de los participantes en la elaboración.

[redacted]

Colaboradores

[redacted]

1.4.4 Dirección del responsable técnico del estudio

[redacted]

2 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO 7
2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO 7
2.1.1 Naturaleza del proyecto. 7
2.1.2 Justificación y objetivos. 8
2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO. 8
2.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO. 11
2.4 INVERSIÓN REQUERIDA 12
2.4.1 Superficie total requerida. 12
2.4.2 Descripción de los servicios requeridos 13
2.4.3 Descripción de las obras y actividades provisiónales 13
2.5 PROGRAMA DE TRABAJO 18
2.5.1 Preparación del sitio y construcción 20
2.5.2 Programa de operación y mantenimiento 24
2.6 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS 26
2.6.1 Personal 26
2.6.2 Insumos 27
2.6.3 Residuos 28

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

2.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto planteado es la modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, desde el punto de vista constructivo y ambiental, es un trazo sinuoso conformado por tangentes ligeramente largas, la sección tendrá un ancho promedio de 7.00 m donde se alojan dos carriles de 3.50 m, uno por sentido de circulación, sin acotamientos. El camino existente, presenta características de un camino tipo "E", con ancho promedio de 5.00 mts.

2.1.1 Naturaleza del proyecto.

Las vías de comunicación desempeñan un papel fundamental para el desarrollo regional de las comunidades; por lo que es importante realizar estudios y proyectos para lograr un mejor desarrollo de las vías de comunicación, con el fin de facilitar los medios de transporte, incrementando el intercambio comercial, cultural y social, así como para brindar comodidad y seguridad en el desplazamiento de personas y mercancías en la región.

El camino en estudio tiene su origen entre las Localidades de Naopa y Tetlipanchalco, con una longitud aproximada de 7.0 km desarrollándose en su mayor parte, sobre un trazo de un camino existente a nivel de terracerías, con anchos que varían de 5.0 m a 6.30 m, delimitado por terrenos privados, con problemas para cumplir con la pendiente y grado de curvatura de proyecto; además de que en subtramos se modifica el trazo, existen obras de drenaje en su mayoría del tipo alcantarillas de tubos de concreto.

El proyecto se enmarca dentro del sector de vías generales de comunicación, subsector de infraestructura carretera, tipo de proyecto: carreteras y autopistas; así mismo, de acuerdo a la Tipificación de Proyectos de Vías Generales de Comunicación que se encuentra señalada en el Apéndice VIII de la Guía para Elaborar Informes Preventivos y Manifestaciones de Impacto Ambiental de Proyectos de Vías Generales de Comunicación, por lo que la presente manifestación de impacto ambiental se presenta para su evaluación en cumplimiento a la regulación que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su artículo 28 fracción I, que dice lo siguiente:

"*En virtud de que la obra es una vía general de comunicación que requiere de la realización de una Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, por ajustarse a lo que se especifica en los Artículos 28 Fracción 1 y 30 Fracción VII de la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (LGEEPA)" así como del Artículo 5° del Reglamento de la LGEEPA en materia de Evaluación de Impacto Ambiental (REIA) en su fracción B. asociadas con las políticas estatales de desarrollo para el estado de México*.

La Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, tiene una longitud de 7 km, consiste en la pavimentación del camino existente, para su mejoramiento como camino tipo "D", con un ancho de calzada de 7.0 m, con pendientes máximas de hasta 12% y grado máximo de curvatura de 44.0, diseñado para una velocidad de proyecto de 50 y 40 km/hr.

2.1.2 Justificación y objetivos.

Como se ha mencionado el proyecto consiste en la modernización del camino que va de la localidad de Naopa a la localidad de Tlatzintla en el estado de Hidalgo que actualmente se encuentra a nivel de terracerías y con el desarrollo del proyecto se pretende dejarlo con características de camino tipo D.

Evidentemente el desarrollo de un proyecto carretero o vías generales de comunicación tiene como principal objetivo el beneficio social a las comunidades o poblaciones que comunica además de ser un medio que facilita el acceso a otros factores de beneficio como son educación y salud amen de ser un factor que beneficia el desarrollo económico de las poblaciones cercanas, sin embargo el desarrollo del presente proyecto además de implicar los beneficios mencionados anteriormente, implica los siguientes:

- Se ubica en un camino actualmente existente, por lo que la afectación al medio natural será el mínimo requerido para hacer el transito seguro para los usuarios. Ya que actualmente las curvas que se encuentran en el tramo son muy estrechas haciendo el transito inseguro y forzado, el proyecto propone hacer ampliaciones en las curvas con el propósito de hacer seguro el tránsito en esta vía.

- La modernización del camino representa agilizar el recorrido del camino lo que permitirá reducir la generación de gases producto de la combustión de los vehículos, además la generación de gases también se verá reducida debido a que, al tener menor desgaste de los vehículos por transitar en camino pavimentado, la generación de gases también es menor.

La modernización del camino tiene como objetivo principal ofrecer una vía más ágil y segura que permita el ahorro de tiempo y energía en la transportación de bienes y personas, así como mejorar los niveles de servicio en términos de mayor seguridad.

2.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El camino Naopa-Tlatzintla se ubica en la Región Sierra Alta del estado de Hidalgo en el municipio de Molango de Escamilla.

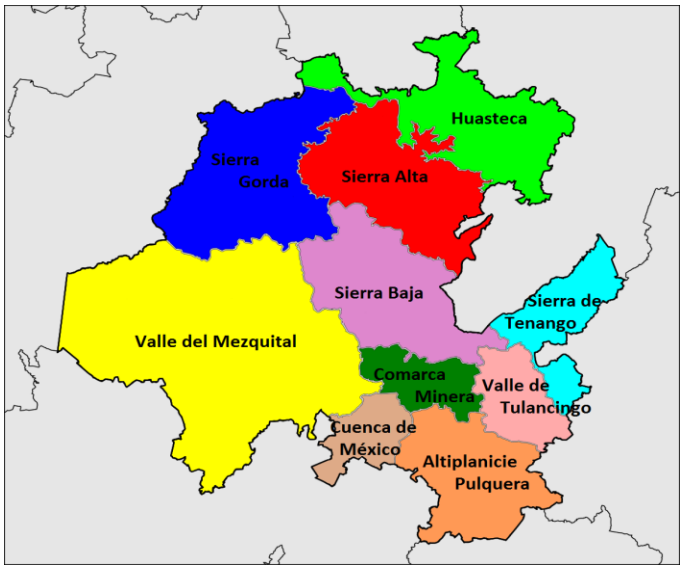


Figura 2.1. Regiones de Hidalgo

El Proyecto se localiza entre las comunidades de Naopa y Tetlipanchalco, en el Estado de Hidalgo. La zona de estudio colinda al Noreste con los poblados de Tlanchinol, Ictepec y Tecueyaca, al Este con el poblado de Chalma, al Sureste con los poblados de Ixcotla, Lolotla, Jalamelco y Molango de Escamilla, al Suroeste con los poblados de Juárez Hidalgo, Itztacoyotla y El avisadero, Al Noroeste con los poblados Nuevo Morelos, San Antonio, Tlatzintla y Xuchitan.

A continuación, se presentan coordenadas UTM correspondientes al cuadrante 14Q, en la proyección WGS84 del proyecto.

Tabla 2.1. Coordenadas UTM del proyecto

Cadenamiento	***Coordenadas UTM***	
	X	***Y***
0+000.00	524694.4405	2308162.2360
0+500.00	524251.6277	2308324.6367
1+000.00	523903.4273	2308536.0450
1+500.00	523576.2946	2308210.5985
2+000.00	523423.2294	2308457.7278
2+500.00	523188.6399	2308616.8711
3+000.00	522902.8447	2308625.5493
3+500.00	522682.4037	2309045.7637
4+000.00	522452.3986	2309216.9394
4+500.00	522458.0050	2308804.8234
5+000.00	522155.2425	2308778.8573
5+500.00	521806.3998	2308611.1124
6+000.00	521453.3646	2308737.5590
6+500.00	521472.2134	2308387.8583
7+000.00	521076.2001	2308256.6469

Figura 2.2. Ubicación del proyecto

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, el proyecto se localiza dentro de la UAB No. 30 Karst huasteco norte y la UAB No. 117 Karst huasteco sur.

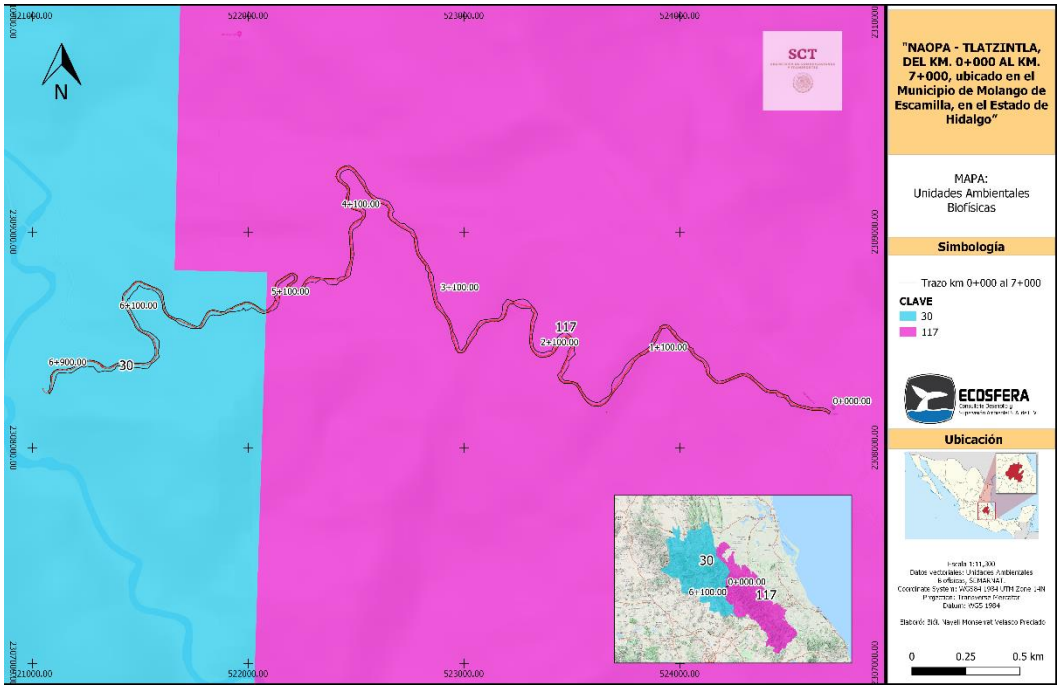


Figura 2.3. Modelo de Ordenamiento Ecológico Territorial (UAB No. 30 Karst huasteco norte y UAB No. 117 Karst huasteco sur.)

2.3 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DEL PROYECTO.

Las carreteras, de acuerdo con el Reglamento de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente en materia de impacto ambiental, corresponden aquellas obras y actividades definidas en el inciso B, del artículo 5° y a las que aplica las fracciones I, del artículo 11, por lo que requiere de una MIA-R.

La construcción consiste en un conjunto de obras o actividades, donde se requieren obras de drenaje necesarias formados con losas o tubos, para después tender el terraplén y colocar el pavimento. Es una obra de infraestructura que está determinada por el desarrollo del tránsito vehicular de la zona y las necesidades de transporte de mercantil del municipio de Molango de Escamilla y sus poblaciones.

El proyecto cuenta con una sección transversal 7 metros de ancho de corona para alojar 2 carriles de circulación de 3.5 metros cada uno sin acotamientos laterales.

En la siguiente tabla se pueden apreciar las características particulares de la vialidad:

Tabla 2.2. Características particulares de la carretera actual y del proyecto.

Especificaciones geométricas	***PROYECTO***
Cadenamiento Inicio y Final	km 0+000 al km 7+000
Camino Tipo	D
Longitud total de la carretera	7 km aproximado
Ancho de derecho de vía (m)	40 m
Ancho de línea de ceros (m)	9.00 m
Ancho de corona (m)	7.00 m
Ancho de calzada (m)	7.00 m
Número y ancho de carriles (m)	2 carriles de 3.50 m de ancho
Número y ancho de acotamiento (m)	Sin acotamientos
Superficie del derecho de vía (m²)	281,698.13 m²
Superficie línea de ceros (m²)	115,446.01 m²
Superficie de desmonte (m²)	80,820 m²

Fuente: Plano de planta.

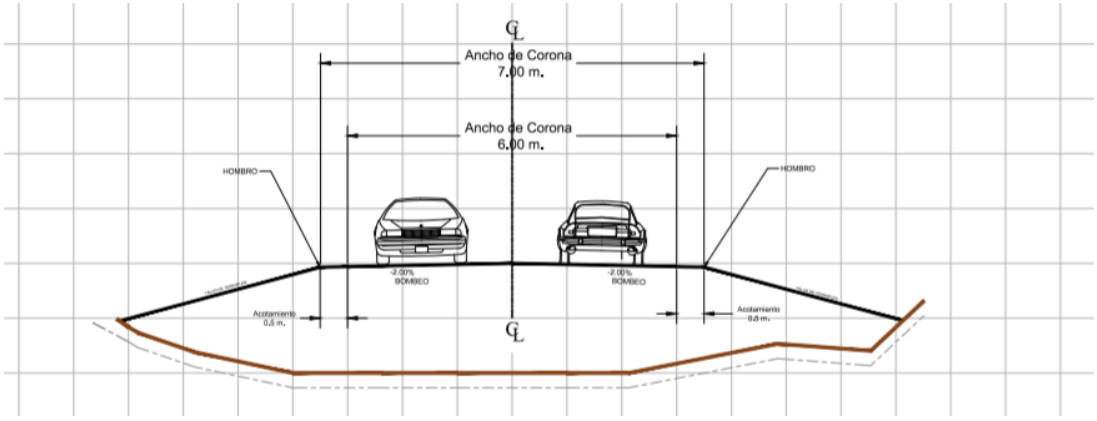


Figura 2.4. Sección tipo

El proyecto contempla la construcción de 23 obras de drenaje para mantener la dinámica hidrológica en la cuenca donde si inserta.

Tabla 2.3. Obras de drenaje menor

N°	*Cadenamiento*	*Tipo de obra*	*Dimensiones*	*Esviaje*
1	0+260.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
2	0+680.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
3	0+958.30	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
4	1+260.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
5	1+600.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
6	1+880.30	Tubo de concreto	1.20 Ø	18°43' der. En c.
7	2+160.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
8	2+324.50	Losa	2.0X1.5 m	20°0'izq. En c.
9	2+428.44	Tubo de concreto	1.20 Ø	17°34'der. En c.
10	2+740.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
11	3+000.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
12	3+387.45	Tubo de concreto	1.20 Ø	20°0'der.en c.
13	3+700.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
14	3+980.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
15	4+214.74	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
16	4+530.18	Tubo de concreto	1.20 Ø	20°0'izq. En c.
17	5+100.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
18	5+200.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
19	5+580.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
20	5+900.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
21	6+236.59	Tubo de concreto	1.20 Ø	Normal en tg.
22	6+440.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	Radial en c.
23	6+630.00	Tubo de concreto	1.20 Ø	5°18'der. En c.

Así mismo se llevará acabo la construcción de 13,999.98 metros lineales de bordillos y cunetas como obras complementarias.

Obra	*Metros lineales*
Longitud bordillo corona izquierda=	1793.71
Longitud bordillo corona derecha=	1544.96
Longitud cuneta lado izquierdo=	5206.28
Longitud cuneta lado derecho=	5455.03

2.4 INVERSIÓN REQUERIDA

Para la Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, se requerirá una inversión de **en $ 600 000 000** pesos M.N.

2.4.1 Superficie total requerida.

Tabla 2.4. Superficies

Concepto	*Superficie*
Superficie del derecho de vía (m²)	281,698.13 m²

Concepto	Superficie
Superficie línea de ceros (m²)	115,446.01 m²
Superficie de desmonte (m²)	80,820 m²

2.4.2 Descripción de los servicios requeridos

Electricidad.
La electricidad necesaria para el funcionamiento de algunos equipos como los de soldadura, ocupados en algunas obras de drenaje, se abastecerá mediante plantas de luz portátiles de combustión interna que requerirán de un sistema con potencia requerirá de 2,500 watts. El voltaje será 220 voltios

Combustible.
El combustible a utilizar será básicamente gasolina y diesel para el funcionamiento de vehículos, maquinaria y equipo. En la etapa de construcción se abastecerá de combustible en recipientes de metal o plástico que eviten pérdidas por evaporación y sean seguros para el transporte de este hasta donde la maquinaria o dispositivo lo necesite. El combustible se dotará en alguna de las gasolineras próximas a Naopa o Tlatzintla o a las localidades cercanas al municipio Molango de Escamilla.

Con base en el reglamento de PEMEX, el reglamento de Transporte Terrestre de la SCT y a la NOM-001-SCT2-1994, NOM-020-SCT2-1994 y a LGEEPA, el máximo volumen a transportar dentro de vehículos del Servicio Público Federal o particulares autorizados para el servicio de movilización de gasolina es 20,000 litros a un punto no autorizado por PEMEX, adicionalmente los lugares de expedición sólo podrán guardar en tambos de 55 galones 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.

Requerimientos de agua
Se requerirá de agua cruda para la construcción (riegos, mezclas, etc.), el agua cruda se abastecerá por medio de pipas. El agua potable se hará llegar a los frentes de trabajo en garrafones de plástico de 20 l para el uso de los trabajadores. Se estima que durante la construcción se requerirán del orden de 4 garrafones por día.

2.4.3 Descripción de las obras y actividades provisiónales.

Las obras de construcción de apoyo para el proyecto serán el almacén, instalaciones sanitarias (letrinas portátiles), bancos de material cuyas superficies se describen a continuación:

Accesos. - No será necesaria la construcción de accesos, debido a que precisamente el proyecto se refiere a un camino que es utilizado por los habitantes para accesar al municipio. Solo se llevará a cabo la ampliación y modernización del camino existente.

Almacén o bodega. - El almacén de combustibles y aceites se realizarán en una superficie aproximada de 9 m^2 con suelo impermeable, con un dique de contención de 10 cm de altura como mínimo, techado y en contenedores metálicos, restringiendo el acceso a personal responsable de los mismos. En caso de generar in situ residuos de aceites, combustibles, suelo o cualquier tipo de sólido combinado con combustibles, aceites o pinturas, estos serán almacenados en un almacén con las mismas características del almacén de combustibles y serán dispuestos mediante una empresa recolectora de residuos peligrosos debidamente autorizada por la SEMARNAT.

Se considera ocupar una superficie de 500 m^2, como máximo, para patio de maquinaria, la cual será una superficie dentro de la que se empleará para la modernización y se irá moviendo conforme avancen las obras de encarpetado del camino.

Dormitorios o campamentos. - Debido a que el personal que realizará las actividades de construcción del camino, será contratado del mismo municipio a beneficiar con dicha obra, no será necesaria la construcción de dormitorios, campamentos o comedores, ya que ahí mismo satisfarán sus necesidades, en cuanto a vivienda se refieren.

Sanitarios. - Para cubrir las necesidades fisiológicas del personal que laborara en la obra, se rentaran 3 sanitarios portátiles tipo SANIRENT. La limpieza se realizará cada tercer día, esta actividad será realizada por la empresa encargada de rentar este tipo de servicios.

Bancos de Material. -

Conforme a los requerimientos del proyecto geométrico, es indispensable emplear material producto de banco para la formación de las capas de Terracería, así como de la estructura de pavimento, por lo cual se realizó el análisis geológico de la zona, además de contar con la relación que el catastro de bancos reporta en la región editada por la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) de la SCT, con estos datos se procedió a ubicar los sitios preestablecidos y/o propuestos según sea el caso, zonificando los lugares potencialmente adecuados en cuanto a tipo de material y cercanía se refiere para su utilización como banco, en todos los casos se procedió a realizar su exploración y muestreo respectivo con el objeto de analizar sus propiedades mecánicas y delimitar la zona de explotación, determinando con esto su capacidad o volumen de explotación.

Indicando en el cuadro siguiente los bancos localizados para el tramo en estudio:

BANCOS DE PRÉSTAMO PARA TERRACERÍAS

DENOMINACIÓN DEL BANCO	**COORDENADAS**	**DESPALME (MTS.)**	**DESCRIPCIÓN DEL MATERIAL**
TEPETLAPA	X= 528,124 Y= 2'308,824	0.30	Arcillas con arenas y pocas gravas, de color café claro, poco húmedas y de consistencia media a firme (CL)
EL TEJÓN	X= 527,317 Y= 2'308,563	0.20	Arcillas con gravas y arenas, de color café claro con fragmentos chicos, poco húmedas compactas (CL-Fc)
TUZANTLA	X = 530,835 Y= 2'311,729	0.20	Gravas con limos y arenas, de color café claro con fragmentos chicos aislados, poco húmeda y compactas (GM-Fc)

CARRETERA:	NAOPA - TLATZINTLA
TRAMO:	NAOPA - TLATZINTLA
SUBTRAMO:	DEL KM. 0+000.00 AL KM. 7+000.00
LUGAR:	MPIO DE MOLANGO, ESTADO DE HIDALGO

BANCO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA TERRACERÍAS

NOMBRE DEL BANCO:	**TEPETLAPA**	DESPALME (m):	0.30
		ANCHO (m):	25.00
UBICACIÓN:	KM. 0+000 DESVIACIÓN ATRÁS CON 12,800 m.	LARGO (m):	60.00
		ESPESOR (m):	20.00
		VOL. APROV. m^3:	**30,000.00**
UTILIZACIÓN:	CUERPO DE TERRAPLÉN	**COORDENADAS**	
		X = 528124	Y= 2308824

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CLASIFICACIÓN PARA PRESUPUESTO	COEFICIENTES DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA			
	(A - B - C)	90%	95%	100%	BANDEO
ARCILLAS CON ARENAS Y POCAS GRAVAS, DE COLOR CAFÉ CLARO, POCO HÚMEDAS Y DE CONSISTENCIA FIRME (CL)	60 - 40 - 00	1.00	0.95	0.90	

OBSERVACIONES	TRATAMIENTO PROBABLE
1.- ACTUALMENTE EL BANCO NO PRESENTA FRENTE DE EXPLOTACIÓN 2.- EL VOLUMEN DEL BANCO SE PUEDE AMPLIAR 3.- EL BANCO SE TOMARA COMO PRÉSTAMO LATERAL DEL CAMINO	COMPACTADO

CARRETERA:	NAOPA - TLATZINTLA
TRAMO:	NAOPA - TLATZINTLA
SUBTRAMO:	DEL KM. 0+000.00 AL KM. 7+000.00
LUGAR:	MPIO DE MOLANGO, ESTADO DE HIDALGO

BANCO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA TERRACERÍAS

NOMBRE DEL BANCO:	**EL TEJÓN**	DESPALME (m):	0.20
		ANCHO (m):	50.00
		LARGO (m):	60.00
		ESPESOR (m):	10.00
		VOL. APROV. m^3:	**30,000.00**
UBICACIÓN:	KM. 0+000 DESVIACIÓN ATRÁS CON 14,500 m.		
UTILIZACIÓN:	CUERPO DE TERRAPLÉN, CAPA SUBYACENTE Y CAPA SUBRASANTE	**COORDENADAS**	
		X = 527317	Y= 2308563

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	**CLASIFICACIÓN PARA PRESUPUESTO**	**COEFICIENTES DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA**			
	(A - B - C)	**90%**	**95%**	**100%**	**BANDEO**
ARCILLAS CON GRAVAS Y ARENAS, DE COLOR CAFÉ CLARO CON FRAGMENTOS CHICOS, POCO HÚMEDAS Y DE MEDIANAMENTE COMPACTAS A COMPACTAS (CL-Fc)	60 - 40 - 00	1.03	0.98	0.93	

OBSERVACIONES	**TRATAMIENTO PROBABLE**
1.- ACTUALMENTE EL BANCO PRESENTA FRENTE DE EXPLOTACIÓN 2.- PARA LA CAPA SUBRASANTE SE ELIMINARAN LAS PARTÍCULAS MAYORES A 3" 3.- EL VOLUMEN DEL BANCO SE PUEDE AMPLIAR 4.- SE ADICIONO UN 6 % DE CAL AL PESO DEL SUELO SECO	COMPACTADO

CARRETERA:	NAOPA - TLATZINTLA	**BANCO DE MATERIAL DE PRÉSTAMO PARA TERRACERÍAS**
TRAMO:	NAOPA - TLATZINTLA	
SUBTRAMO:	DEL KM. 0+000.00 AL KM. 7+000.00	
LUGAR:	MPIO DE MOLANGO, ESTADO DE HIDALGO	

NOMBRE DEL BANCO:	**TUZANTLA**	DESPALME (m):	0.20
		ANCHO (m):	60.00
		LARGO (m):	65.00
		ESPESOR (m):	16.00
		VOL. APROV. m^3:	**62,400.00**
UBICACIÓN:	KM. 0+000 DESVIACIÓN ATRÁS CON 16,000 m.		
UTILIZACIÓN:	CUERPO DE TERRAPLÉN, CAPA SUBYACENTE Y CAPA SUBRASANTE	**COORDENADAS**	
		X = 530835	Y= 2311729

CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

CLASIFICACIÓN S.U.C.S.	CLASIFICACIÓN PARA PRESUPUESTO	COEFICIENTES DE VARIACIÓN VOLUMÉTRICA			
	(A - B - C)	90%	95%	100%	BANDEO
GRAVAS CON LIMOS Y ARENAS, DE COLOR CAFÉ CLARO CON FRAGMENTOS CHICOS AISLADOS, POCO HÚMEDA Y COMPACTAS (GM-Fc)	60 - 40 - 00	1.03	0.98	0.93	

OBSERVACIONES	TRATAMIENTO PROBABLE
1.- ACTUALMENTE EL BANCO PRESENTA FRENTE DE EXPLOTACIÓN 2.- PARA LA CAPA SUBRASANTE SE ELIMINARAN LAS PARTÍCULAS MAYORES A 3" 3.- EL VOLUMEN DEL BANCO SE PUEDE AMPLIAR	COMPACTADO

2.5 PROGRAMA DE TRABAJO

El proyecto tiene una duración total de 60 meses de construcción, de acuerdo con el siguiente cronograma de actividades.

Se presenta el cronograma de acuerdo con las fechas en que se emita, en su caso, el resolutivo en materia de impacto ambiental y se desarrollen los procesos de adquisición de terrenos en el derecho de vía, así como licitación y firma de contrato con la compañía constructora.

El siguiente cronograma deberá ser tomado en cuenta por los participantes en la licitación. En caso de modificaciones, estas deberán ser justificadas por el promovente.

Tabla 2.5. Cronograma de actividades

Actividades	Año 1	Año 2	Año 3												Año 4	Año 5
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Liberación de derecho de vía																
Desmonte																
Despalme																
Excavaciones																
Obras de drenaje																
Construcción de terraplenes																
Construcción de Cunetas																
Construcción Lavaderos																
Construcción Bordillos																
Base hidráulica																
Riego de impregnación																
Arena para proteger el riego de impregnación, por unidad de obra terminada.																
Riego asfáltico de liga																
Carpeta asfáltica																
colocación Señalamiento y dispositivos de seguridad																
Reforestación																

2.5.1 Preparación del sitio y construcción

Desmonte. En apego a las restricciones de carácter ecológico, el desmonte se realizará únicamente dentro del área limitada por los ceros de construcción indicados para realizar los trabajos de excavación en cortes y terraplenes, cumpliendo con lo asentado en la cláusula F de la norma N-CTR-CAR-1-01-001/11 y lo considerado en el proyecto de la obra.

TERRACERÍAS

Despalmes. Estos trabajos se ejecutarán en ambos lados del tramo en cuestión donde lo indique el proyecto. Se despalmará el espesor que indica el proyecto de construcción, iniciando en los hombros del terraplén actual a ambos lados, continuando por el talud y en todo el ancho donde se desplantará el nuevo terraplén hasta el límite de los ceros de construcción; así mismo también se despalmará las zonas donde se realizarán excavaciones en cortes, empujando el material longitudinalmente hacia los lados donde se encuentren los taludes de los terraplenes, cuidando de no depositarlos en los cauces. Los despalmes en excavación de cortes no se deben realizar fuera de la zona de ceros, a fin de no provocar inestabilidad de los taludes en corte. El material producto del despalme se colocará fuera de los ceros de los taludes de terraplenes para su posterior utilización en el arrope de los propios taludes de los terraplenes y su ejecución y base de pago deberá seguir en lo que corresponda los lineamientos indicados en el inciso F e I de la norma N-CTR-CAR-1-01-002/11 o lo que señala para esta actividad el proyecto de la obra.

Terraplén. Los trabajos iniciarán con la construcción de las obras de drenaje, las cuales deberán protegerse adecuadamente para evitar cualquier daño estructural durante la construcción de las terracerías.

Inmediatamente después se empezará con los trabajos de desmonte, desenraíce y limpieza general del área en donde quedará alojada la carretera, en el ancho y longitud que indique el proyecto.

Se despalmará el terreno natural en el espesor que se indica en la Tabla correspondiente a la Curva Masa, en todo el ancho y longitud de la carretera, colocando el material fuera de los ceros, para su utilización posterior como arrope de los taludes.

Se compactará el terreno natural en un espesor mínimo de 20 centímetros al 90% de su MVSM de la prueba AASHTO estándar.

Se formará el cuerpo del terraplén en capas uniformes, compactándolo al 90% de su MVSM de la prueba AASHTO estándar o se bandeará según corresponda, con material producto de banco indicados en el Anexo D, hasta llegar al nivel indicado por el proyecto.

Se formará y compactará la capa de transición o subyacente al 95% de su MVSM AASHTO estándar, en dos capas con espesor total de 50 centímetros, con material producto de banco, hasta el nivel que indique el proyecto, cabe mencionarse que para cortes menores y mayores de 2.0 metros, se recomienda proyectarse dicha capa en el espesor indicado anteriormente.

Se formará y compactará la capa subrasante al 100% de su MVSM AASHTO estándar, en un espesor de 30 centímetros, con material producto de banco, cuidando que el tamaño máximo de las partículas para esta capa no sobrepase los 75 mm (3").

Corte. Se despalmará el terreno natural, en todo el ancho y longitud de la carretera, colocando el material fuera de los ceros, para su utilización posterior como arrope de los taludes. Se excavará hasta el nivel que indique el proyecto, procediendo a compactar la superficie descubierta al 90% de su MVSM de la prueba AASHTO estándar, en un espesor de 20 centímetros.

Se formará y compactará la capa de transición o subyacente al 95% de su MVSM AASHTO estándar, en dos capas con espesor total de 50 centímetros, con material producto de banco o hasta el nivel que indique el proyecto.

Se formará y compactará la capa subrasante al 100% de su MVSM de la prueba AASHTO estándar, en un espesor de 30 centímetros, con material de banco, según lo indicado en el Anexo D, cuidando que el tamaño máximo de las partículas para esta capa no sobrepase los 75 mm (3").

Subrasante. La formación y compactación al cien por ciento (100%) de su PVSM de la prueba AASHTO Estándar por unidad de obra terminada corresponde a la construcción de la capa sub rasante de treinta (30) centímetros de espesor en cortes y terraplenes, por lo que el Contratista deberá considerar en los análisis detallados de los precios unitarios respectivos, además de lo señalado en la N.CTR.CAR.1.01.009.J, todo lo que se requiera y sea necesario para que los materiales obtenidos de los bancos de préstamo fijados en el proyecto y/o ordenados por la Secretaría cumplan los requisitos para capa subrasante estipulados en las Normas de Calidad de los Materiales, mismos que deberán ser compactables; ya sea que deba efectuarse en los bancos las selección de los materiales aprovechables para capa subrasante y eliminación de los tamaños mayores de setenta y seis (76) milímetros (3") que contengan, o bien deban disgregarse, triturarse parcialmente y/o cribarse a dicho tamaño máximo de setenta y seis (76) milímetros (3").

OBRAS DE DRENAJE.

Al inicio de los trabajos y de acuerdo con los proyectos respectivos, se construirán, transversalmente las obras de drenaje existentes, esta actividad deberá ir por delante de las terracerías, como lo indican las Normas para Construcción (N-CTR-CAR-1) de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes. En donde se requieran concretos hidráulicos para la elaboración de muros y losas, el acabado de los mismos debe ser aparente y de buen acabado, para lo cual cuando se utilicen moldes, éstos deben ser de forro de triplay nuevo o en buenas condiciones. Se ejecutarán de acuerdo a lo que corresponda a las normas N-CTR-CAR-1-03, lo indicado en el proyecto u ordene la Secretaría.

Excavaciones. Se considera excavación a la remoción y extracción de materiales. Se realizará el desmonte previo a los trabajos de excavación para estructuras. Cuando el proyecto indique y/o la Secretaría ordene que las paredes de excavación sirvan de molde a un colado sus dimensiones no deberán excederse en más de 10 cm. respecto a las fijadas en el proyecto. Al excederse será forzoso poner moldes. Cuando la cimentación en lecho de roca o suelo sea afectada rápidamente por el intemperismo estas deberán suspenderse

15 cm aproximadamente del nivel de desplante, cuando esta se realice se procederá inmediatamente a colocar la plantilla para cubrir el terreno del intemperismo. El fondo de la excavación deberá adecuarse en la forma fijada en el proyecto y estará limpio de raíces y troncos o cualquier material suelto. En el caso de grietas y oquedades que se encuentren en el lecho de roca o suelo de cimentación se rellenarán con concreto mortero o lechada de cemento.

Rellenos de protección de obras de drenaje. Los materiales que se empleen en el relleno de las excavaciones para estructuras o en las obras de drenaje para su protección serán preferentemente aquellos que provengan de las mismas excavaciones. De no ser aceptable el material de la excavación para la formación del relleno que se compactará al 95 %, se deberá hacer este con material de préstamo que cumpla con la calidad para terraplenes de acuerdo a las normas de calidad de la SCT. Cuando el proyecto no fije el tipo de dren los rellenos que cubran las caras posteriores de los muros, se harán de tal manera que una capa de material pétreo funcione como dren y quede en contacto con la superficie cubierta de la estructura.

Los rellenos deberán hacerse por capas de espesores no mayores a 20 cm proporcionando al material la humedad adecuada y compactando al 95 %.

En el relleno de arcos y alcantarillas, el material deberá extenderse en capas simétricas colocadas tanto al eje transversal de la estructura como a su eje longitudinal y se compactará al 95 %. Si la estructura se ha tratado con impermeabilizantes o tiene una cubierta especial para drenarla o protegerla, el relleno se hará sin causar daño ó modificaciones.
No se permitirá el paso de equipo pesado sobre las alcantarillas o cualquier otra estructura hasta que tenga el colchón mínimo fijado en el proyecto (60 cm) y/o el que ordene la Secretaría en cada caso.

Zampeados. Las piedras que se utilicen en los zampeados de mampostería deberán tener dimensiones tales, que la menor sea igual al espesor del zampeado.
Se construirán en el lugar de las dimensiones y con las demás características que fije el proyecto una vez terminada y afinada la superficie por zampear, esta se compactará cuando y en la forma que dice el proyecto. Se utilizará mortero de cemento en proporción 1:5, se seguirá el proceso constructivo de las mamposterías. En taludes se empezará por el pie del mismo con las piedras de mayores dimensiones, esta se deberá mantenerse húmeda durante tres días después de haberse terminado las juntas.
Debe verificarse el alineamiento de los taludes, elevación, espesor y acabado de acuerdo a la norma N-CTR-CAR-1-02-002/00.

Concreto hidráulico. En las obras de drenaje y/o estructuras que indique el proyecto o la Secretaría, se colocará concreto hidráulico de f´c de acuerdo a las especificaciones del proyecto para cada obra en particular. Su ejecución se hará de acuerdo a lo que corresponda de los lineamientos indicados en la norma N-CTR-CAR-1-02-003/04.

Concreto hidráulico reforzado. En las obras de drenaje que indique el proyecto o lo ordene la Secretaría, se colocará concreto hidráulico reforzado de f´c de concreto y f´y del acero de acuerdo a las especificaciones del proyecto para cada obra en particular. Su

ejecución se hará de acuerdo a lo que corresponda de los lineamientos indicados en la norma N-CTR-CAR-1-02-006/01.

B.6.- ACERO PARA CONCRETO HIDRÁULICO.
En las obras de drenaje y/o estructuras que indiquen el proyecto o la Secretaría, se colocará acero de refuerzo de acuerdo a las especificaciones del proyecto para cada obra en particular. Su ejecución se hará de acuerdo a lo que corresponda a los lineamientos indicados en la norma N-CTR-CAR-1-02-004/02.

B.7.- REVESTIMIENTO DE CUNETAS, P.U.O.T.
En los tramos donde se ordene el revestimiento de cunetas con concreto hidráulico de f´c = 150 Kg/cm2, con tamaño máximo del pétreo de 1 ½", se realizará conforme a la norma N-CTR-CAR-1-03-003/00 o lo dispuesto por la Dependencia.

PAVIMENTOS.

PAVIMENTO:

Las cláusulas e incisos que se mencionan en los párrafos siguientes corresponden a las Normas para Construcción e Instalaciones de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, N-CTR-CAR.01-04-006/14, N-CTR-CAR.01-04-004/15, N-CTR-CAR.01-04-005/15 Y M-CAL-1-02

Base Hidráulica.
Sobre la capa subrasante debidamente terminada se construirá una capa de Base hidráulica. El material que conforme ésta capa se deberá compactar al 100% de su peso volumétrico seco máximo (PVSM) de la prueba AASHTO modificada (cinco capas), de acuerdo a la Norma N.CSV.CAR.4.02.002/11

Riego de impregnación
Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, superficialmente seca y barrida, se aplicará en todo el ancho de la sección así como en dichos taludes que formen el pavimento, un riego de impregnación con emulsión asfáltica catiónica ECI-60, El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-004/15

Riego de liga para la carpeta
Sobre la superficie de la capa de base hidráulica debidamente terminada, se aplicará en todo el ancho de la sección un riego de liga, con emulsión asfáltica catiónica ECR-65. El producto asfáltico (emulsión catiónica) deberá ser del tipo mencionado en la Norma N-CTR-CAR-1-04-005/15

Carpeta de concreto asfáltico
Sobre la base asfáltica, se colocará una carpeta de concreto asfáltico compactada al 95% de su peso volumétrico máximo determinado en el laboratorio por el método Marshall.

Los materiales que se utilicen para la elaboración de la carpeta asfáltica, deberán cumplir con lo establecido en las Normas: Materiales Pétreos para Mezclas Asfálticas N.CMT.4.04/03; Calidad de Materiales Asfálticos N.CMT.4.05.001/00; Calidad de Mezclas

Asfálticas para Carreteras N.CMT.4.05.003/02; Calidad de Materiales grado PG N.CMT.4.05.004/08.

El acabado de la superficie de rodamiento deberá cumplir con las Normas de Construcción N-CTR-CAR-1-04-006/09 y N-CTR-CAR-1-04-009/06, referente al Índice de Perfil y Resistencia a la Fricción, respectivamente.

Nivelaciones: Se realizarán de acuerdo a las necesidades que indique el proyecto en cuanto a curvas verticales. Se realizará una extracción del suelo y roca hasta alcanzar la calidad requerida, se compactará la base de dicha nivelación con profundidad de 0.10 m hasta alcanzar el 90% de su peso volumétrico seco máximo de la prueba Proctor. El producto de las excavaciones se compensará para la construcción de terraplenes.

OBRAS COMPLEMENTARIAS

Con la finalidad de proteger adecuadamente la estructura de las terracerías y el pavimento es necesario construir obras complementarias como son: bordillos, cunetas, canales y lavaderos que permitan el fácil y rápido desalojo del agua pluvial que se concentra en la superficie de rodamiento de acuerdo con los datos climatológicos observados de la región donde se ubica esta obra.

Bordillos de concreto hidráulico
Los bordillos se construirán en los lugares que se indican en el proyecto y serán de concreto hidráulico de F'c = 150 kg/cm2 con sección de 144 cm^2 como lo indicará el proyecto utilizando los agregados que cumplan con las normas de calidad especificadas. Cunetas revestidas de concreto hidráulico. Las cunetas que se ubican a la derecha o izquierda de los cortes se construirán de concreto hidráulico de una resistencia a la compresión de F'c = 150 kg/cm2 y diez (10) centímetros de espesor según se indica en el proyecto utilizando los agregados grava y arena de bancos de material con operación comercial

Lavaderos y Cunetas de Concreto hidráulico. Los lavaderos sobre los taludes de los terraplenes, canales revestidos de concreto y los que se requieran para proteger y canalizar el agua pluvial en la superficie de rodamiento y la salida de las obras de drenaje, se construirán de concreto hidráulico con fatiga a la compresión de F'c = 150 kg/cm2 utilizando los agregados grava y arena de bancos de material con operación comercial.

Señalización: Finalmente se procederá al señalamiento horizontal y vertical: preventivo, restrictivo e informativo definitivo, según se señale en el proyecto de señalamiento.

2.5.2 Programa de operación y mantenimiento
2.5.2.1 Programa de operación

Los trabajos a que se refiere esta sección son los de operación y conservación del cuerpo del terraplén una vez construidos: repintar las líneas divisorias de carriles, reposicionar fantasmas y señalamientos, reparación de la carpeta asfáltica, limpieza periódica de la carpeta, del derecho de vía y de las obras hidráulicas, así como mantenimiento de áreas verdes.

A continuación, se mencionan los programas de conservación preventiva y correctiva, así

como el programa de conservación rutinaria de la S.C.T. que deben de llevarse a cabo para el mantenimiento de las carreteras, para que tengan un adecuado funcionamiento y mayor vida útil, que pueden ser tomados en cuenta para aplicar a este tipo de caminos.

Programa de conservación preventiva y correctiva según la S.C.T.

1. Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro S.C.T.
2. Obtener índice de servicio actual o IRI de la superficie de rodamiento, para delimitar los tramos homogéneos. Para la evaluación del pavimento proceder como lo indica el Sistema Mexicano de Protección de Pavimentos o el que se implante en la vialidad.
3. Evaluar el estado de cunetas y lavaderos y reparar aquellas que presenten problemas en el momento de la inspección. Para la realización de los estudios correspondientes proceder como se indica en el anexo PC-2 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
4. Inspeccionar los sitios y señales con problemas. Para la evaluación de la señalización, se deberá proceder como se indica en el anexo PC-5 correspondiente al Programa de Conservación Preventiva de la S.C.T.
5. Contratar la ejecución de los estudios del estado de las vialidades. Enviar el estudio terminado, indicando la alternativa de solución que considere más adecuada al centro SCT correspondiente.
6. Preparar el programa de obra de la alternativa aprobada por la SCT para los trabajos de reconstrucción en caso de ser necesaria, de acuerdo a los resultados de los estudios. Acordar su ejecución con la Dirección General del Centro SCT correspondiente.
7. Supervisar los trabajos durante su proceso de ejecución de manera permanente hasta concluirlos, realizando el control de calidad de la obra.

Programa de conservación rutinaria

1. Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:

a) Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
b) Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
c) Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.

2. Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
    a. Defensas y señales de tipo normal
    b. Obras de drenaje
    c. Obras complementarias de drenaje
    d. Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
    e. Retiro o censura de propaganda no autorizada
    f. Limpieza de cunetas y derecho de vía
    g. Daños en el camino por efecto de accidentes
    h. Contracunetas y subdrenajes
    i. Cajas y/o canales de entrada y salida de obras de drenaje
    j. Fallas locales de cortes

k. Postes y fantasmas
l. Deshierbe y poda de vegetación
m. Pintura en general

2.5.2.2 Programa de mantenimiento

Reposición de señales, estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar una adecuada señalización y se prevengan accidentes.

Mantenimiento de taludes, para estas actividades se tiene que verificar diariamente los taludes, 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, pintura, etc.
Este mantenimiento se efectúa 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, rencarpetado 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.

Mantenimiento Preventivo
Esta etapa 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, pintura y reposición de material de la superficie de rodamiento,

Mantenimiento Mayor
Este mantenimiento consiste en trabajos en los que se requiere del cierre de un carril o de un cuerpo de circulación de la vialidad con el fin de realizar trabajos de reencarpetado o mantenimiento mayor de la superficie de rodamiento y colocar señales de peligro.

Verificación del nivel de servicio
Esta actividad consiste en la realización de recorridos de prueba con un vehículo de diseño y con cuatro pasajeros que determinarán el nivel de servicio de la vialidad.

Recorridos de revisión
Lo recorridos de revisión son actividades encaminadas al control y supervisión de los trabajos de mantenimiento y de operación del camino.

El proyecto no se abandonará, toda vez que se trata de una vialidad de altas especificaciones que estará en uso continuo.

2.6 REQUERIMIENTO DE PERSONAL E INSUMOS

2.6.1 Personal

El personal que será requerido en las diversas etapas del proyecto será contratado, principalmente, de las localidades al proyecto, en caso de conocer las actividades a desarrollar, con el propósito de no crear nuevos asentamientos humanos en la zona. Hay que destacar que esta estrategia obligará a incentivar una derrama económica a esta zona.

En la siguiente tabla se indican los requerimientos de mano de obra necesaria para el proyecto.

Cantidad	*Puesto*	*Etapa de obra*	*Tipo de mano de obra*	*Tipo de empleo*	*Disponibilidad local*
1	Supervisor de obra	todas	Calificada	Temporal	Si
2	Topógrafo	Construcción	Calificada	Temporal	Si
2	Cabo	Construcción	No calificada	Temporal	Si
3	cadenero	Construcción	No calificada	Temporal	Si
3	Estadalero	Construcción	No calificada	Temporal	Si
4	Operador de maquina mayor	todas	Calificada	Temporal	Si
4	Operador de maquina menor	todas	No calificada	Temporal	Si
4	Chofer	todas	No calificada	Temporal	Si
2	Cuadrillas de herrería	Construcción	Calificada	Temporal	Si
2	Cuadrillas de albañilería	Construcción	Calificada	Temporal	Si
3	Carpintero obra negra	Construcción	Calificada	Temporal	Si
3	Pintor	Operación y Mantenimiento	Calificada	Temporal	Si
10	Ayudante general	todas	No calificada	Temporal	Si

2.6.2 Insumos

Se instalarán sanitarios secos portátiles para trabajadores, por lo que no requerirán abasto de agua. El agua que se llegara a requerir para consumo humano (potable) se abastecerá en garrafones de 20 litros, siendo este consumo mínimo y no parte directa del proceso de la obra.

Se requerirá de un abastecimiento por pipa de agua cruda para la construcción. Un estimado del volumen de agua requerido para la compactación de los terraplenes, así como del riego para evitar la liberación de polvos es aproximadamente 50 m^3 ocupados en diferentes tiempos de acuerdo al programa de obra.

Como no será necesaria la construcción de campamentos, no se generarán aguas negras. Los volúmenes de combustibles no serán significativos desde el punto de vista del impacto ambiental, los vehículos de carga serán abastecidos por las estaciones de servicio que se encuentran cercanos a los frentes de obra y se acarreará el combustible para la maquinaria fija; pero en ningún caso será necesario el almacenaje.

El combustible empleado para el funcionamiento de la maquinaria y de equipos, que así lo requieren, se transportará en recipientes de metal con tapa hermética a fin de evitar las pérdidas por evaporación. Se tendrá cuidado de verificar la generación de gases y sobrepresiones para evitar explosiones.
Para la construcción de la sección de la carretera se necesita la aportación de por lo menos 2 bancos de material con operación comercial, según el tramo y la necesidad requerida para el banco designado. A partir de esto, es posible determinar las distancias económicas de acarreo, que se presentarán una vez se tenga el proyecto definitivo.

La maquinaria empleada en la operación de la carretera consta de una camioneta tipo pickup para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En cuanto a su mantenimiento se necesitaría de equipos como pipa para regar las áreas verdes, cuadrillas de mantenimiento de vegetación, en las zonas donde el camino lo demande; así como, también un camión para la recolección de residuos y de basura generada en la limpieza de la carpeta y obras anexas como las alcantarillas, drenes y cunetas y 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 pintura en la superficie de rodamiento.

Los materiales y sustancias que serán empleados en el proyecto, son las características para este tipo de infraestructura, como son: materiales pétreos, agua, cemento, acero, etc., y todos aquellos insumos necesarios para desarrollar este proyecto.

2.6.3 Residuos

Es importante mencionar que el manejo de los residuos que se generan en el municipio no tiene una disposición adecuada, ya que el sitio en el que son depositados es un basurero a cielo abierto con tres fosas, las cuales no cuentan con un recubrimiento para evitar que los lixiviados se filtren al subsuelo, este basurero está funcionando desde hace varios años. Además, cabe mencionar, que todo tipo de residuos son depositados en este lugar por no contar con un relleno sanitario. La recolección de los residuos es realizada todos los domingos por el servicio de limpia del municipio.

	Tipo de residuos				
Etapa	***Inorgánicos (Reciclables)***	***Orgánicos***	***Líquidos***	***Peligrosos***	***Emisiones a la atmosfera***
Preparación del sitio	Bolsas de papel, cartón, plástico, vidrio.	Alimentos, hojarasca, ramas	De letrinas portátiles.	Textiles impregnados de grasa y aceite.	Generación de gases producto de la combustión interna de la maquinaria y vehículos a utilizar. Desprendimiento de partículas de polvo por el movimiento de tierras.

	Tipo de residuos				
Etapa	***Inorgánicos (Reciclables)***	***Orgánicos***	***Líquidos***	***Peligrosos***	***Emisiones a la atmosfera***
Construcción	Papel, cartón, plástico, residuos de construcción; material eléctrico, madera, alambre, clavos, pedacería de varillas, poliductos y cascajo.	Residuos de alimentos	De letrinas portátiles.	Textiles impregnados de grasa y aceite, materiales. Impregnados de pintura, aceite usado.	Generación de gases producto de la combustión interna de la maquinaria y vehículos a utilizar. Desprendimiento de partículas de polvo del material de construcción que es transportado para el desarrollo del proyecto.
Operación	Papel, plástico.	Residuos de alimentos.			Generación de gases producto de la combustión interna de los vehículos que transitaran por esta vía de comunicación.
Mantenimiento				Sólidos impregnados de pintura, emulsiones asfálticas	Generación de gases producto de la combustión interna de la maquinaria a utilizar.

Manejo y disposición de los residuos.

Preparación del Sitio y Construcción.

Residuos orgánicos e inorgánicos

Se realizará la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos, serán colocados en contenedores metálicos de 200 lt. bajo techo. Los residuos orgánicos se integrarán en el sistema de composteo del despalme.

Los residuos inorgánicos (papel, cartón, plásticos, aluminio, vidrio, etc.) serán colocados en los contenedores y los que por sus características físicas no se puedan colocar en contendores serán estibados (ej. cartón), para ser trasladados a una empresa recicladora. Los residuos que no puedan ser reciclados o composteados serán dispuestos en el tiradero a cielo abierto del municipio.

Residuos líquidos
La disposición final estará a cargo de la empresa que sea contratada para brindar el servicio. Esta deberá contar con los permisos correspondientes para la disposición de los residuos.

Emisiones a la atmosfera
La maquinaria que se utilizara en la construcción del proyecto genera emisiones a la atmósfera de: PTS, Bióxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno e Hidrocarburos, para el control de emisiones se necesitan afinación y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses. Riego con agua de pipas en las áreas a trabajar.

Residuos peligrosos
Todos estos residuos serán colocados en contendores de 200 lt por separado, no serán combinados en ningún momento. Los contenedores tendrán tapa, se etiquetarán señalando el tipo de residuo contenido, serán colocados bajo techo en un sitio con superficie impermeable y serán dispuestos mediante una empresa recolectora debidamente autorizada por la SEMARNAT.

Mantenimiento

Emisiones a la atmosfera
La maquinaria que se utilizara en el mantenimiento del camino, generara emisiones a la atmósfera de: PTS, Bióxido de Azufre, Monóxido de Carbono, Óxidos de Nitrógeno e Hidrocarburos, para el control de emisiones se necesitan afinación y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses.

Residuos peligrosos.
Durante las actividades de bacheo, limpieza y desazolve de cunetas, riego de sello, chapeo, limpieza y reparación de señalamiento vertical, pintura de marcas de pavimento, etc., se tendrá generación de los residuos mencionados. Todos estos residuos serán colocados en contendores de 200 lt por separado, no serán combinados en ningún momento.

Los contenedores tendrán tapa, se etiquetarán señalando el tipo de residuo contenido, serán colocados bajo techo en un sitio con superficie impermeable y serán dispuestos mediante una empresa recolectora debidamente autorizada por la SEMARNAT

CAPÍTULO 3

CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES..... 32
3.1. VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU). 32
3.1.1. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio. 32
3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PRIORITARIAS A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 38
3.2.1. ANPs 38
3.2.2. Sitios RAMSAR 39
3.2.3. Regiones prioritarias para la biodiversidad 40
3.3. LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL 44

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

3.1. VINCULACIÓN CON PROGRAMAS DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO, ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS U OTRA ZONIFICACIÓN PRIORITARIA PARA LA CONSERVACIÓN (RTP Y/O RHP), O LA REGULACIÓN DEL USO DEL SUELO URBANO (PDU).

3.1.1. Programa de ordenamiento ecológico general del territorio.

El Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio es expedido el 7 de septiembre de 2012. El objetivo del POEGT es llevar a cabo una regionalización ecológica del territorio nacional y de las zonas sobre las cuales la nación ejerce soberanía y jurisdicción, identificando áreas de atención prioritaria y áreas de aptitud sectorial. Asimismo, tiene por objeto 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.

Con fundamento en el artículo 26 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Ordenamiento Ecológico (RLGEEPA, última reforma DOF. 28 de septiembre de 2010), la propuesta del programa de ordenamiento ecológico está integrada por la **regionalización ecológica** (que identifica las áreas de atención prioritaria y las áreas de aptitud sectorial) y los **lineamientos y estrategias ecológicas** para la preservación, protección, restauración y el aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, aplicables a esta regionalización.

1. Regionalización Ecológica

La base para la regionalización ecológica comprende unidades territoriales sintéticas que se integran a partir de los principales factores del medio biofísico: clima, relieve, vegetación y suelo. La interacción de estos factores determina la homogeneidad relativa del territorio hacia el interior de cada unidad y la heterogeneidad con el resto de las unidades. Con este principio se obtuvo como resultado la diferenciación del territorio nacional en 145 unidades denominadas **unidades ambientales biofísicas (UAB)**, representadas a escala 1:2,000,000, empleadas como base para el análisis de las etapas de diagnóstico y pronóstico, y para construir la propuesta del POEGT.

2. Lineamientos y estrategias ecológicas.

Los 10 lineamientos ecológicos que se formularon para este Programa, mismos que reflejan el estado deseable de una región ecológica o unidad biofísica ambiental, se instrumentan a través de las directrices generales que en lo ambiental, social y económico se deberán promover para alcanzar el estado deseable del territorio nacional.

Por su parte, las estrategias ecológicas, definidas como los objetivos específicos, las acciones, los proyectos, los programas y los responsables de su realización dirigidas al logro de los lineamientos ecológicos aplicables en el territorio nacional, fueron construidas a partir de los diagnósticos, objetivos y metas comprendidos en los programas sectoriales, emitidos respectivamente por las dependencias de la APF que integran el Grupo de Trabajo Intersecretarial.

Las estrategias se implementarán a partir de una serie de acciones que cada uno de los sectores en coordinación con otros sectores deberán llevar a cabo, con base en lo establecido en sus programas sectoriales o el compromiso que asuman dentro del Grupo de Trabajo Intersecretarial para dar cumplimiento a los objetivos de este POEGT. En este sentido, se definieron tres grandes grupos de estrategias: las dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, las dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana y las dirigidas al fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.

Los lineamientos ecológicos por cumplir son los siguientes:

1. Proteger y usar responsablemente el patrimonio natural y cultural del territorio, consolidando la aplicación y el cumplimiento de la normatividad en materia ambiental, desarrollo rural y ordenamiento ecológico del territorio.
2. Mejorar la planeación y coordinación existente entre las distintas instancias y sectores económicos que intervienen en la instrumentación del programa de ordenamiento ecológico general del territorio, con la activa participación de la sociedad en las acciones en esta área.
3. Contar con una población con conciencia ambiental y responsable del uso sustentable del territorio, fomentando la educación ambiental a través de los medios de comunicación y sistemas de educación y salud.
4. Contar con mecanismos de coordinación y responsabilidad compartida entre los diferentes niveles de gobierno para la protección, conservación y restauración del capital natural.
5. Preservar la flora y la fauna, tanto en su espacio terrestre como en los sistemas hídricos a través de las acciones coordinadas entre las instituciones y la sociedad civil.
6. Promover la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, mediante formas de utilización y aprovechamiento sustentable que beneficien a los habitantes locales y eviten la disminución del capital natural.
7. Brindar información actualizada y confiable para la toma de decisiones en la instrumentación del ordenamiento ecológico territorial y la planeación sectorial.

8. Fomentar la coordinación intersectorial a fin de fortalecer y hacer más eficiente al sistema económico.
9. Incorporar al SINAP las áreas prioritarias para la preservación, bajo esquemas de preservación y manejo sustentable.
10. Reducir las tendencias de degradación ambiental, consideradas en el escenario tendencial del pronóstico, a través de la observación de las políticas del Ordenamiento Ecológico General del Territorio.

Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 30 Karst Huasteco Norte y 117 Karst Huasteco Sur.

Figura 3.1: Región Ecológica 18.32 Y 5.17, Unidades Ambientales Biofísicas.

Con base en la localización del proyecto: ""Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo", en la figura anterior, se observó que se localiza dentro de la UAB No. 30 y 117 Kas Huasteco Norte y Kars Huasteco Sur.

Tabla 3.1. Identificación de la Unidad Ambiental Biofísica

Información Técnica de la UAB		
REGIÓN ECOLÓGICA: 5.17 *Unidad Ambiental Biofísica que la comprende:* *30. Karst Huasteco Norte* *Localización:* *Norte de Querétaro, Norte de Hidalgo y Sur de San Luis Potosí.*		
Superficie en km²: *15,924.43 km²*	**Población Total:** 571, 488 habitantes.	**Prioridad de atención**: Huasteca

A continuación, se presentan los Criterios o Estrategias sectoriales de la UAB 30, aplicable al proyecto.

Tabla 3.2. Unidad Ambienta Biofísica aplicable al proyecto.

UAB	Rectores del Desarrollo	Coadyuvantes del Desarrollo	Asociados del Desarrollo	Otros Sectores de Interés	Estrategias Sectoriales
30	Forestal	Preservación de Flora y Fauna	Agricultura-Ganadería	**PEMEX**	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12,13, 14, 15, 15 BIS, 18, 36, 37, 38, 42, 43, 44.

Vinculación del Proyecto con el POEGT.

Las estrategias dirigidas para lograr la sustentabilidad ambiental del territorio, el mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana, el fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional. En este mismo sentido a continuación se presenta la tabla de cumplimiento de las estrategias

Tabla 3.3. Estrategias de la Unidad Ambiental Biofísica 115.

Estrategias. UAB 30		**Cumplimiento de Estrategia**
Grupo I. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		
A) Preservación	1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad.	Debido a la ubicación y naturaleza del proyecto, no se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes ni recursos naturales, sin embargo, esta estrategia puede ser favorecida a través de las medidas ambientales diseñadas para este proyecto.
	2. Recuperación de especies en riesgo.	Es posible que dentro de los predios del proyecto se localice alguna especie en riesgo, por tanto, una vez que el proyecto pase a una etapa ejecutiva, se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y un programa de rescate y reubicación de fauna, con lo que se dará cumplimiento a este criterio.
	3. Conocimiento análisis y monitoreo de los ecosistemas y su biodiversidad.	Previo a las actividades de construcción se llevarán a cabo los estudios necesarios para el conocimiento de los ecosistemas de los predios y su contexto, sumado a lo anterior, debido a la naturaleza del proyecto se implementarán se ejecutará un programa de rescate y reubicación de flora y un programa de rescate y reubicación de fauna, lo que servirá a su vez como monitoreo de ls especies que se encuentren dentro del área del proyecto.
B) Aprovechamiento sustentable	4. Aprovechamiento sustentable de ecosistemas, especies, genes y recursos naturales.	Debido a la ubicación y naturaleza del proyecto (infraestructura carretera en un entorno altamente modificado), no se considera el aprovechamiento de ecosistemas, especies, genes ni recursos naturales, sin embargo, esta estrategia puede ser favorecida a través de las medidas ambientales diseñadas para este

	Estrategias. UAB 30	**Cumplimiento de Estrategia**
		proyecto. Cabe señalar que el proyecto se trata de una modernización de un camino existente por lo qe la afectación será mínima, ya que el área esta impactada.
	5. Aprovechamiento sustentable de los suelo agrícolas y pecuarios.	Ya que el proyecto no contempla la realización de actividad agrícola alguna, estas estrategias no se vinculan a él.
	6. Modernizar la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas.	Ya que el proyecto no contempla la realización de actividades relacionadas con la modernización de la infraestructura hidroagrícola y tecnificar las superficies agrícolas, por lo que esta estrategia no se vincula a él.
	7. Aprovechamiento sustentable de los recursos forestales.	Como se ha mencionado, el predio en evaluación se encuentra modificado, por lo cual los recursos forestales en los predios son escasos y son producto de reforestaciones y serán aprovechados de la manera más eficiente.
	8. Valoración de los servicios ambientales.	El proyecto hace la valoración de los recursos naturales, como la biodiversidad durante el desarrollo de proyecto y al término para conocer en qué medida influye en los servicios ambientales.
C) Restauración	12. Protección de los ecosistemas.	La región donde se pretende la construcción del proyecto se encuentra altamente modificada y los ecosistemas naturales han sido sustituidos por agrosistemas, por tanto, se diseñarán las medidas enfocadas en la conservación y restauración de aquellos ecosistemas que aun estén presentes en el SAR con la finalidad de evitar mayor deterioro y promover su protección.
	13. Racionalizar el uso de agroquímicos y promover el uso de biofertilizantes.	El proyecto no pretende la implementación de agroquímicos o biofertilizantes por lo que la estrategia no se vincula con el proyecto.
D) Restauración	14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agrícolas.	El proyecto no pretende dañar las zonas forestales existentes, toda vez que se desarrollará en un camino existente impactado con anterioridad, sin embargo, el proyecto contendrá las medidas apropiadas para la recuperación de elementos forestales y suelos a través de las cuales se promoverá el cumplimiento de esta estrategia.
	15. Aplicación de los productos del Servicio Geológico Mexicano al desarrollo económico y social y al aprovechamiento sustentable de los recursos naturales no renovables.	El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento del desarrollo económico y social de los recursos naturales no renovables, por lo que esta estrategia no se vincula.
	15 BIS. Consolidar el marco normativo ambiental aplicable a las	Dicha estrategia No aplica. El proyecto no pretende realizar actividades de aprovechamiento minero, sin embargo, representa un factor positivo para este

	Estrategias. UAB 30	**Cumplimiento de Estrategia**
	actividades mineras, a fin de promover una minería sustentable.	sector a través de la mejora de infraestructura de comunicación para un transporte de mercancías más eficiente.
	18. Establecer mecanismos de supervisión e inspección que permitan el cumplimiento de metas y niveles de seguridad adecuadas en el sector de hidrocarburos.	No aplica. El proyecto no contempla actividades en el sector de hidrocarburos.
Grupo II. Dirigidas al mejoramiento del sistema social e infraestructura urbana		
	36. Promover la diversificación de las actividades productivas en el sector agroalimentario y el aprovechamiento integral de la biomasa. Llevar a cabo una política alimentaría integral que permita mejorar la nutrición de las personas en situación de pobreza.	No aplica. El proyecto no contempla acciones en las actividades productivas alimentarias.
E) Desarrollo social	37. Integrar a mujeres, indígenas y grupos vulnerables al sector económico -productivo en núcleos agrarios y localidades rurales vinculadas.	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, debido a que el camino permitirá mejor comunicación entre poblados cercanos, se ayudará a agilizar los recursos de las localidades cercanas, así como el desplazamiento de otras comunidades.
	38. Fomentar el desarrollo de capacidades básicas de las personas en condición de pobreza.	No aplica. El proyecto no realizará actividades de desarrollo social. Sin embargo, el proyecto generará condiciones para mejorar la calidad de vida al generar fuentes de empleo temporal.
Grupo III. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional		
A) Marco jurídico	42. Asegurar la definición y el respeto a los derechos de propiedad rural.	Dada la naturaleza del proyecto, y debido a que se utilizará un camino existente, no se verán dañados los derechos de propiedad rural por lo que No aplica esta estrategia
	43. Integrar, modernizar y mejorar el acceso al catastro rural y la información agraria para impulsar proyectos productivos.	El proyecto en evaluación no contempla actividades vinculadas a la presente estrategia.
B) Planeación del ordenamiento territorial	44. Impulsar el ordenamiento territorial estatal y municipal y el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.	El proyecto dará cumplimiento de los criterios ecológicos de los ordenamientos ecológicos aplicables a nivel federal y estatal, tales como el presente ordenamiento.

Conclusión:

El proyecto "Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo", cumplirá ampliamente con las estrategias indicadas dentro de las No. 30 y 117 Kas Huasteco Norte y Kars Huasteco Sur. El proyecto se llevará a cabo sobre un camino existente y en operación, y dará empleo temporal durante la preparación del sitio y construcción.

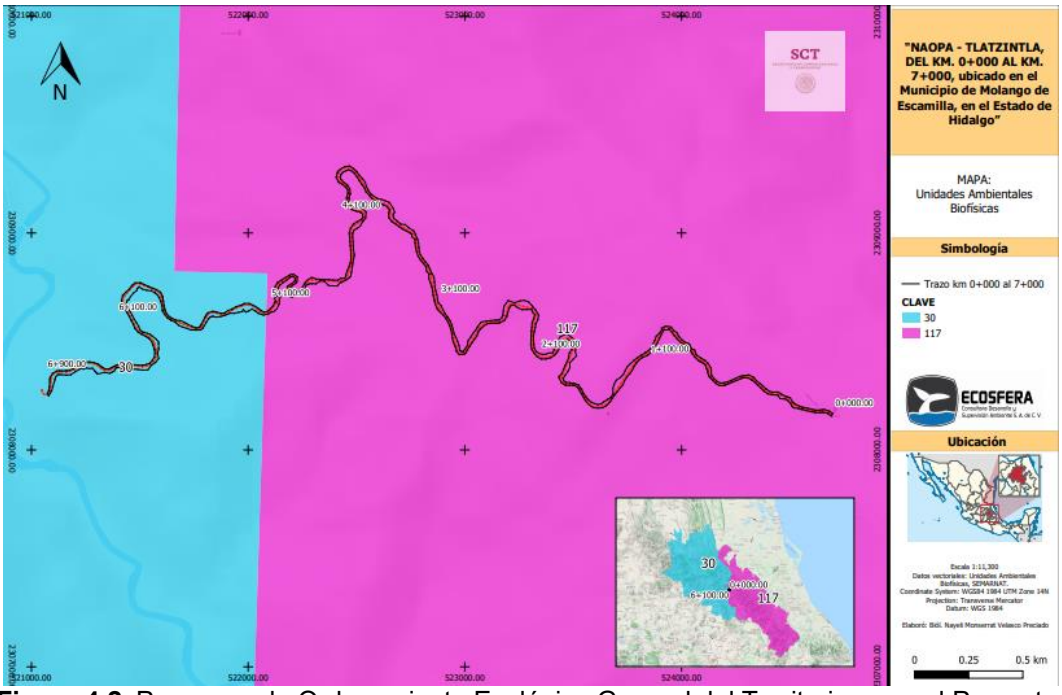


Figura 4.2: Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio, para el Proyecto.

3.2. ÁREAS NATURALES PROTEGIDAS Y PRIORITARIAS A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL

3.2.1. ANPs

Las Áreas Naturales Protegidas son las zonas del territorio estatal en que los ecosistemas originales que las conforman no han sido significativamente alterados por la actividad del hombre, y que han quedado sujetas al régimen de protección.

En el estado de Hidalgo se tienen 36 Áreas Naturales Protegidas que cuentan con protección legal, mediante decreto del ejecutivo federal y el poder legislativo estatal (Congreso del Estado).

Con base en lo anterior, y como se puede observar en la siguiente Figura; el sitio donde se pretende ubicar **el proyecto no se localiza dentro de algún área natural protegida de carácter Federal, Estatal o Municipal**. La más cercana es la denominada: Zacatepec y se encuentra a 15 Km. aproximadamente.

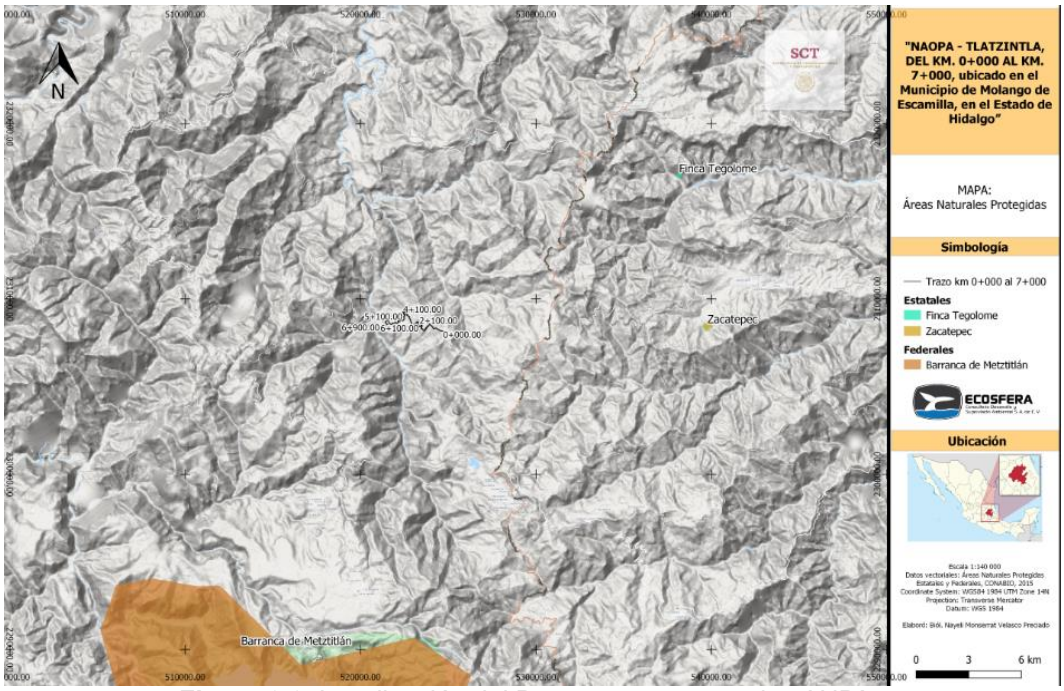


Figura 3.3: Localización del Proyecto respecto a las ANP´s.

3.2.2. Sitios RAMSAR

La Convención sobre los Humedales, llamada la Convención de Ramsar, es un tratado intergubernamental que sirve de marco para la acción nacional y la cooperación internacional en pro de la conservación y el uso racional de los humedales y sus recursos. Un compromiso fundamental de las partes contratantes de Ramsar consiste en identificar humedales adecuados e incluirlos en la lista de Humedales de Importancia Internacional, también conocida como la Lista de Ramsar.

Actualmente en México, se cuenta con un listado de 142 sitios designados como Humedales de Importancia Internacional abarcando una superficie de 8'643,579 hectáreas. Se identificó que el proyecto no incide en ninguno Sitio RAMSAR. El más cercano es la denominada: Laguna de Metztitlán y se encuentra a 20 Km. aproximadamente.

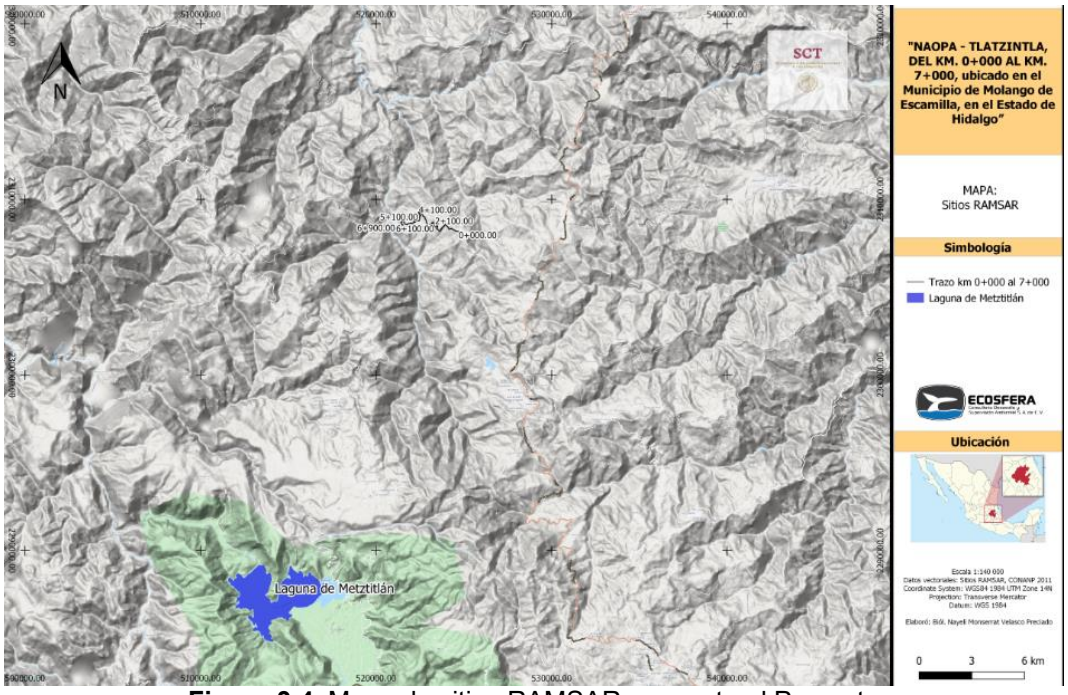


Figura 3.4: Mapa de sitios RAMSAR, respecto al Proyecto

3.2.3. Regiones prioritarias para la biodiversidad
Regiones Terrestres Prioritarias

El proyecto en comento se ubica dentro de la RTP-102 denominada: Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental.

Esta región cuenta con una superficie de 3,935 Km² y se extiende dentro de los municipios de Acatlán, Acaxochitlán, Agua Blanca de Iturbide, Ahuazotepec, Calnali, Chiconcuautla, Cuautepec de Hinojosa, Eloxochitlán, Honey, Huachinango, Huayacocotla, Huazalingo, Huehuetla, Huejutla de Reyes, Ilamatlán, Jopala, Juan Galindo, Juárez Hidalgo, Lolotla, Metepec, Metztitlán, Molango de Escamilla, Naupan, Pahuatlán, San Agustín Metzquititlán, San Bartolo Tutotepec, Tenango de Doria, Tepehuacán de Guerrero, Texcatepec, Tianguistengo, Tlachichilco, Tlacuilotepec, Tlanchinol, Tlaola, Tlapacoya, Tlaxco, Xicotepec, Xochicoatlán, Yahualica, Zacatlán, Zacualpan, Zacualtipan de Ángeles, Zihuateutla, Zontecomatlán. Su valor para la conservación es de 3 de acuerdo con CONABIO (por presentar una superficie mayor a 1,000 Km²). La región está delimitada en los límites topográficos que van de la curva de los 400 msnm en el sur y de 800 msnm al norte hasta por arriba de los 2,500 msnm en su parte más alta.

Figura 3.5: Mapa de Regiones Terrestres Prioritarios, respecto al Proyecto.

En esta región se presentan una gran diversidad de ecosistemas, incluye Bosque mesófilo, encinares y bosques de Pinus patula. La parte sur de esta RTP está conformada por la cuenca alta del río Necaxa. Se ha descrito que en las laderas medias, entre los 400 y los 800 msnm se encuentran selva lluviosa de montaña que involucra elementos de la selva alta, con la aparición de géneros de lauráceas. Cabe mencionar la abundancia de equisetos en los terrenos inundables de las vegas. A partir de los 800 msnm se inicia una interdigitación de bosques mesófilos con Liquidambar sp. y helechos arborecentes del género Cyathea, con bosques de pino y mixtos de pino-encino. En las cumbres, cerca de Pahuatlán, el bosque presenta muchos elementos de origen neártico. Hacia el sotavento de la sierra, existe otra interdigitación de bosques de pino, encino y mixtos de carácter subhúmedo. Cabe señalar que en las zonas xéricas de los cañones se encuentran relictos de cactáceas, Cephalocereus sp. y posiblemente Neobuxbaumia sp., que parecen ser especies nuevas y microendémicas. Esta RTP tiene un valor alto en su función como Corredor Biológico, por presentar bosques mesófilos interconectados entre la la sierra Norte de Puebla y la región de Tlalchinol en Hidalgo.

De acuerdo con la CONABIO, la mayor problemática ambiental una alta fragmentación de los hábitats debido a tasas altas de desmonte. Aparentemente, uno de los principales problemas es la extracción inmoderada de madera de pino.

Vinculación.

Una vez aplicadas las medidas de mitigación, el resultado son impactos no significativos según el método multicriterio aplicado e impactos residuales benéficos. De esa manera, en el contexto de la RTP, el proyecto no genera un impacto directo sobre el hábitat de biodiversidad que se pueda considerar apreciable.

Región Hidrológica Prioritaria

El Proyecto se encuentra ubicado dentro de la Región Hidrológica Prioritaria denominada: Confluencia de las Huastecas.

Figura 3.6: Mapa de Regiones Hidrológicas Prioritarios, respecto al Proyecto.

La RHP 75 Confluencia de las Huastecas tiene una extensión de 27,404.85 km2, sus recursos hídricos principales son los lénticos presa Zimapán, lagos Meztitlán y Molango; los lóticos: ríos Santa María, Bagres, Jalpan, de las Albercas, Naranjo, Mesillas, Tamuín o Pánuco, Grande de Meztitlán, San Pedro, Gallinas, Tampaón, Choy, Moctezuma, Ojo Frío, Tempoal o Calabazo, Tulancingo, Hondo, Amajac, del Hule, Axtla y Matlapa, arroyos, manantiales, cascadas, aguas hidrotermales.

La problemática detectada por la CONABIO se refiere para la:

- Modificación del entorno: las zonas bien conservadas son de difícil acceso. Hay tala inmoderada y sobreexplotación del manto freático por la fábrica de refrescos Pepsi.

- Contaminación: por manganeso, mercurio, coliformes, derivados del beneficio del café (alta DBO).

- Uso de recursos: hay sobreexplotación de acuíferos que limitan la recarga de mantos freáticos para el abastecimiento de agua industrial, urbana y presas. Algunos manejos inadecuados por parte de ingenios azucareros. Reforestación con especies exóticas de *Eucalyptus spp*. Cacería furtiva. Actividades asociadas a la minería y yacimientos de petroleros.

Para la Conservación, CONABIO señala que se requiere controlar al ecoturismo y a la embotelladora Pepsi. Se recomienda la conservación de las zonas que todavía no han sido alteradas. Falta conocimiento limnológico y concretar las prioridades y necesidades de la zona. Comprende la Reserva de la Biosfera Sierra de Abra Tanchipa y el Parque Nacional Sierra de los Mármoles.

Vinculación.

Frente a esa problemática, el proyecto no guarda relación directa con la tala inmoderada y explotación de acuíferos, contaminación por manganeso, mercurio, coliformes, derivados del beneficio del café (alta DBO), manejos inadecuados por parte de ingenios azucareros, cacería furtiva, actividades asociadas a la minería y yacimientos de petroleros. En lo que corresponde a la modernización de carreteras, en la ficha de la RHP no se presenta mayor especificación. Evidentemente que la modernización de una carretera puede ocasionar impactos considerables, especialmente cuando se trata de una zona de relieve complejo, se encuentran ecosistemas con variados grados de conservación y numerosas especies endémicas y de interés para la conservación. En el caso específico del proyecto, los motivos de preocupación no desaparecen, pero se disminuyen en cierta medida por considerar que se trata de la ampliación de infraestructura existente, y dicha ampliación tiende a distribuirse en zonas adyacentes o cercanas al trazo actual, y en su mayor parte, dentro del mismo derecho de vía. En el presente estudio se examinan con detenimiento los impactos ambientales que el proyecto puede generar o agravar, en el contexto de los factores y la calidad ambientales del SAR. Así mismo, se pronostican escenarios ambientales del SAR con y sin proyecto, encontrando al más favorable, al que contempla la modernización con sus medidas de mitigación.

Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

El proyecto se encuentra dentro del AICA denominada: Tlanchinol-Bosque de Montaña del Noroeste de Hidalgo.

Figura 3.7: Mapa de Áreas de Importancia para la Conservación de Aves, respecto al Proyecto.

El AICA C-41 Tlanchinol tiene una extensión de 22,294.39 km2, no cuenta con un Plan de Manejo Ambiental.

La problemática detectada por la CONABIO se refiere para la:

1. Deforestación
2. Ganadería
3. Explotación inadecuada de recursos

Vinculación.

Frente a esa problemática, el proyecto no guarda relación directa con la deforestación, ganadería y explotación inadecuada de recursos.

De esa manera, en el contexto del AICA, el proyecto no genera un impacto directo sobre el hábitat de biodiversidad que se pueda considerar apreciable.

3.3. LEYES Y REGLAMENTOS APLICABLES CON LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO A NIVEL FEDERAL, ESTATAL Y MUNICIPAL

Se presenta la siguiente vinculación y forma de cumplimiento de leyes federales, posteriormente se muestra la vinculación con las leyes estatales aplicables.

Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su Reglamento

La Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LEGEEPA), fue publicada en 28 de enero de 1988 y la última reforma se realizó el 05 de junio de 2018. Dicha Ley 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.
A continuación, se describen los artículos aplicables y como se dará pleno cumplimento a los mismos durante las etapas del Proyecto.

Tabla 3.4. Artículos de la LGEEPA aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	***Vinculación con el Proyecto y cumplimiento***
Artículo 28. *La Evaluación del Impacto Ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades que además puedan causar un desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para Proteger el ambiente, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el Medio Ambiente.* *I.- Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gasoductos, carboductos y poliductos;* *VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;*	En cumplimiento a este artículo y toda vez que se refiere a una Modernización del proyecto: "Naopa – Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo", para ello se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si el cambio no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente. El proyecto requerir una remoción de cobertura vegetal en 8.082 ha
Artículo 113*. No deberán emitirse contaminantes a la atmósfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmósfera, deberán ser observadas las previsiones de esta Ley y de las disposiciones reglamentarias que de ella emanen, así como las normas oficiales mexicanas expedidas por la Secretaría.*	Se elaborará y aplicará el Plan de Manejo Ambiental, para controlar la generación de partículas ocasionadas durante las etapas del Proyecto.
Artículo 117. *Para la prevención y control de la contaminación del agua se considerarán los siguientes criterios:* *I. La prevención y control de la contaminación del agua, es fundamental para evitar que se reduzca su disponibilidad y para proteger los ecosistemas del país.*	Se contará con sanitarios portátiles durante las etapas de preparación del sitio, los residuos generados de estos serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua. Durante el desarrollo del proyecto no se comprometerá ningún cuerpo de agua que pudiese poner en riesgo su integridad.
Artículo 121. *No podrán descargarse o infiltrarse en cualquier cuerpo o corriente de agua o en el suelo o*	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los

Artículo	*Vinculación con el Proyecto y cumplimiento*
subsuelo, aguas residuales que contengan contaminantes, sin previo tratamiento y el permiso o autorización de la autoridad federal, o de la autoridad local en los casos de descargas en aguas de jurisdicción local o a los sistemas de drenaje y alcantarillado de los centros de población.	sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
Artículo 123. *Todas las descargas en las redes colectoras, ríos, acuíferos, cuencas, cauces, vasos, aguas marinas y demás depósitos o corrientes de agua y los derrames de aguas residuales en los suelos o su infiltración en terrenos, deberán satisfacer las normas oficiales mexicanas que para tal efecto se expidan, y en su caso, las condiciones particulares de descarga que determine la Secretaría o las autoridades locales. Corresponderá a quien genere dichas descargas, realizar el tratamiento previo requerido.*	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción, las aguas residuales generadas en los sanitarios portátiles serán transportadas y dispuestas por empresas autorizadas para que éstas sean tratadas y cumplan con los parámetros de descarga, previniendo con esto la contaminación de agua.
Artículo 134. *Para la prevención y control de la contaminación del suelo, se considerarán los siguientes criterios:* *II. Deben ser controlados los residuos en tanto que constituyen la principal fuente de contaminación de los suelos;* *III.- Es necesario prevenir y reducir la generación de residuos sólidos, municipales e industriales; incorporar técnicas y procedimientos para su reusó y reciclaje, así como regular su manejo y disposición final eficientes;* *V.- En los suelos contaminados por la presencia de materiales o residuos peligrosos, deberán llevarse a cabo las acciones necesarias para recuperar o restablecer sus condiciones, de tal manera que puedan ser utilizados en cualquier tipo de actividad prevista por el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable.*	Se aplicarán los procedimientos para el manejo de los residuos sólidos municipales, de manejo especial y peligrosos; durante las diferentes etapas del Proyecto, supervisando la aplicación correcta del procedimiento con el fin de evitar cualquier tipo de contaminación del suelo. Asimismo, según las necesidades en cada etapa, se contará invariablemente con un almacén temporal de residuos sobre firme de concreto. Y sitios cubiertos con material impermeable para el almacenamiento de cualquier sustancia peligrosa.
Artículo 136. *Los residuos que se acumulen o puedan acumularse y se depositen o infiltren en los suelos deberán reunir las condiciones necesarias para prevenir o evitar:* *I. La contaminación del suelo;* *II. Las alteraciones nocivas en el proceso biológico de los suelos;* *III. Las alteraciones en el suelo que perjudiquen su aprovechamiento, uso o explotación, y* *IV. Riesgos y problemas de salud.*	Se aplicarán los procedimientos de manejo de residuos de acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental.
Artículo 152 BIS. *Cuando la generación, manejo o disposición final de materiales o residuos peligrosos, produzca contaminación del suelo, los responsables de dichas operaciones deberán llevar a cabo las acciones necesarias para recuperar y restablecer las condiciones de este, con el propósito de que éste pueda ser destinado a alguna de las actividades previstas en el programa de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que resulte aplicable, para el predio o zona respectiva.*	En caso fortuito de que por alguna circunstancia se genere contaminación de suelo por derrame de sustancia o residuos peligrosos, la Promovente aplicará las medidas correctivas necesarias para recuperar el suelo contaminado y restablecer las condiciones del suelo, de acuerdo con el Plan de Manejo Ambiental.
Artículo 155. *Quedan prohibidas las emisiones de ruido, vibraciones, energía térmica y lumínica y la*	Mediante el programa de mantenimiento para la maquinaria pesada, se controlarán las emisiones de

Artículo	*Vinculación con el Proyecto y cumplimiento*
generación de contaminación visual, en cuanto rebasen los límites máximos establecidos en las normas oficiales mexicanas que para ese efecto expida la Secretaría, considerando los valores de concentración máxima permisibles para el ser humano de contaminantes en el ambiente que determine la Secretaría de Salud. Las autoridades federales o locales, según su esfera de competencia, adoptarán las medidas para impedir que se transgredan dichos límites y en su caso, aplicarán las sanciones correspondientes.	ruido ambiental; asimismo, se establecerán horarios de trabajo para generar el menor ruido en los horarios de trabajo, pese que la localización pretendida del Proyecto se encuentra más alejada de núcleos poblacionales importantes por lo que se estima que las molestias por ruido, vibraciones serán mínimas.

Derivado de lo descrito, podemos concluir que el Proyecto dará pleno cumplimiento a lo establecido en Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA).

Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

El Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental fue publicado el 30 de mayo del 2000 y la última reforma se realizó el 31 de octubre de 2014, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en materia de evaluación del impacto ambiental a nivel federal.

Artículos del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental aplicables al Proyecto.

Tabla 3.5. Reglamento de la Ley del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente

Artículo	*Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento*
Artículo 6. *Las ampliaciones, modificaciones, sustituciones de infraestructura, rehabilitación y el mantenimiento de instalaciones relacionado con las obras y actividades señaladas en el artículo anterior, así como con las que se encuentren en operación, no requerirán de la autorización en materia de impacto ambiental siempre y cuando cumplan con todos los requisitos siguiente:* *I. Las obras y actividades cuenten previamente con la autorización respectiva o cuando no hubieren requerido de esta;* *II. Las acciones por realizar no tengan relación alguna con el proceso de producción que genero dicha autorización, y* *III. Dichas acciones no impliquen incremento alguno en el nivel de impacto o riesgo ambiental, en virtud de su ubicación, dimensiones, características o alcances… En estos casos, los interesados deberán avisar a la secretaria previamente a la realización de dichas acciones.*	Las acciones que el proyecto implica NO representan un aumento en el nivel de impacto, sin embargo, se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si el cambio no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente.
Artículo 14. *Cuando la realización de una obra o actividad que requiera sujetarse al procedimiento de evaluación de impacto ambiental involucre, además,*	El proyecto requerir una remoción de cobertura vegetal en 8.082 ha

el cambio de uso del suelo de áreas forestales y en selvas y zonas áridas, los promoventes podrán presentar una sola manifestación de impacto ambiental que incluya la información relativa a ambos Proyectos.

La Promovente mediante presentación del documento descrito en la tabla anterior ante la Secretaría del Medio Ambiente, dará cumplimiento a lo establecidos y aplicable en el Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental.

Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable.

La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable fue publicada el 25 de febrero del 2003 con la última reforma publicada el 05 de junio de 2018, es reglamentaria del Artículo 27 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, sus disposiciones son de orden e interés público y de observancia general en todo el territorio nacional, y tiene por objeto regular y fomentar la conservación, protección, restauración, producción, ordenación, el cultivo, manejo y aprovechamiento de los ecosistemas forestales del país y sus recursos, así como distribuir las competencias que en materia forestal correspondan a la Federación, los Estados, el Distrito Federal y los Municipios, bajo el principio de concurrencia previsto en el artículo 73 fracción XXIX inciso G de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, con el fin de propiciar el desarrollo forestal sustentable. Cuando se trate de recursos forestales cuya propiedad corresponda a los pueblos y comunidades indígenas se observará lo dispuesto por el artículo 2 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.

Tabla 3.6. Artículos de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	*Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento*
Artículo 98. 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 proyecto requerir una remoción de cobertura vegetal en 8.082 ha, por lo que, se tendría que tramitar el cambio de uso de suelo antes de realizar el derribo forestal.

La Promovente No realizará cambio de uso de suelo en el área donde se pretende desarrollar el proyecto.

Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 21 de febrero de 2005, dicho ordenamiento tiene por objeto reglamentar la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable en el ámbito de competencia federal, en materia de instrumentos de política forestal, manejo y aprovechamiento sustentable de los ecosistemas forestales del país y de sus recursos, así como su conservación, protección y restauración.

Tabla 7. Artículos del Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable aplicables al Proyecto.

Artículo	***Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento***
Artículo 120. *Para solicitar la autorización de cambio de uso del suelo en terrenos forestales, el interesado deberá solicitarlo mediante el formato que expida la Secretaría, el cual contendrá lo siguiente:* *I. Nombre, denominación o razón social y domicilio del solicitante;* *II. Lugar y fecha;* *III. Datos y ubicación del predio o conjunto de predios, y* *IV. Superficie forestal solicitada para el cambio de uso de suelo y el tipo de vegetación por afectar.* *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.* *El derecho para realizar actividades que impliquen el cambio de uso del suelo, con motivo del reconocimiento, exploración superficial y explotación petrolera en terrenos forestales, se podrá acreditar con la documentación que establezcan las disposiciones aplicables en materia petrolera.* ***Artículo 121.*** *Los estudios técnicos justificativos a que hace referencia el artículo 117 de la Ley, deberán contener la información siguiente:* *I. Usos que se pretendan dar al terreno;* *II. Ubicación y superficie del predio o conjunto de predios, así como la delimitación de la porción en que se pretenda realizar el cambio de uso del suelo en los terrenos forestales, a través de planos georreferenciados;* *III. Descripción de los elementos físicos y biológicos de la cuenca hidrológico-forestal en donde se ubique el predio;* *IV. Descripción de las condiciones del predio que incluya los fines a que esté destinado, clima, tipos de suelo, pendiente media, relieve, hidrografía y tipos de vegetación y de fauna;* *V. Estimación del volumen por especie de las materias primas forestales derivadas del cambio de uso del suelo;*	El proyecto requerir una remoción de cobertura vegetal en 8.082 ha, por lo que, se tendría que tramitar el cambio de uso de suelo antes de realizar el derribo forestal.

VI. Plazo y forma de ejecución del cambio de uso del suelo; *VII. Vegetación que deba respetarse o establecerse para proteger las tierras frágiles;* *VIII. Medidas de prevención y mitigación de impactos sobre los recursos forestales, la flora y fauna silvestres, aplicables durante las distintas etapas de desarrollo del cambio de uso del suelo;* *IX. Servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso del suelo propuesto;* *X. Justificación técnica, económica y social que motive la autorización excepcional del cambio de uso del suelo;* *XI. Datos de inscripción en el Registro de la persona que haya formulado el estudio y, en su caso, del responsable de dirigir la ejecución;* *XII. Aplicación de los criterios establecidos en los programas de ordenamiento ecológico del territorio en sus diferentes categorías;* *XIII. Estimación económica de los recursos biológicos forestales del área sujeta al cambio de uso de suelo;* *XIV. Estimación del costo de las actividades de restauración con motivo del cambio de uso del suelo, y* *XV. En su caso, los demás requisitos que especifiquen las disposiciones aplicables.* *Artículo 124. El monto económico de la compensación ambiental relativa al cambio de uso del suelo en terrenos forestales a que se refiere el artículo 98 de la Ley, será determinado por la Secretaría considerando lo siguiente:* I. *Los costos de referencia para reforestación o restauración y su mantenimiento, que para tal efecto establezca la Comisión. Los costos de referencia y la metodología para su estimación serán publicados en el Diario Oficial de la Federación y podrán ser actualizados de forma anual, y* *II. El nivel de equivalencia para la compensación ambiental, por unidad de superficie, de acuerdo con los criterios técnicos que establezca la Secretaría. Los niveles de equivalencia deberán publicarse en el Diario Oficial de la Federación.* *Los recursos que se obtengan por concepto de compensación ambiental serán destinados a actividades de reforestación o restauración y mantenimiento de los ecosistemas afectados, preferentemente en las entidades federativas en donde se haya autorizado el cambio de uso del suelo. Estas actividades serán realizadas por la Comisión.*	El proyecto requerir una remoción de cobertura vegetal en 8.082 ha, por lo que, se tendría que tramitar el cambio de uso de suelo antes de realizar el derribo forestal.

Ley General de Vida Silvestre

La Ley General de Vida Silvestre fue publicada el 3 de julio de 2000 con la última reforma publicada el 19 de marzo de 2014, es de orden público y de interés social, reglamentario del párrafo tercero del artículo 27 y de la fracción XXIX, inciso G del artículo 73

constitucionales. Su objeto es establecer la concurrencia del Gobierno Federal, de los Gobiernos de los Estados y de los Municipios, en el ámbito de sus respectivas competencias, relativa a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre y su hábitat en el territorio de la República Mexicana y en las zonas en donde la Nación ejerce su jurisdicción.

Tabla 4.8. Artículos de la Ley General de Vida Silvestre aplicables durante el desarrollo del Proyecto.

Artículo	*Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento*
Artículo 31. *Cuando se realice traslado de ejemplares vivos de fauna silvestre, éste se deberá efectuar bajo condiciones que eviten o disminuyan la tensión, sufrimiento, traumatismo y dolor, teniendo en cuenta sus características.*	Se aplicarán las Acciones de Rescate y Protección de Fauna.

Mediante la aplicación de las Acciones de Rescate, se dará cumplimiento a la Ley General de Vida Silvestre.

Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre.

El Reglamento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, dicho ordenamiento es de observancia general en todo el territorio nacional y en las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción; tiene por objeto reglamentar la Ley General de Vida Silvestre.

Tabla 3.9. Artículos del Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre aplicables al Proyecto.

Artículo	***Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento***
Artículo 56. *La importación, exportación y reexportación de material biológico de especies incluidas en los apéndices de CITES, se sujetará a lo señalado en dicha Convención.*	Con el fin de conservar la diversidad biológica y contribuir a su utilización sostenible, teniendo en cuenta lo establecido en el mencionado convenio CITES; durante el desarrollo del Proyecto se aplicará el Programa de Rescate y reubicación de flora, en el que se contempla prohibir la utilización y venta de cualquier especie que se encuentra dentro del área del Proyecto y en la zona de influencia.
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;*	Se aplicarán Acciones de Rescate y reubicación de Fauna. En este programa se incluirán medidas de manejo y control de ejemplares o poblaciones perjudiciales para la operación el Proyecto. Asimismo, contemplará acciones para ahuyentar y dispersar fauna.

IV. La captura de ejemplares, en cuyo caso la Secretaría determinará el destino de estos;

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.

Artículo 79. *Para la atención de los asuntos relativos al manejo, control y remediación de problemas asociados a ejemplares y poblaciones que se tornen perjudiciales, la Secretaría podrá establecer por sí misma o autorizar, a solicitud de los interesados, las medidas correspondientes en los predios, zonas o regiones en los cuales se requiera una solución con el fin de evitar o minimizar efectos negativos para el ambiente, otras especies o la población humana.*

Ley Federal de Responsabilidad Ambiental.

La Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, publicada el 7 de julio de 2013, 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. Los preceptos de este ordenamiento son reglamentarios del artículo 4o. Constitucional, de orden público e interés social y tienen por objeto la protección, la preservación y restauración del ambiente y el equilibrio ecológico, para garantizar los derechos humanos a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de toda persona, y a la responsabilidad generada por el daño y el deterioro ambiental. El régimen de responsabilidad ambiental reconoce que el daño ocasionado al ambiente es independiente del daño patrimonial sufrido por los propietarios de los elementos y recursos naturales. Reconoce que el desarrollo nacional sustentable debe considerar los valores económicos, sociales y ambientales.

Tabla 10. Artículos de la Ley Federal de Responsabilidad Ambiental aplicables al Proyecto.

Artículo	***Vinculación con el Proyecto y actividades aplicables para el cumplimiento***
Artículo 6o.- *No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de:* *I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo*	Se presenta a la DGIRA-SEMARNAT el presente documento que le permita, analizar si el cambio no causará desequilibrios ecológicos, ni rebasarán los límites y condiciones establecidas en las disposiciones jurídicas relativas a la protección al ambiente.

de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, *II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas.* *La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.* ***Artículo 10.-** Toda persona física o moral que con su acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, será responsable y estará obligada a la reparación de los daños, o bien, cuando la reparación no sea posible a la compensación ambiental que proceda, en los términos de la presente Ley.* *De la misma forma estará obligada a realizar las acciones necesarias para evitar que se incremente el daño ocasionado al ambiente.* ***Artículo 24.-** Las personas morales serán responsables del daño al ambiente ocasionado por sus representantes, administradores, gerentes, directores, empleados y quienes ejerzan dominio funcional de sus operaciones, cuando sean omisos o actúen en el ejercicio de sus funciones, en representación o bajo el amparo o beneficio de la persona moral, o bien, cuando ordenen o consientan la realización de las conductas dañosas.* *Las personas que se valgan de un tercero lo determinen o contraten para realizar la conducta causante del daño serán solidariamente responsables, salvo en el caso de que se trate de la prestación de servicios de confinamiento de residuos peligrosos realizada por empresas autorizadas por la Secretaría.* *No existirá responsabilidad alguna, cuando el daño al ambiente tenga como causa exclusiva un caso fortuito o fuerza mayor.*	En caso fortuito que durante el desarrollo del Proyecto una acción u omisión ocasione directa o indirectamente un daño al ambiente, se hará responsable y se obligará a la reparación de los daños de acuerdo con lo establecido, así como a dar cumplimiento a lo establecido por la autoridad ambiental.

Ley General de Prevención y Gestión Integral de los Residuos

La vinculación del proyecto con la presente Ley, cuya última reforma se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 19 de enero de 2018, parte de su obligación para la prevención de la generación, la valorización y la gestión integral de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos (definidos en la presente Ley en el artículo 5, fracciones XXX, XXXII y XXXIII), que se generarán tanto en las etapas de preparación del sitio y construcción, evitando con esto, la contaminación de sitios ocasionada por los residuos y una posible remediación.

Por lo anterior, y en apego a lo indicado en los artículos 16, 18, 19 y 21 de la Ley, en los cuales se establecen los lineamientos para la agrupación y clasificación en diversas

categorías de los residuos peligrosos, de manejo especial y sólidos urbanos, se elaborarán los inventarios correspondientes y se orientará la toma de decisiones basada en criterios de riesgo y en el manejo de dichos residuos, durante todas las etapas de desarrollo del proyecto.

Por otro lado, esta Ley precisa las categorizaciones de los generadores de residuos y sus obligaciones, con base a la determinación del volumen de generación anual, estableciendo, además, los lineamientos del plan de manejo al que está sujeto el proyecto y que se definen en el artículo 3, siendo estas categorizaciones las de gran generador, pequeño generador y microgenerador, así como el concepto de manejo integral de residuos y de plan de manejo, cuya obligatoriedad en su formulación y ejecución, se detalla en el artículos 28, 30, 31 y 33 de esta Ley.

En cuanto al manejo de los residuos peligrosos, cuyo manejo compete a la federación a través de la SEMARNAT, queda establecido su manejo integral en los artículos 40, 42 al 46; 54 al 56; 67 al 72, que se acatarán durante el desarrollo del proyecto.
La gestión integral de los residuos que genere el proyecto se efectuará en apego a lo establecido por esta Ley, con el objetivo de garantizar su cumplimiento durante cada una de las etapas del Proyecto.

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

Este Reglamento, cuya última reforma se publicó en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el 31 de octubre de 2014, se vincula con el proyecto en la identificación de las modalidades de los planes de manejo para residuos peligrosos y en su caso, en su elaboración y aplicación con la previa aprobación de la SEMARNAT, a fin de llevar a cabo una buena planeación en la gestión y manejo integral de estos residuos que pudieran generarse durante el desarrollo del proyecto, tal como se estipula en los artículos 16, 20 y 21; 35, 37 al 40; 42, 43, 46, 71, 73, 75, 82, 87 y 88 principalmente.

Durante las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, se dará cabal cumplimiento a las disposiciones de la normatividad en materia de manejo de residuos anteriormente referidas.

Constitución Política del Estado de Hidalgo

La Constitución Política del Estado de Hidalgo, es la norma jurídica suprema que rige la organización del Estado, estableciendo, entre otros, la autoridad, la forma de ejercicio de ésta, y los límites de los órganos públicos, definiendo, además, los derechos y deberes fundamentales de los ciudadanos jaliscienses, garantizando la libertad política y civil de cada individuo, tal como lo establece el artículo 15.

> • *Art. 15. Los órganos del poder público del Estado proveerán las condiciones para el ejercicio pleno de la libertad de los individuos y grupos que integran la sociedad y propiciarán su participación en la vida social, económica, política y cultural de la entidad. Para ello:*

• En dicho artículo, también se establece que el gobierno velará por la conservación y restauración del medio ambiente, en alusión al artículo 4to constitucional.

• VII. Las autoridades estatales y municipales para la preservación de los derechos a que alude el artículo 4º de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, velarán por la utilización sustentable de todos los recursos naturales con el fin de conservar y restaurar el medio ambiente.

Asimismo, en los siguientes artículos se establece, para esta materia, las facultades del Gobernador del Estado como de los Ayuntamientos:

• Art. 71. Son facultades y obligaciones del Gobernador del Estado:

• XXI. Ejercer en forma concurrente con la Federación y los municipios, las atribuciones en materia de preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección del ambiente, protección civil, ordenamiento territorial de los asentamientos humanos y desarrollo urbano, conforme a la distribución de competencias y disposiciones de las leyes federales y estatales;

• Art. 80. Los municipios a través de sus ayuntamientos, en los términos de las leyes federales y estatales relativas, estarán facultados para:

• VI. Participar en la creación y administración de zonas de reserva ecológica, y (sic)

Con lo anterior, se garantiza a los habitantes del Estado de Hidalgo, su derecho a un medio ambiente sano, por medio del fomento a la preservación y restauración del equilibrio ecológico y protección del ambiente, para lo cual, se establecen las leyes y reglamentos que en lo subsecuente se describirán, así como del cumplimiento del proyecto, a cada uno de ellos.

Reglamento de la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Hidalgo en materia de Recolección y Transporte de Residuos de Manejo Especial

El proyecto dará cumplimiento a lo establecido en los artículos 3, 21, 22, 24, 25, 26, 27, que establecen los requisitos de las empresas que se contraten para la recolección y transporte de los residuos no peligrosos y de manejo especial generados en la preparación del sitio y construcción.

Reglamento en Materia de Prevención y Control de la Contaminación de la Atmósfera

Se dará cumplimiento a lo señalado en los artículos 16, 17, 18, 19, 25, 28, 31, 32, en los que se establecen los trámites, obligaciones y prohibiciones relacionadas con las emisiones contaminantes a la atmósfera, tanto de fuentes fijas como fuentes móviles de jurisdicción federal.

Reglamento de la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de Prevención y Control de Emisiones por Fuentes Móviles

Para el cumplimiento de los artículos 71, 72, 77 y 78 del presente Reglamento, en los cuales se establecen las bases del Programa de Verificación Vehicular Obligatoria, y las responsabilidades de los vehículos automotores, se contará con un Programa de Mantenimiento de Maquinaria y Equipo.

Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Hidalgo

Entre los diversos objetivos que tiene la Ley de Gestión Integral de los Residuos del Estado de Hidalgo (LGIREH), se encuentran los siguientes que serán de observancia para el proyecto, bajo la tutela de la Secretaría de Medio Ambiente para el Desarrollo Territorial (SEMADET), cuyas atribuciones se encuentran establecidos en el artículo 4° y el artículo 6 de esta Ley, entre las que se encuentran el fomentar la reutilización y valorización de los materiales contenidos en los residuos generados en el Estado.

Las obligaciones generales para los generadores de los residuos, previamente definidos y que sean generados durante todas las etapas del proyecto y que sean sujetos a la regulación por parte del estado de Hidalgo, se establecen en los artículos 42, 43, 44 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53 y 54, que serán considerados para el proyecto.

Aunado a lo descrito en la Ley Estatal del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, respecto a la prevención, control y remediación de suelos, se tomará en consideración para las etapas de preparación del sitio y construcción del proyecto, lo establecido en los artículos 74, 79, 80 y 81.

Normas oficiales mexicanas

Tabla 3.11. NOM´S aplicables al proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	*APLICACIÓN*	*QUIEN DEBE CUMPLIRLA*	*CUMPLIMIENTO*
NOM-001-SEMARNAT-1996. *Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales.*	Las descargas municipales dependiendo de la mayor carga de cumplimiento expresada como demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) o sólidos suspendidos totales según las cargas de contaminantes manifestadas en el permiso de descarga a la empresa especializada de sanitarios portátil es presentada a la Comisión Nacional del Agua.	Contratista responsable de la realización de la obra en conjunto con la empresa que otorgue el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles.	No se verterá ningún tipo de desecho derivada de la operación del Proyecto, se instalarán sanitarios móviles los cuales habrá uno por cada doce trabajadores. Se contratará a una empresa especializada en manejo, tratamiento disposición adecuada.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
NOM-002-SEMARNAT-1996. *Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.*	No se deben descargar o depositar en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos tales como, grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio, etc.	Contratista en los talleres y patios de trabajo a su responsabilidad. La maquinaria y vehículos de empresas contratistas que realicen un mantenimiento preventivo y correctivo de los motores dentro de la zona de estudio.	La promovente y la empresa constructora deben evitar que se depositen en los sistemas de alcantarillado urbano o municipal, materiales o residuos considerados peligrosos, tales como grasas, aceites, plomo, cobre, mercurio entre otros contaminantes.
NOM-041-SEMARNAT-1999. *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.*	Es de observancia obligatoria para los responsables de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustibles, verificar los límites de emisión de contaminantes tales como: emisión de hidrocarburos, monóxido de carbono, oxigeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Se requerirá que los vehículos que se utilizan en el Proyecto den cumplimiento a esta norma, para lo cual se le solicitara la presentación de las verificaciones vehiculares.
NOM-044-SEMARNAT-2006. *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizaran para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor de 3, 857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.*	Que establece los límites máximos permisibles de emisión de hidrocarburos totales, hidrocarburos no metano, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas y opacidad de humo provenientes del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores nuevos con peso bruto vehicular mayor a 3,857 kilogramos, así como para unidades nuevas con peso bruto vehicular mayor a 3, 857 kilogramos equipadas con este tipo de motores.	La empresa constructora y la Promovente, quienes realizaran la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	Se deberá cumplir con esta norma durante las etapas de preparación del sitio y construcción, aplicando para los vehículos pesados que estén involucrados en la ejecución de las obras.
NOM-045-SEMARNAT-1996.	Los niveles máximos permisibles de	La empresa constructora y La Promovente deberán	Los vehículos que se utilizan en el Proyecto

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACIÓN	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
Establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diésel o mezclas que incluyan diésel como combustible.	opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores que usan diésel o mezclas como combustible. Es de observancia obligatoria para los responsables de los centros de verificación vehicular, así como para los responsables de los citados vehículos.	realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.	deberán dar cumplimiento a esta norma, por lo cual se les pedirá la presentación de las verificaciones vehiculares sin rebasar los niveles máximos permisibles que establezcan las normas oficiales mexicanas correspondientes.
NOM-080-SEMARNAT-1994. *Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación y su método de medición*	La exposición a emisión de rudo proveniente de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación altera el bienestar de ser humano produciendo daño en la audición.	La empresa constructora responsable de la utilización de equipo y maquinaria pesada.	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en la construcción sobre todo cuando se trabaje cerca de las poblaciones para que no se excedan los limites máximo permisibles que establece la norma respectiva.
NOM-052-SEMARNAT-2011. *Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de estos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.*	Los residuos producto de las actividades de preparación del sitio y construcción como son los que generaran por las actividades de mantenimiento de maquinaria y equipos (latas vacías con algún contenido de pintura, solventes, aceites usados o lubricantes y estopa impregnada de grasas) se manejaran residuos peligrosos conforme a la norma.	La empresa constructora debe contar con un almacenamiento temporal de residuos peligrosos y establecer un contrato con una empresa especializada en el manejo y tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos.	Contar con un programa integral de manejo de residuos peligrosos, realizando la separación, almacenamiento temporal y confinamiento especial, los cuales deben ser manejados por una empresa especializada y autorizada en el manejo de residuos peligrosos, bajo un contrato de servicio. La Promovente, deberá exhibir información que compruebe la realización de la separación de residuos y el manejo y disposición finalizada, así como la copia del contrato celebrado cuando la autoridad ambiental así lo solicite.

Fuente: Diario oficial de la Federación, diferentes fechas.

CAPÍTULO 4

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN 61
4.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL 61
4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL 64
4.2.1 Medio físico 64
4.2.1.1 Clima 64
4.2.1.2 Geología 67
4.2.1.3 Geomorfología 69
4.2.1.4 Suelo 70
4.2.1.5 Hidrología 71
4.2.2 Medio biótico 74
4.2.2.1 Caracterización de la vegetación 74
4.2.2.2 Caracterización de la fauna 140
4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICOS 168
4.4 PAISAJE 169
4.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL 171

4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN

4.1 DELIMITACIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL

Para la determinación del SAR se utilizan elementos ambientales que permitan la determinación de una región relativamente homogénea, con interacciones que configuran un sistema ambiental por sus propiedades de uniformidad y continuidad en sus componentes ambientales (geoformas, cuencas y subcuencas, cuerpos y corrientes de agua, tipo de suelo, flora, fauna, población humana, paisaje y uso del suelo).

El objetivo es identificar de manera precisa la región que presenta una relación ambiental directa con el proyecto y asegurarse de que el SAR es congruente con la magnitud de los impactos ambientales que se presentarán, así como facilitar la descripción de las tendencias de su desarrollo y de su deterioro (conservación, urbanización, industrialización y/o aprovechamiento).

Para la determinación del SAR se utilizan diversas variables ambientales que permitan la delimitación de un espacio geográfico descrito y delimitado como una unidad funcional, cuyos elementos y procesos bióticos, abióticos y socioeconómicos, dada su continuidad, interactúan para mantener un equilibrio que permita su desarrollo sostenible, cuya delimitación puede derivar de la uniformidad y continuidad de sus ecosistemas, proceso que se llevará a cabo yendo desde lo macro a lo específico, permitiendo definir un SAR que incluya todas las zonas relacionadas ambientalmente con el proyecto.

Todo ambiente tiene una estructura física en la que se destacan los componentes bióticos (productores, consumidores, descomponedores y el hombre) y el soporte físico, es decir su territorio, el que según sus características van a dar lugar a un determinado clima, dentro del que se llevarán a cabo innumerables procesos y productos. La conjugación de todos sus componentes, interdependientes entre sí, le conferirán un carácter especial al ambiente del que se trate.

Dentro del mismo, es determinante la intervención del hombre quien con su capital, trabajo, infraestructura, educación, creencias, cultura y modelos político-económicos, define comportamientos frente a los sistemas naturales, establece sistemas productivos propios y, en definitiva, formas de vida.

La regionalización implica la división de un territorio en áreas menores con características comunes y representa una herramienta metodológica básica en la planeación ambiental, pues permite el conocimiento de los recursos para su manejo adecuado. La importancia de regionalizaciones de tipo ambiental estriba en que se consideran análisis basados en ecosistemas, cuyo objetivo principal es incluir toda la heterogeneidad ecológica que prevalece dentro de un determinado espacio geográfico para, así, proteger hábitats y áreas con funciones ecológicas vitales para la biodiversidad, las cuales no hubiesen sido consideradas con otro tipo de análisis (CONABIO,2017).

Es por lo que, la CONABIO, dentro de su Programa Regiones Prioritarias para la conservación de la biodiversidad, se orienta a la detección de áreas, cuyas características físicas y bióticas favorezcan condiciones particularmente importantes desde el punto de vista de la biodiversidad.

Particularmente el Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP), tiene como objetivo la determinación de unidades estables desde el punto de vista ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. (CONABIO,2017)

Es por lo que, como primera variable para la delimitación del SAR, se tomó en cuenta La RTP denominada Bosques Mesófilos de la Sierra Madre Oriental.

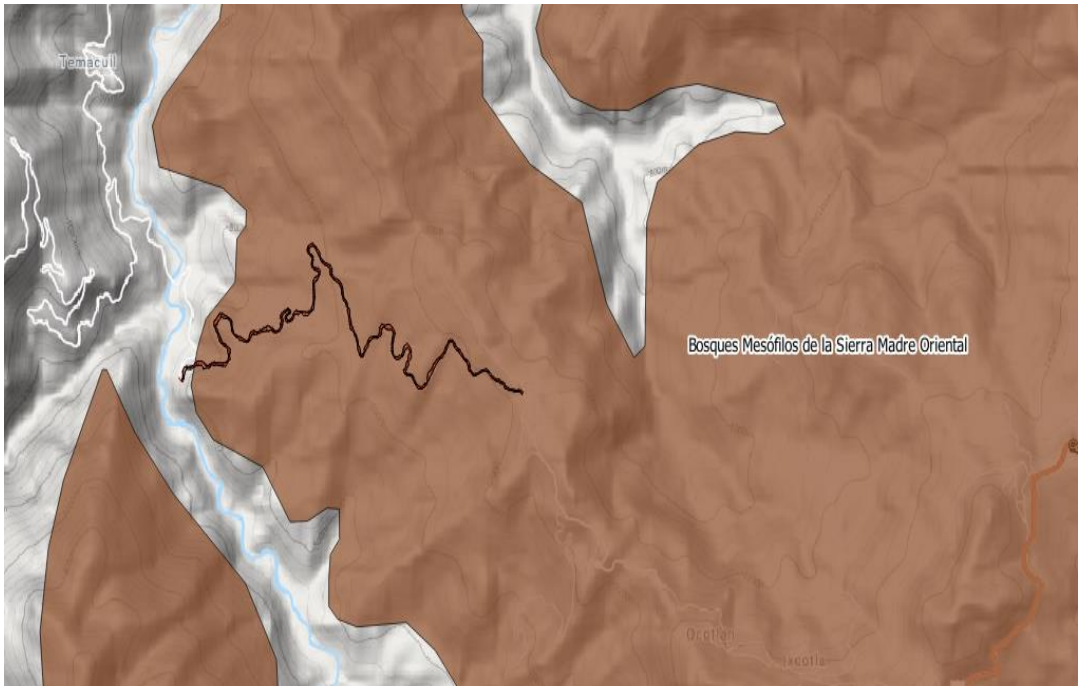


Figura 4.1. Regiones Terrestres Prioritarias (Datos vectoriales: CONABIO, 2008).

Como segunda variable se utilizó la carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI (2017), descargada de CONABIO; se puede observar que el proyecto está rodeado por Bosque Mesófilo de Montaña y Agrícola – Pecuario - Forestal, por lo que esto se tomó de referencia para posteriormente continuar con la delimitación del Sistema Ambiental Regional.

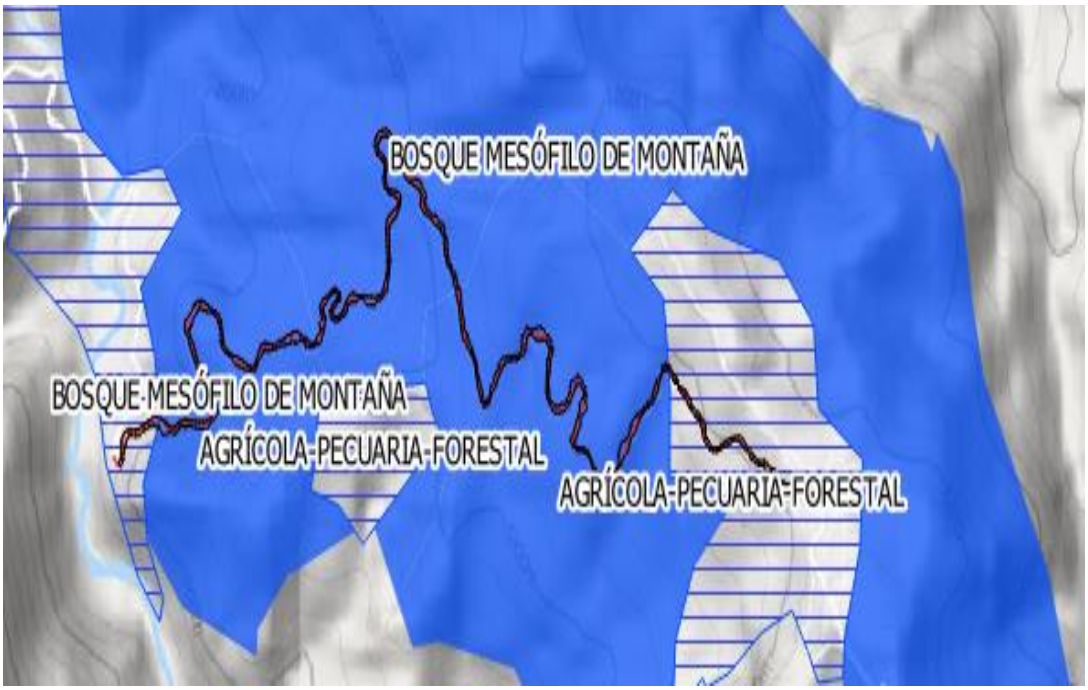


Figura 4.2. Uso de Suelo y Vegetación, serie VI, CONABIO.

Como tercera variable se utilizó la carta edafológica F 14–11 serie II del 2007 de INEGI

Figura 4.3. Edafología (Datos vectoriales INEGI, 2007)

Por último, se agregó una capa vectorial del Municipio de Molango de Escamilla para posteriormente hacer la delimitación del Sistema Ambiental Regional.

A partir de una superposición de estas cuatro variables se procedió a realizar la delimitación del SAR, con la ayuda del Software QGIS versión 3.4 (Figura 4), dando como resultado un Sistema Ambiental Regional con una superficie de 1299.9276 ha.

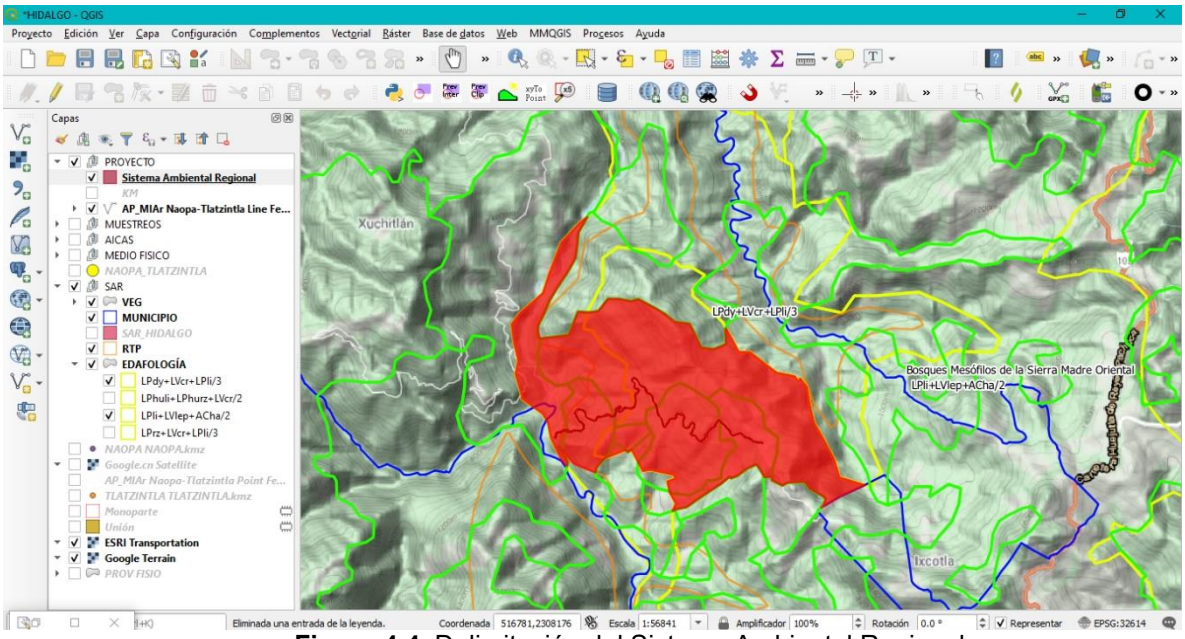


Figura 4.4. Delimitación del Sistema Ambiental Regional

4.2 CARACTERIZACIÓN Y ANÁLISIS DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

4.2.1 Medio físico

4.2.1.1 Clima

El clima se refiere al conjunto de fenómenos meteorológicos que caracterizan el estado medio de la atmósfera en un punto de la superficie de la tierra. El clima de una región está controlado por una serie de elementos como: temperatura, humedad, presión, eventos y precipitaciones, principalmente. Estos valores se obtienen a partir de la recopilación en forma sistemática y homogénea de la información meteorológica, durante períodos que se consideran suficientemente representativos, de 30 años o más. Factores como la latitud, longitud, continentalidad, relieve, dirección de los eventos, también determinan el clima de una región (INEGI 2014).

El 39% del estado de Hidalgo presenta clima seco y semiseco, el 33% templado subhúmedo el 16% cálido húmedo, 6 % cálido subhúmedo y el restante 6% templado húmedo, estos últimos se presentan en la zona de la huasteca. La temperatura media anual es de 16°C. La temperatura mínima del mes más frio, enero, es alrededor de 4 °C y la máxima se presenta en abril y mayo que en promedio es de 27°C. La lluvia se presenta en verano, en los meses de junio a septiembre, la precipitación media del estado es de 800 mm anuales. El clima seco y semiseco favorece el crecimiento de plantas cactáceas como el maguey pulquero, tuna y nopal.

Los climas predominantes dentro del SAR del proyecto se clasifican a través de claves climáticas con base a la clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García son: (A)C(fm) y C(w2). Representando climas templados húmedos, semicálidos húmedos con lluvias durante todo el año.

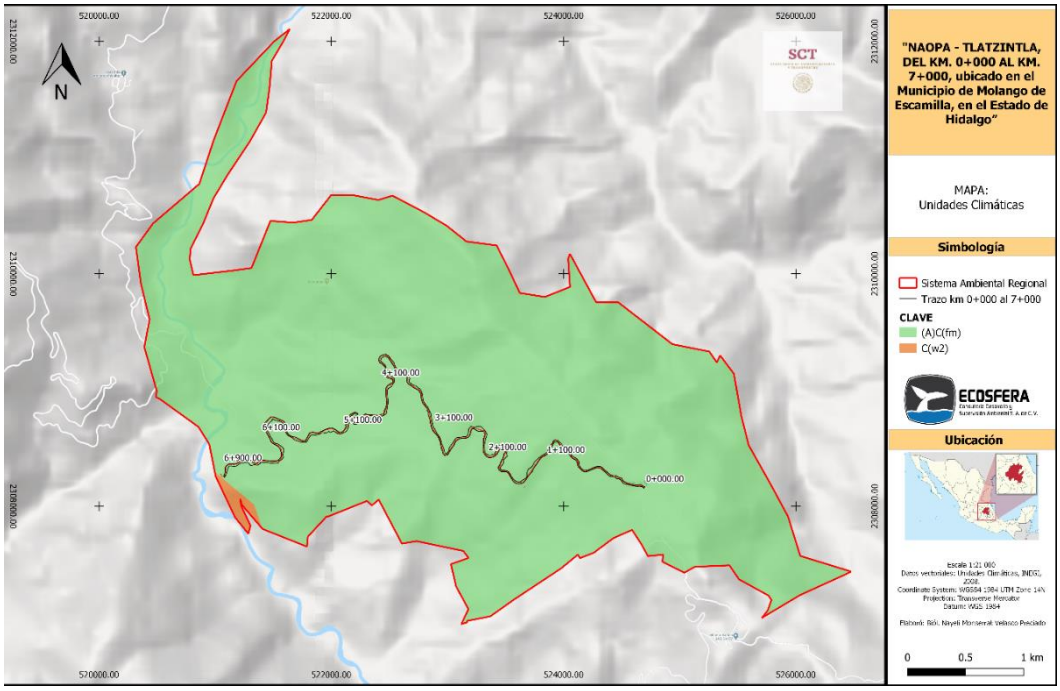


Figura 4.5. Clima

Temperatura: Para determinar estos datos se llevó a cabo la consulta de los datos de la estación climatológica 13066 Molango, en el municipio de Molango de Escamilla, esto debido a la cercanía de esta estación 10,587.96 m del centro del SAR. Se utilizaron las temperaturas medias de los últimos 3 años para hacer más representativos los datos y visualizar la fluctuación de estos. Cabe mencionar que no se han registrados datos desde el año 2013 en adelante en lo que respecta a temperatura. Sin embargo, se establecieron con dichas tendencias de las temperaturas del SAR, durante los años 2011-2013 las cuales oscilan entre los 21ºC a 22ºC.

Tabla 4.1. Temperatura media mensual de la estación climatológica 13066 Molango

13066 Molango	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Nov*	*Dic*	*Prom*
2017	19.08	18.51	24.09	25.33	26.35	23.96	23.30	23.35	22.13	21.25	19.28	16.03	19.08
2018	17.26	18.95	20.89	22.26	23.62	23.97	22.41	22.40	22.36	20.69	18.7	19.07	17.26
2019	17.30	21.60	20.06	error	23.26	23.4	22.08	22.38	19.55	22.79	22.3	19.27	17.30

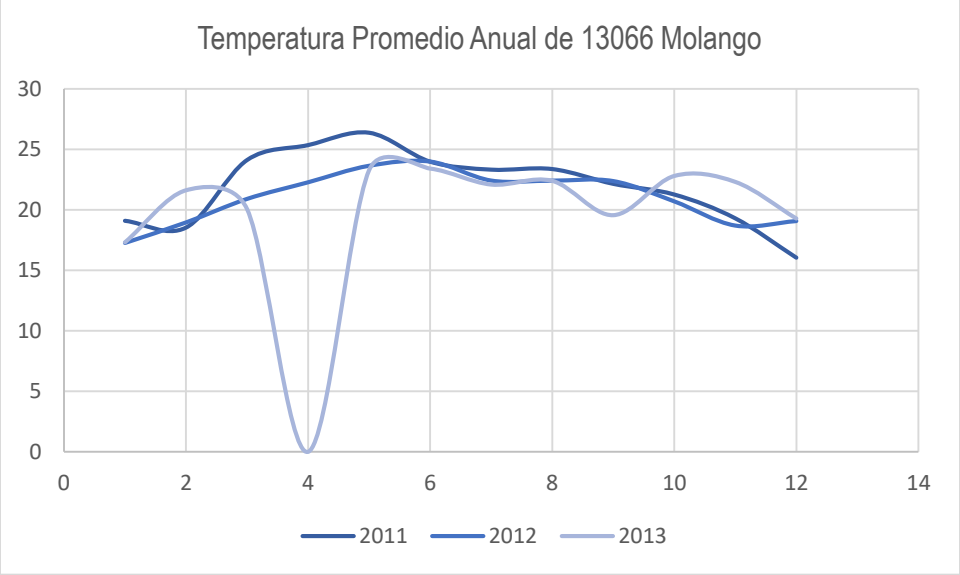


Figura 4.6. Delimitación Temperatura media anual registrada más cercana al SAR.

Los datos establecidos durante los últimos 3 años nos permiten aseverar lo dictado por la carta climática del INEGI, correspondiendo a las temperaturas señaladas para ese tipo de clima. Manteniendo primordialmente un clima templado con temperaturas semicálidas y lluvias durante todo el año.

Precipitación: Tomando los datos de la estación climatológica de Molango fue posible estimar un promedio de la precipitación durante los últimos tres años registrados para la zona más próxima a la superficie que abarca el proyecto, demostrando una oscilación entre los 120 mm anuales llegando a rebasar los 170 mm, debido a la antigüedad del registro es posible que estas variaciones se manifiesten de forma diferente, sin embargo es posible establecer la correlación entre las clasificaciones propuestas por Köppen demostrando un porcentaje mayor de milímetros durante la estación de verano.

Tabla 4.2. Precipitación (mm) mensual de la estación climatológica 13066 Molango

13066 Molango	*Ene*	*Feb*	*Mar*	*Abr*	*May*	*Jun*	*Jul*	*Ago*	*Sep*	*Oct*	*Nov*	*Dic*	*Total*
2011	31	16.5	6	23	22.5	576	334	158	199.5	24	94	37.5	**128.6**
2012	57.4	98.2	12	38	50	262.8	346.6	257.7	155.8	39	103.5	20.7	**120.1**
2013	22.7	52.3	41	0	86	453.7	170.8	58.7	635	165.5	154.3	45	**171.4**

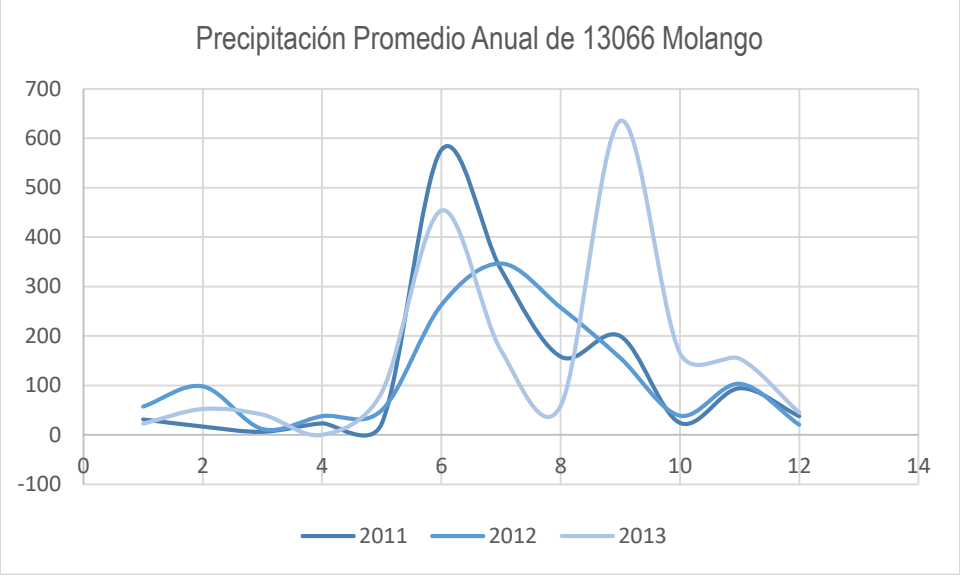


Figura 4.7. *Precipitación anual más cercana al SAR.*

4.2.1.2 Geología

El SAR se encuentra dentro de la provincia geográfica denominada Sierra Madre Oriental, ubicada al noreste del país, es una de las cadenas montañosas que se ubican en México, la cual mide aproximadamente 22,015,066 hectáreas; una de las regiones orográficas de tipo sedimentario marino más biodiversas del país.

Esta provincia abarca el mayor porcentaje del territorio de Hidalgo y está constituida principalmente por rocas sedimentarias, continentales y marinas; algunas muy antiguas en función de las características litoestratigráficas y estructurales de la provincia. En la porción correspondiente a la entidad se pueden diferenciar varios tipos de terrenos. Al oriente de esta región afloran, como "ventanas tectónicas" en el flanco occidental de la megaestructura denominada Anticlinorio de Huayacocotla, las rocas más antiguas que se conocen en el país, que se han correlacionado con rocas de terrenos metamórficos (gneises) "grenvillianos" que tienen edades hasta de 1,000 millones de años. A estos terrenos se les considera "el basamento" sobre el cual evolucionó la historia geológica del país; asimismo, en esta porción aflora una secuencia estratigráfica muy completa, ya que existen rocas paleozoicas, mesozoicas y cenozoicas, que en conjunto forman un paquete rocoso con más de 4,000 metros de espesor.

Aquí se encuentran algunas de las formas del relieve más espectaculares de la cordillera, que reflejan su complejidad estructural. La Sierra Madre Oriental presenta una importante escarpa frente a las rocas terciarias de la vecina provincia de la Llanura Costera del Golfo Norte. Además, hay superpuestos extensos derrames de rocas volcánicas (basaltos y tobas) de considerable espesor, los cuales parece que han rebasado su dominio para situarse como una cobertura que protege a las rocas mesozoicas de la erosión. En las porciones central y occidental de esta provincia es notable el predominio de las rocas sedimentarias del Cretácico (calizas y calizas

interestratificadas con lutitas). En los flancos de los anticlinales y en el centro de los sinclinales afloran las rocas del Cretácico Superior (calizas -lutitas) de la Formación Soyatal.

La secuencia mesozoica se encuentra atravesada por cuerpos intrusivos terciarios de diversa composición (sienitas, monzonitas y granodioritas), que quizá indican una asociación entre las fases tectónicas (períodos de intensa deformación) y la actividad magmática. Tales rocas intrusivas afloran en las localidades de San Nicolás, Agua Florida, al occidente de Zimapán y al oriente de Nicolás Flores.

Geología Estructural

Los rasgos estructurales que se presentan en esta provincia dan evidencias de varios episodios complejos de deformación de la secuencia rocosa que la conforma. El primero, de carácter compresivo, comenzó a fines del Cretácico y culminó a principios del Terciario. Este es responsable del relieve estructural de la provincia, que puede describirse como una cordillera arqueada y plegada, formada por series sedimentarias principalmente del Mesozoico, deformadas sobre un zócalo rígido, con superposición de varios estilos tectónicos que afectan todo el paquete sedimentario. La característica principal que controla el estilo de deformación se manifiesta por grandes pliegues recumbentes y grandes fallas inversas (cobijaduras) en el paquete calcáreo integrado por las Formaciones Tamaulipas, El Doctor y El Abra, que tiene trazas paralelas al rumbo general de los ejes de las megaestructuras plegadas. El estilo tectónico de la Sierra Madre Oriental puede considerarse como resultado de empujes horizontales de mantos de corrimiento que se deslizaron de oeste a este.

El otro episodio tectónico, de carácter distensivo, corresponde al desarrollo de sistemas de fallas normales y de fracturas con orientación noroeste-sureste y noreste-suroeste, que dislocan las estructuras plegadas y se manifiestan como rupturas en el relieve.

Simultáneamente con las fases orogénicas se inició un período de actividad magmática que se manifiesta en las estructuras de los cuerpos intrusivos (Stocks) y los derrames lávicos que cubren las rocas sedimentarias mesozoicas.

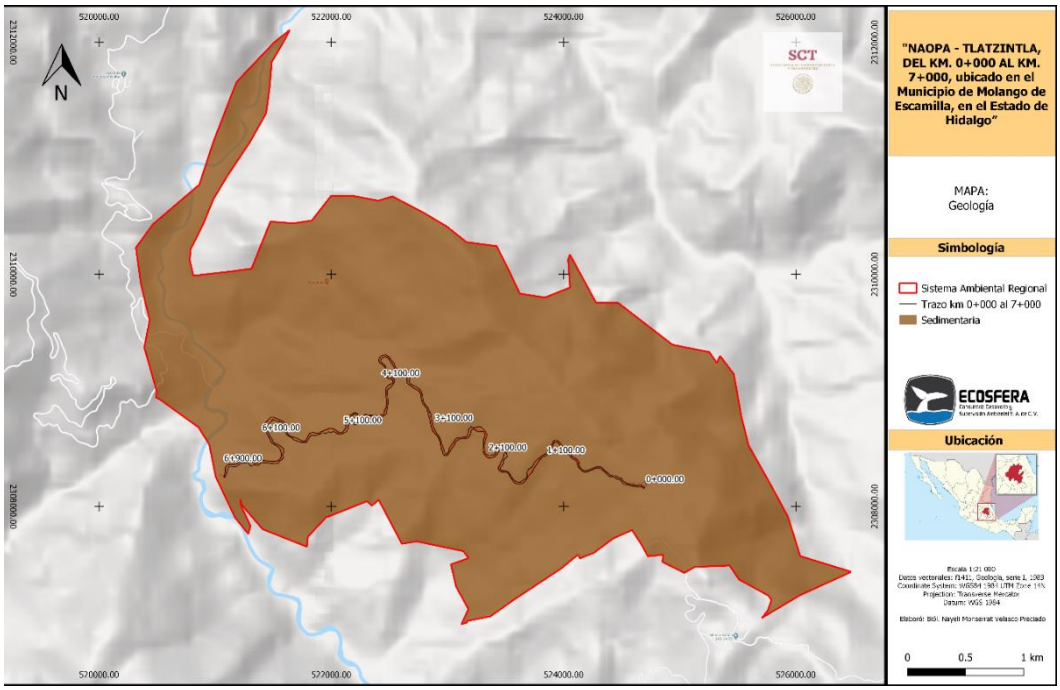


Figura 4.8. Geología del SAR.

Litología

La carta del Servicio Geológica Mexicano, nos muestras que el eje de trazo del camino, se encuentra en dos unidades Litológicas, el primero del km. 0+000 al km. 3+600 y del km. 3+900 al km. 7+000 (JsipLu-Ar) que corresponde a rocas sedimentarias del Jurásico Inferior (Lutitas – Areniscas), el cual comprende la mayor parte del tramo, y el segundo del km. 3+600 al km. 3+900 (JctCz-Lu), que corresponde a rocas sedimentarias (Calizas – Lutitas), del Jurásico Superior.

4.2.1.3 Geomorfología

El estilo tectónico de la Sierra Madre Oriental puede considerarse como resultado de empujes horizontales de mantos de corrimiento que deslizaron de oeste a este (INEGI, 1992). El conjunto de estructuras que caracterizan al relieve de esta provincia evolucionó sobre una paleogeografía constituida por sedimentos mesozoicos plegados, los cuales correspondían a la Sierra Madre Oriental. Demostrando su relieve escarpado presentando numerosas sierras, siendo esta la topoforma perteneciente a la superficie considerada dentro del SAR del proyecto.

Las sierras calcáreas son las que constituyen la mayor parte de la zona de estudio y corresponden al frente de la Sierra Madre Oriental, la cual está formada por pliegues anticlinales y sinclinales, frecuentemente recumbentes y afectados por fallamientos, en rocas calizas y lutitas, formando sierras que se elevan hasta 1400 msnm, mientras que la planicie del oriente se ubica a 200 msnm. La sierra presenta pendientes pronunciadas y está disectada por ríos y arroyos en ocasiones en forma de V. En general la topografía es abrupta.

Dentro de las sierras dominan los suelos Rendzina, Litosol, Feozem calcárico y háplico; Regosol calcárico, dístrico y éutrico; Luvisol vértlco, crómico y ártico. En menor proporción Vertisoles pélicos. Acrisoles órticos y Cambisóles vérticos y húmicos, todos asociados entre sí. La mayoría limitados por fase lítica y en menor cantidad por fase dúrica, pedregosa y petrocálcica.

La Topografía de la zona en donde se aloja el proyecto, corresponde a un terreno correspondiente de lomerío fuerte a montañoso, con una elevación máxima y mínima de 1,232 y 784 mts., respectivamente, sobre el nivel del mar.

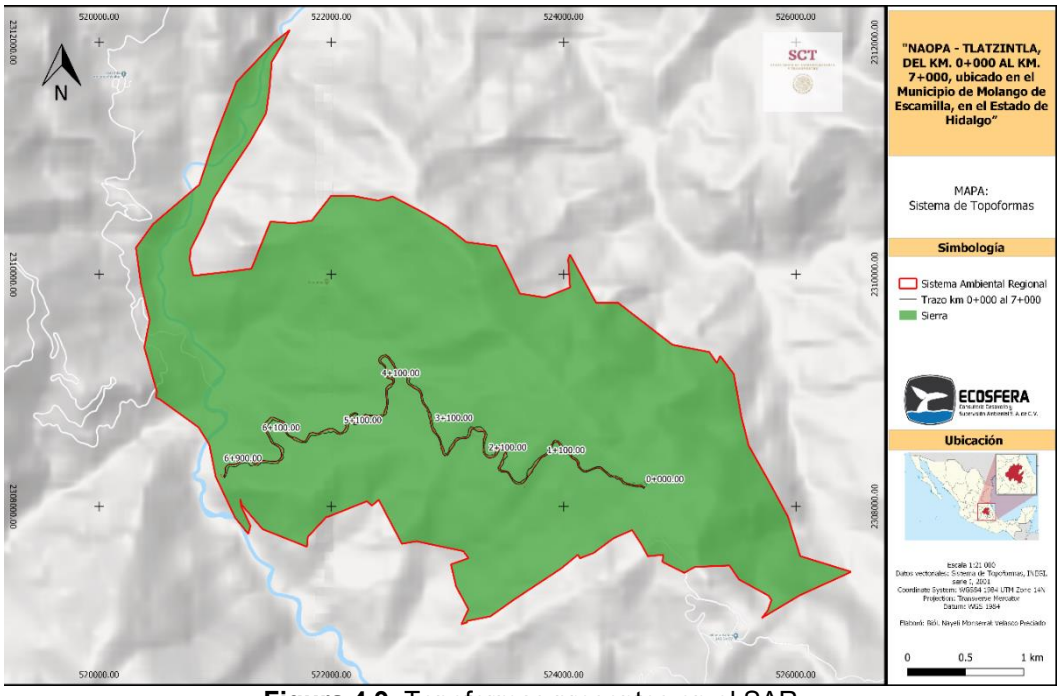


Figura 4.9. Topoformas presentes en el SAR

4.2.1.4 Suelo

Los suelos presentes en el SAR se identificaron de acuerdo con las cartas edafológicas, así como la información recabada en la literatura. Los tipos de suelos identificados en la superficie del SAR corresponden Leptosol (73.0%), Luvisol (15.84%) y Phaeozem (9.0%).

Dentro del SAR del proyecto los suelos dominantes son Leptosoles* en su totalidad y estos se conocen en otras clasificaciones como Litosoles y Redzinas, son suelos muy delgados, pedregosos y poco desarrollados que pueden contener una gran cantidad de material calcáreo. Son los suelos de mayor distribución a nivel mundial (1 655 millones de hectáreas; IUSS, 2007) y están asociados a sitios de compleja orografía, lo que explica su amplia distribución en México. Estos suelos se encuentran en todos los tipos climáticos (secos, templados, húmedos), y son particularmente comunes en las zonas montañosas y en planicies calizas superficiales. Su potencial agrícola está limitado por su poca profundidad y alta pedregosidad, lo que los hace difíciles de trabajar.

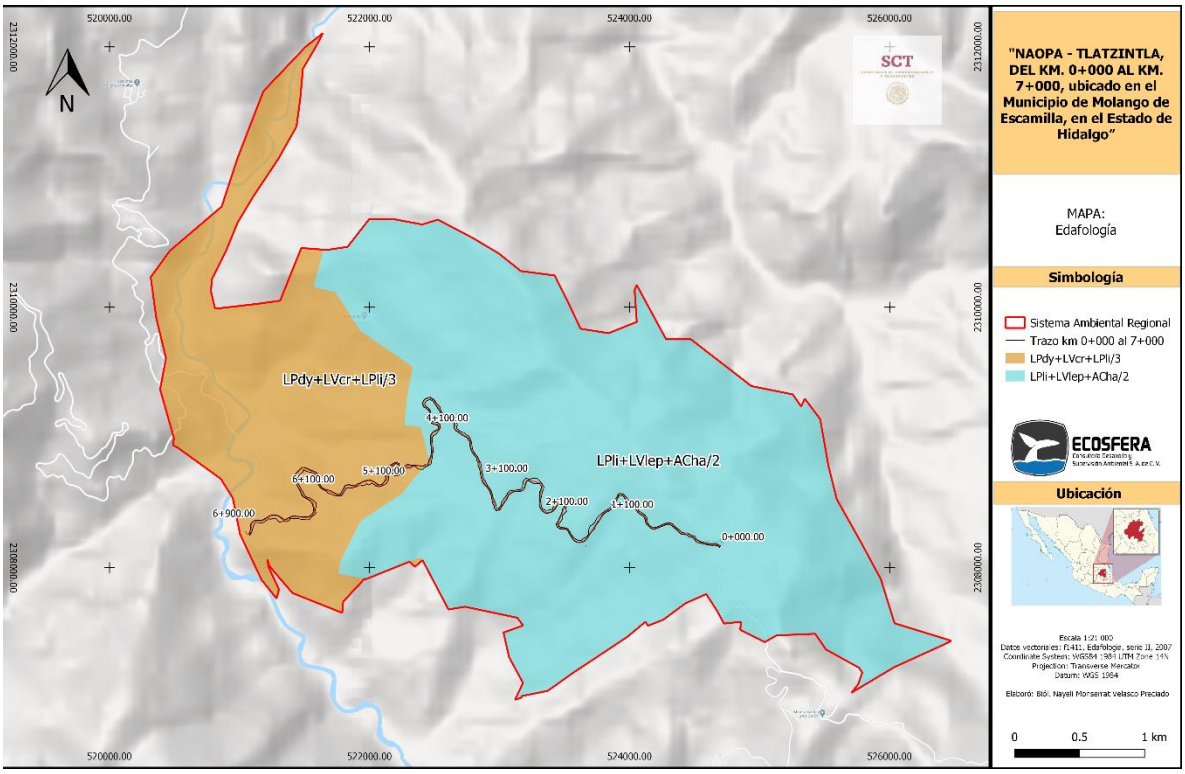


Figura 4.10. Edafología presente en el SAR.

*INEGI. Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000, Serie II (Continuo Nacional).

4.2.1.5 Hidrología

En el estado de Hidalgo las corrientes son escasas. Esto se debe a dos factores primordialmente: el clima y la topografía. En las porciones norte y noreste, aunque los vientos húmedos del Golfo propician abundantes lluvias, lo abrupto de la Sierra Madre Oriental impide el aprovechamiento de los escurrimientos, ya que descienden rápidamente a las zonas bajas, las cuales forman parte de los estados de San Luis Potosí, Veracruz y Puebla. En cuanto a la explotación del agua subterránea ésta es baja, pues son pocas las áreas planas.

El estado de Hidalgo se encuentra comprendido casi en su totalidad dentro de la región hidrológica "Río Pánuco" (No. 26), con una superficie de 19 793.60 km^2. Sólo una pequeña extensión de la porción oriental forma parte de la región No. 27 "Tuxpan-Nautla", la cual cubre un área de 1 111.52 km^2.

Respecto al SAR del proyecto, esta se encuentra dentro de la cuenca hidrológica denominada "Río Pánuco" (No. 26), en su totalidad. Está región corresponde a la vertiente del Golfo de México y está considerada como una de las más importantes del país, tanto por su superficie, que la ubica en el cuarto lugar nacional, como por el volumen de sus escurrimientos, que le otorgan el quinto lugar. Debido a su gran superficie, la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos dividió esta región en dos: "Alto Pánuco" y "Bajo Pánuco".

La zona del "Alto Pánuco" comprende las cuencas de los ríos Tula y San Juan del R ío, que son afluentes del río Moctezuma; y las cuencas Metztitlán y Amajac, que originan el río Amajac. El área del "Bajo Pánuco" comprende las cuencas de los ríos Extóraz, Bajo Amajac, Tempoal, Moctezuma, Tampaón y Pánuco. La entidad abarca parte de estas dos zonas e incluye solamente una cuenca, la del "Río Moctezuma".

Esta ocupa una superficie dentro de Hidalgo de 19 793.60 km^2, y tiene como corriente principal el río Moctezuma, que se origina en el cerro La Bufa, Estado de México, a 3 800 m.s.n.m. En su inicio es denominado San Jerónimo. Los afluentes de esta corriente en territorio hidalguense son; el río Tizahuapan, que nace en la Sierra de Pachuca. El Metztitlán, que se origina en Puebla y deposita sus aguas en la laguna de Metztitlán con el nombre de río Tulancingo, para continuar posteriormente su curso hasta el Moctezuma, como río Amajac. El río Tula, generado en el Estado de México, inicia su recorrido con dirección norte hasta la población de Ixmiquilpan, de ahí cambia su curso hacia el noroeste para después confluir con el río San Juan del Río, a partir de donde recibe la denominación de río Moctezuma y funciona como límite natural entre Querétaro e Hidalgo.

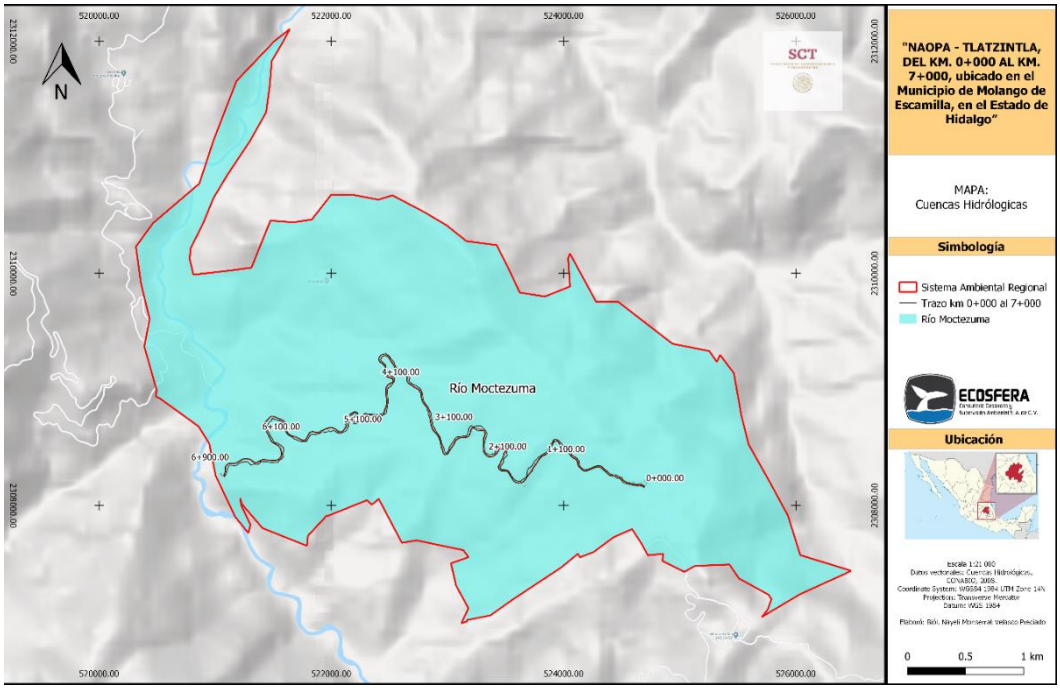


Figura 4.11. Cuenca hidrológica presente en el SAR.

Hidrología subterránea con presencia de acuíferos

Un acuífero es una formación geológica capaz de almacenar y transmitir agua susceptible de ser explotada en cantidades económicamente apreciables para atender diversas necesidades, el tipo se pueden diferenciar por las características litológicas (dendríticos o carbonatados), por el tipo de hueco (poroso, cársico o fisurado) o por la presión hidrostática (libres, confinados o semi confinados), esto varía dependiendo de la zona en la que se encuentre dicho acuífero (Molinero 2005).

El acuífero Orizatlán, definido con la clave 1302 en el Sistema de Información Geográfica para el Manejo del Agua Subterránea (SIGMAS) de la CONAGUA, se localiza en la porción norte del estado de Hidalgo, entre los paralelos 20º 35” y 21º 20” de latitud norte y entre los meridianos 98º 25” y 99º 20” de longitud oeste, cubriendo una superficie aproximada de 2,900 km ^{2}. Colinda al norte con los acuíferos Huasteca Potosina y Tamuín, pertenecientes al estado de San Luis Potosí; al noreste y este con los acuíferos Atotonilco-Jaltocan y Atlapexco-Candelaria; al sur con Meztitlán, Amajac e Ixmilquilpan; en tanto que al oeste tiene comparte límites con el acuífero Zimapán; todos ellos pertenecientes al estado de Hidalgo. Este acuífero se encuentra en su totalidad en la superficie del SAR del proyecto (Figura 8).

Las evidencias geológicas, geofísicas e hidrogeológicas permiten definir la presencia de un acuífero tipo libre heterogéneo y anisótropo, constituido en su porción superior, por sedimentos aluviales de granulometría variada, de espesor reducido que no sobrepasa los 10 m, debido a que están subyacidos por lutitas. Este es el acuífero que actualmente se explota en el valle que, localizado en el extremo nororiental del acuífero, principalmente mediante norias perforadas a mano en los subálveos del río y arroyos que sólo satisfacen las necesidades del uso doméstico-abrevadero. Las calizas y areniscas que forman parte de las secuencias calcáreo-arcillosas, así como los basaltos, representan una fuente potencial de agua subterránea que aún no ha sido explorada (CEA, 2007).

Geopolíticamente abarca totalmente los municipios Juárez Hidalgo, Nicolás Flores, San Felipe Orizatlán, Tlahuiltepa y Tepehuacán de Guerreo; parcialmente los municipios Cardonal, Chapulhuacán, Eloxochitlán, Huejutla de Reyes, Ixmiquilpan, Jacala de Ledezma, Lolotla, Metztitlán, La Misión, Molango de Escamilla, Tlanchinol y Zimapán.

El acuífero Orizatlán pertenece al Organismo de Cuenca Golfo Norte y es jurisdicción territorial de la Dirección Local en Hidalgo. En el acuífero no existe veda de aguas subterráneas. De acuerdo con la Ley Federal de Derechos en Materia de Agua 2010, el municipio de Zimapán se clasifica como zona de disponibilidad 4, Ixmiquilpan como zona de disponibilidad 5, Metztitlán como zona 7, los municipios Juárez Hidalgo, Nicolás Flores, San Felipe Orizatlán y Tepehuacán de Guerrero como zona de 8. Con respecto a los municipios que comprende parcialmente el acuífero, Cardonal, Eloxochitlán, Huejutla de Reyes, Jacala de Ledezma, Lolotla, La Misión, Molango de Escamilla, Tlahuiltepa y Tlanchinolse clasifican como zona de disponibilidad 8 y el municipio Chapulhuacán como zona de disponibilidad 9. El usuario principal es el doméstico. En el territorio del acuífero se localiza parte de los Distritos de Riego 008 Metztitlán y el 100 Alfajayucan.

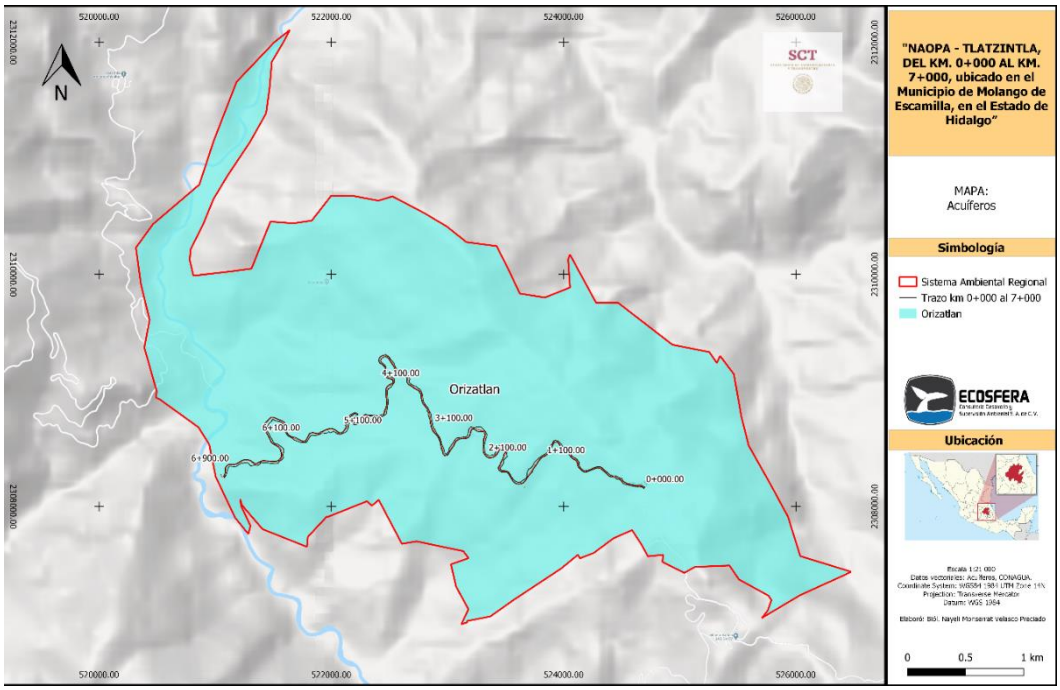


Figura 4.12. Acuífero presente en el SAR del proyecto.

4.2.2 Medio biótico

4.2.2.1 Caracterización de la vegetación

Vegetación

Se considera como vegetación al conjunto de plantas que habitan en una región, analizado desde el punto estructural y de la composición florística de las comunidades que la conforman (Rzedowski, 2006). Por ello, la vegetación se define principalmente por su fisonomía, composición florística y la estacionalidad de los elementos dominantes que la conforman. Asimismo, el establecimiento y distribución de la vegetación está sujeta a diversos factores de origen abiótico como los edafoclimáticos que imperen en determinado lugar (el clima, tipo de suelo, orografía, exposición) así como la ubicación geográfica (latitud y altitud), mismos que definen el comportamiento fenológico de las especies a lo largo del año (Miranda y Hernández, 2014).

Florística y vegetación de México

México es considerado como un país megadiverso (Gío-Argáez y López-Ochoterena, 1993; Ramamoorthy *et al*., 1993; Flores y Gerez, 1994; Villaseñor, 2003; Villaseñor, 2016; Martínez-Meyer *et al.*, 2014; López-Hernández *et al.*, 2017) tanto en riqueza florística como fisonómica; dentro del territorio nacional se encuentran centros de diversificación grupos botánicos como los pinos (*Pinus*), encinos (*Quercus*), cactus (Cactaceae) y agaves (*Agave*), y una amplia variedad de comunidades vegetales (Akeroyd y Synge, 1992; Mittermeier y Goettsch, 1992; Heywood y Davis, 1997; Neyra y Durand, 1998; Villaseñor, 2003; Villaseñor, 2004), por lo que se le considera como una de las más complejas a nivel global (González-Medrano, 2003; Frías-Castro *et al*.,

2017). Por ello, a lo largo de los años han surgido diferentes propuestas para clasificar dicha vegetación. Los sistemas de clasificación más reconocidos y aplicados a nivel nacional son los de Miranda y Hernández de 1963 y el de Rzedowski de 1978.

Conforme a lo anterior, los tipos de vegetación que cubren el territorio nacional van desde selvas altas preferentemente distribuidas en las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico, hasta los matorrales y desiertos áridos del norte y península de Baja California y en toda la altiplanicie mexicana. Esta gran variedad de ecosistemas y basta diversidad es producto de que México se ubica dentro de los reinos Holártico y Neotropical, así como a los climas presentes y a su historia geológica que ha propiciado la formación de bastos tipos de suelo, geoformas y relieves. Por otra parte, es común que dentro de los tipos de vegetación determinados dentro de un área específica se establezcan asociaciones de carácter secundario que dificulta la identificación de los elementos propios de la comunidad climax pues se encuentran en un estado sucesional intermedio donde imperan especies o grupos no tan comunes en la vegetación primaria. Tales situaciones de transición son especialmente notables cuando el medio ambiente sufre cambios graduales, y en muchos casos derivados de actividades antropogénicas, adquiriendo el aspecto de mosaicos, modificando el paisaje original.

Florística y vegetación de Hidalgo

El estado de Hidalgo se encuentra inmerso en cuatro de las provincias biogeográficas presentes en el país: Altiplanicie Mexicana, Faja Volcánica Transmexicana, Llanura Costera del Golfo de México y Sierra Madre Oriental (Valdivia-Ornelas y Castillo-Aja, 2001), de las cuales el *SAR* y *AP* se encuentran inmersos dentro de la Sierra Madre Oriental, específicamente en la subprovincia del Carso Huasteco (Figura 1). Por otro lado, de acuerdo con Rzedowski (1978) y Ramírez-Bautista *et al.* (2010), dentro del estado se distribuyen 13 tipos de vegetación:

- Bosque de pino (BP)
- Bosque de encino (BQ)
- Bosque de pino-encino (BPQ)
- Bosque mesófilo de montaña (BMM)
- Bosque tropical caducifolio (BTC)
- Bosque tropical subcaducifolio (BTS)
- Bosque tropical perennifolio (BTP)
- Bosque de oyamel (BO)
- Matorral submontano (MSM)
- Matorral xerófilo (MX)
- Pastizal (P)
- Vegetación riparia (VR)
- Vegetación secundaria (VS)

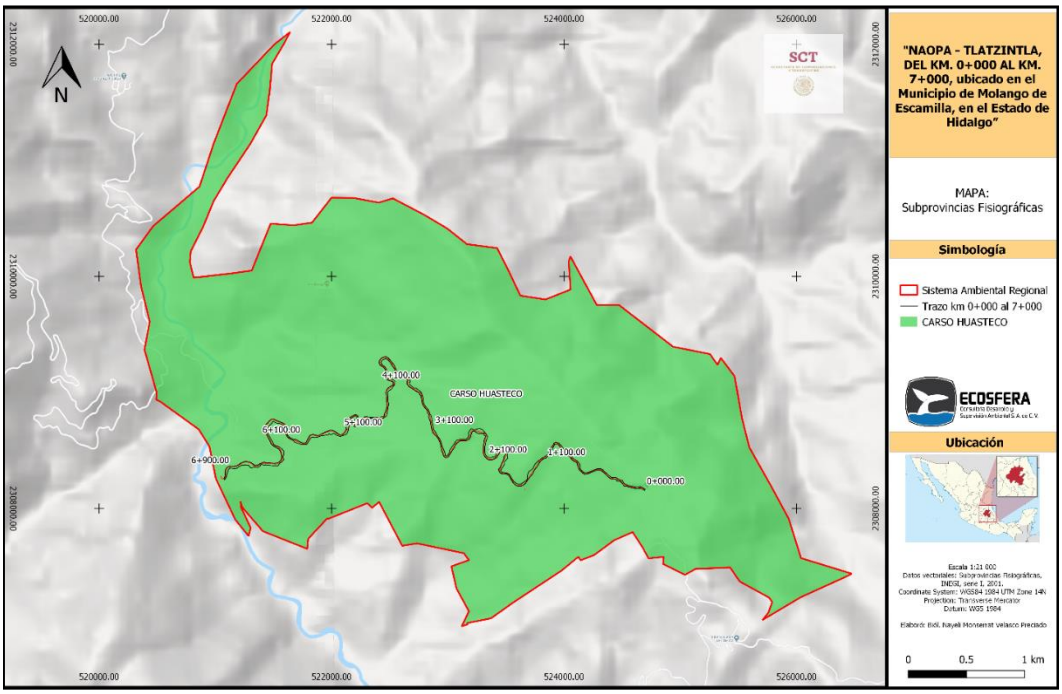


Figura 13. Provincia fisiográfica de la Sierra Madre Oriental y subproviencia del Carso Huasteco en la cual se encuentran insertos el *SAR* y *AP*.

En ese sentido, al hablar de la riqueza de especies por grupo taxonómico, encontramos que los musgos (Bryophyta) albergan 983 especies, los helechos (Pteridophyta) 1,030, las coníferas (Coniferophyta) 27, las cícadas (Cycadophyta) 55 y las plantas con flores verdaderas (Angiosperma) con alrededor de 3,654 taxa (Villaseñor y Ortiz, 2014, CONABIO, 2017).
No obstante, se realizará una caracterización más puntual de acuerdo con la metodología de trabajo que se describirá en los numerales posteriores.

Metodología de trabajo

Para la correcta caracterización de la vegetación presente tanto en el *Sistema Ambiental Regional* (*SAR*) como dentro del *Área del proyecto* (*AP*) será necesario el trabajo tanto de gabinete como de campo con el fin de presentar un trabajo integral basado tanto en publicaciones científicas como en la validación de campo.

Trabajo de gabinete

Con la finalidad de realizar la caracterización de la vegetación dentro de este estudio, se revisaron obras literarias que describen a nivel comunidad a las asociaciones vegetales como Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014), así como en todas las obras literarias y artículos científicos generados dentro o en colindancia a las zonas de caracterización, las cuales desarrollan de manera general la estructura y composición de estas. Para la revisión y consulta de la flora potencial y la corroboración de las especies presentes se emplearon las obras literarias de Isiordia-Aquiano et al. (2012), Bravo *et al*.

(2016), Pennington y Sarukhán (2016), así como bibliografía específica para grupos taxonómicos a nivel familiar o genérico, dando importancia a aquellas obras en las que se incluyeran claves taxonómicas. De igual forma, se compararon las muestras y fotografías tomadas con los ejemplares Tipo o correspondientes al área de trabajo, digitalizados y disponibles en la base de datos de Jstor Global Plants (https://plants.jstor.org/). Se estableció y verificó la nomenclatura utilizada conforme a los datos disponibles en la base de datos Tropicos del Missouri Botanical Garden (http://www.tropicos.org/) y la literatura científica, dando preferencia a la nomenclatura reciente y/o aceptada por la comunidad científica.

Para el establecimiento de las unidades de muestreo, se trabajó con el programa *QGis*® 3.4, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando imágenes satelitales e información vectorial. A partir de las características del proyecto y la distribución de las comunidades vegetales dentro de la zona, se determinó establecer los sitios de muestreo de manera dirigida a lo largo del *AP* y del *SAR*, ya que los ecosistemas presentes se distribuyen de manera homogénea dentro de este y no presentan una gran variabilidad florística y dasométrica. Una vez determinados los sitios de muestreos, se recopiló todo el material y equipo necesario para la ejecución del trabajo de campo.

Trabajo de campo

Ya definidos los sitios de muestreo para la caracterización de la vegetación, se realizaron recorridos de campo para verificar que los tipos de vegetación definidos en escritorio fueran congruentes con lo que se distribuye en campo. En caso de que se presentaran incongruencias, se modificaron los sitios a otros lugares en donde se cumplieran de mejor manera los objetivos de la caracterización de la vegetación.

Sitios de muestreo

- *Forma y superficie de los sitios de muestreo*

Para la caracterización de la vegetación se empleó el método de sitios de transectos de *Gentriy* (Figura 2) con una superficie de 100 **m^2** (adaptado de Mostacedo y Fredericksen, 2000) ya que cubrían de manera adecuado el objetivo de este trabajo ya que se adaptaba al tipo de superficie del área del proyecto.
Dentro de cada transecto se registró la fecha de muestreo, localidad, coordenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada sitio. Se registraron los individuos arbóreos, arbustivos, herbáceos y epífitos-trepadores observados, designando identidad taxonómica y tomando medidas de altura, cobertura y diámetro normal (DN a 1.30 m de altura) para cada uno, entre otras variables.

De acuerdo con las comunidades vegetales identificadas, se analizaron los siguientes estratos atendiendo a lo siguiente :

- ***Arbóreo:*** Todos aquellos individuos de 7.5 cm de DN o mayores. Se registró especie taxonómica, DN y altura total en 100 m^2. Para todos los individuos que presentaran bifurcaciones por debajo del 1.3 m y alcanzaran el DN mínimo, se consideraron como individuos independientes

- ***Arbustivo:*** Todos aquellos individuos mayores a 51 cm de altura y menores a 7.5 cm de DN. Se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en 25 m^2.
- ***Herbáceo:*** Todos aquellos individuos de 0 a 50 cm de altura. Para estos se registró especie taxonómica, altura media y cobertura en porcentaje en una superficie de 1 m^2 ubicada en el límite norte del sitio para la determinación del estrato arbustivo.
- ***Epífito y trepador*** en una superficie de 25 m^2.

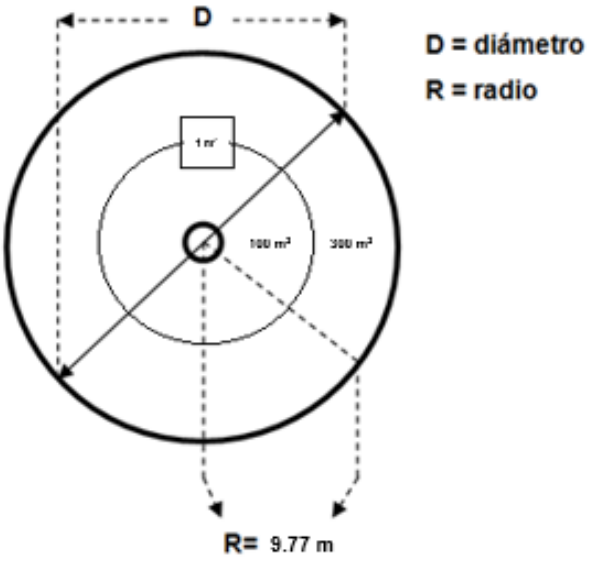
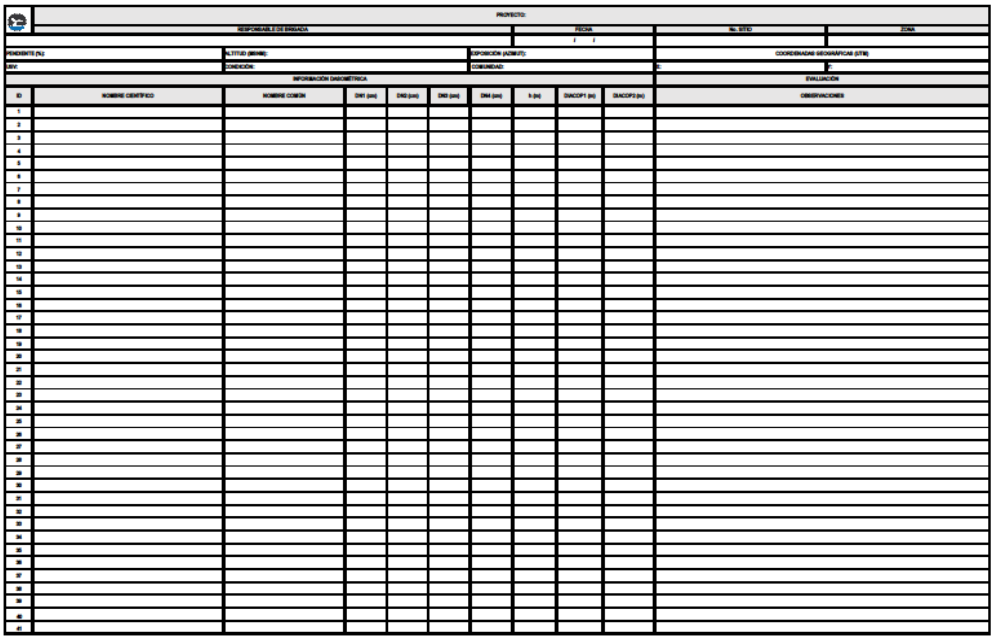


Figura 4.14. Sitio de muestreo de forma circular



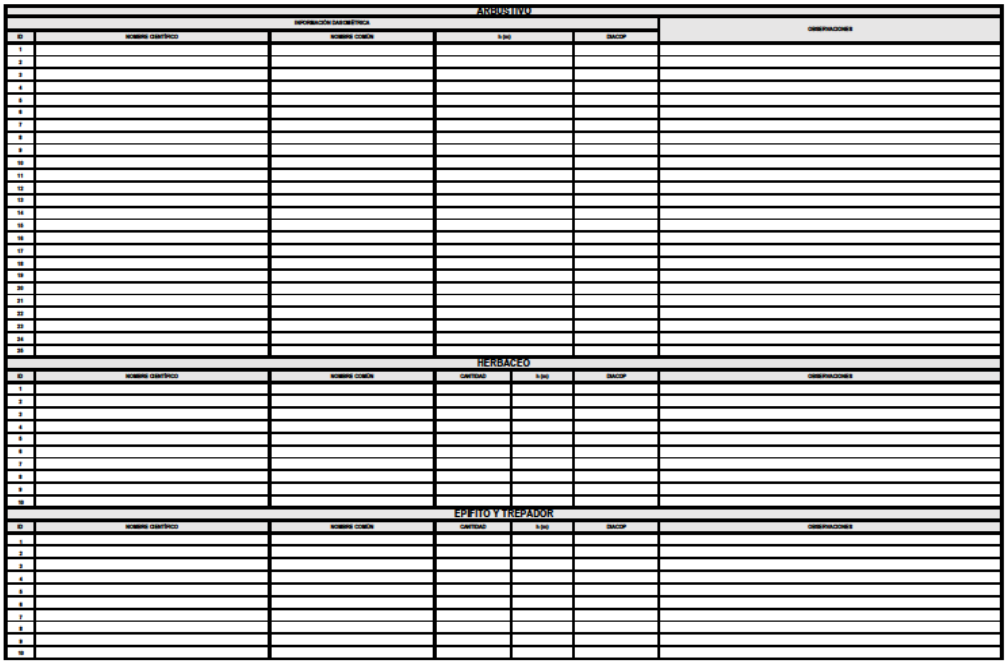
PROYECTO:

RESPONSABLE DE BRIGADA	FECHA	No. SITIO	ZONA
	/ /		

PENDIENTE (%)	ALTITUD (MSNM)	EXPOSICIÓN (AZIMUT)	COORDENADAS GEOGRÁFICAS (UTM)	
UBV	CONDICIÓN:	COMUNIDAD:	X:	Y:

INFORMACIÓN DASOMÉTRICA										EVALUACIÓN
ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	DN1 (cm)	DN2 (cm)	DN3 (cm)	DN4 (cm)	h (m)	DIACOP1 (m)	DIACOP2 (m)	OBSERVACIONES
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										
21										
22										
23										
24										
25										
26										
27										
28										
29										
30										
31										
32										
33										
34										
35										
36										
37										
38										
39										
40										
41										

Figura 4.15. Formato de campo para el levantamiento del estrato arbóreo.



ARBUSTIVO

INFORMACIÓN DASOMÉTRICA					OBSERVACIONES
ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	h (m)	DIACOP	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

HERBACEO

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	h (m)	DIACOP	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

EPIFITO Y TREPADOR

ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	CANTIDAD	h (m)	DIACOP	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Figura 4.16. Formato de campo del resto de los estratos

Figura 4.17. Actividades de muestreo dentro de los sitios de caracterización de la vegetación.

Figura 4.18. Actividades de muestreo dentro de los sitios de caracterización de la vegetación.

- *Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo*

Derivado del análisis de la información vectorial de la *Carta de Uso de Suelo y Vegetación* Serie VI de INEGI (2014), se definió que el tipo de vegetación que se distribuye dentro del

AP corresponde a vegetación de *Bosque Mesófilo de Montaña (BMM),* por lo que se establecieron **14 sitios de muestreo** a lo largo del proyecto y otros **14 sitios de muestreo** distribuidos a lo largo del *SAR* con el fin de tener unidades comparables.

Tabla 4.3. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del *AP* y *SAR.*

ÁREA DEL PROYECTO (AP)					*SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)*				
Sitio de muestreo	***Vértice***	***Tipo de vegetación***	***X***	***Y***	***Sitio de muestreo***	***Vértice***	***Tipo de vegetación***	***X***	***Y***
AP-01	1	BMM	521390	2308389	SAR-01	1	BMM	521137	2308577
AP-01	2	BMM	521393	2308385	SAR-01	2	BMM	521132	2308577
AP-01	3	BMM	521376	2308374	SAR-01	3	BMM	521133	2308597
AP-01	4	BMM	521373	2308378	SAR-01	4	BMM	521138	2308597
AP-02	1	BMM	521567	2308482	SAR-02	1	BMM	521106	2308528
AP-02	2	BMM	521572	2308483	SAR-02	2	BMM	521111	2308528
AP-02	3	BMM	521572	2308463	SAR-02	3	BMM	521107	2308548
AP-02	4	BMM	521577	2308464	SAR-02	4	BMM	521112	2308548
AP-03	1	BMM	521688	2308572	SAR-03	1	BMM	521334	2309181
AP-03	2	BMM	521689	2308577	SAR-03	2	BMM	521329	2309181
AP-03	3	BMM	521708	2308570	SAR-03	3	BMM	521330	2309201
AP-03	4	BMM	521707	2308566	SAR-03	4	BMM	521335	2309201
AP-04	1	BMM	521499	2308540	SAR-04	1	BMM	521412	2309169
AP-04	2	BMM	521502	2308544	SAR-04	2	BMM	521407	2309169
AP-04	3	BMM	521485	2308555	SAR-04	3	BMM	521408	2309189
AP-04	4	BMM	521482	2308551	SAR-04	4	BMM	521413	2309189
AP-05	1	BMM	521814	2308599	SAR-05	1	BMM	520668	2309289
AP-05	2	BMM	521823	2308617	SAR-05	2	BMM	520663	2309289
AP-05	3	BMM	521819	2308619	SAR-05	3	BMM	520664	2309309
AP-05	4	BMM	521809	2308601	SAR-05	4	BMM	520669	2309309
AP-06	1	BMM	522138	2308767	SAR-06	1	BMM	520703	2309298
AP-06	2	BMM	522136	2308771	SAR-06	2	BMM	520698	2309298
AP-06	3	BMM	522153	2308782	SAR-06	3	BMM	520699	2309318
AP-06	4	BMM	522156	2308777	SAR-06	4	BMM	520704	2309318
AP-07	1	BMM	522352	2308780	SAR-07	1	BMM	520658	2309345
AP-07	2	BMM	522352	2308785	SAR-07	2	BMM	520653	2309345
AP-07	3	BMM	522332	2308786	SAR-07	3	BMM	520654	2309365
AP-07	4	BMM	522332	2308781	SAR-07	4	BMM	520659	2309365
AP-08	1	BMM	522468	2309171	SAR-08	1	BMM	522820	2309022
AP-08	2	BMM	522463	2309172	SAR-08	2	BMM	522825	2309022
AP-08	3	BMM	522469	2309192	SAR-08	3	BMM	522821	2309042
AP-08	4	BMM	522474	2309190	SAR-08	4	BMM	522826	2309042
AP-09	1	BMM	522803	2308871	SAR-09	1	BMM	522954	2308930
AP-09	2	BMM	522807	2308874	SAR-09	2	BMM	522949	2308930
AP-09	3	BMM	522795	2308890	SAR-09	3	BMM	522950	2308950
AP-09	4	BMM	522791	2308887	SAR-09	4	BMM	522955	2308950
AP-10	1	BMM	522650	2309070	SAR-10	1	BMM	522899	2308363
AP-10	2	BMM	522655	2309069	SAR-10	2	BMM	522894	2308363
AP-10	3	BMM	522661	2309088	SAR-10	3	BMM	522895	2308383
AP-10	4	BMM	522656	2309089	SAR-10	4	BMM	522900	2308383
AP-11	1	BMM	523056	2308553	SAR-11	1	BMM	522784	2308391
AP-11	2	BMM	523051	2308555	SAR-11	2	BMM	522779	2308391
AP-11	3	BMM	523044	2308536	SAR-11	3	BMM	522780	2308411
AP-11	4	BMM	523048	2308534	SAR-11	4	BMM	522785	2308411
AP-12	1	BMM	523336	2308429	SAR-12	1	BMM	523652	2308304
AP-12	2	BMM	523331	2308427	SAR-12	2	BMM	523647	2308304
AP-12	3	BMM	523324	2308446	SAR-12	3	BMM	523648	2308324
AP-12	4	BMM	523329	2308448	SAR-12	4	BMM	523653	2308324
AP-13	1	BMM	523586	2308204	SAR-13	1	BMM	523711	2308485
AP-13	2	BMM	523589	2308208	SAR-13	2	BMM	523706	2308485
AP-13	3	BMM	523573	2308220	SAR-13	3	BMM	523707	2308505
AP-13	4	BMM	523570	2308216	SAR-13	4	BMM	523712	2308505
AP-14	1	BMM	523853	2308456	SAR-14	1	BMM	523605	2308298
AP-14	2	BMM	523857	2308453	SAR-14	2	BMM	523600	2308298
AP-14	3	BMM	523869	2308469	SAR-14	3	BMM	523601	2308318
AP-14	4	BMM	523865	2308472	SAR-14	4	BMM	523606	2308318

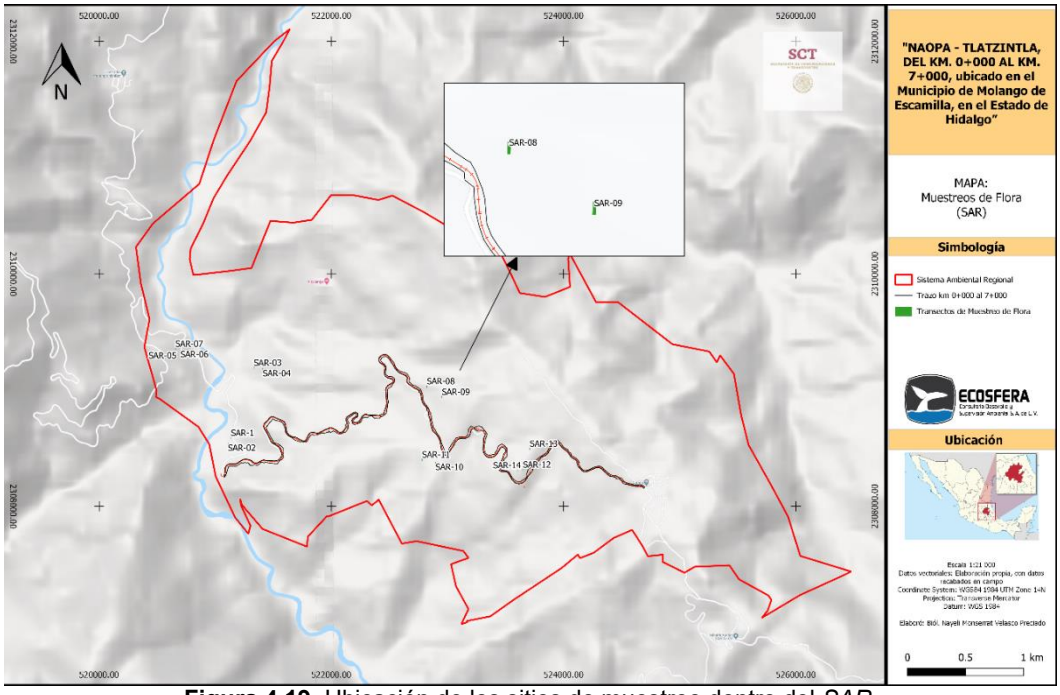


Figura 4.19. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del *SAR.*

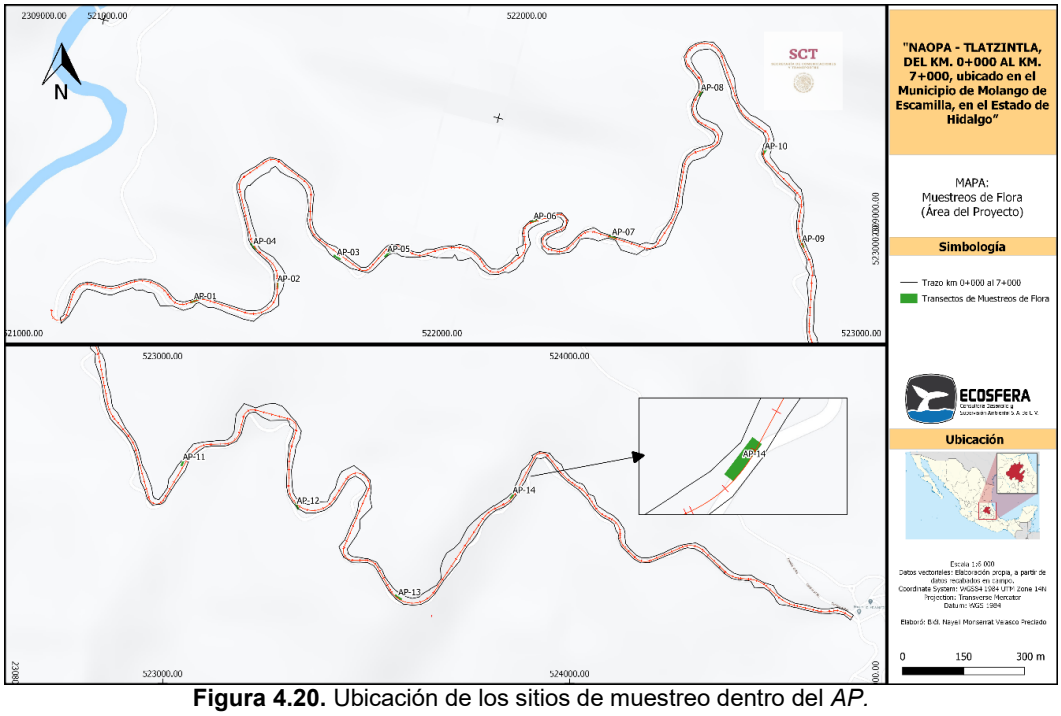


Figura 4.20. Ubicación de los sitios de muestreo dentro del *AP.*

Análisis de información para la caracterización de la vegetación

La caracterización de la vegetación se realizó tanto de manera remota como con la información recopilada en campo con base en los sitios de muestreo establecidos dentro del *AP* como del *SAR.*

Caracterización con la información vectorial de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI de INEGI (2014)

Mediante un análisis remoto, se determinaron los tipos de vegetación de influencia directa dentro del *AP* y del *SAR*, se calcularon superficies correspondientes y se describieron con base en la información literaria adjunta de INEGI (2014), así como su representación cartográfica dentro de las superficies analizadas. Asimismo, se analizó el estado de conservación contenida en ésta.

Caracterización mediante los sitios de muestreo

Empleando la información recopilada en campo, se procedió con el análisis de está tanto por zona de análisis (*AP* y *SAR*) como por estrato identificado en campo. Para ello, se realizó una descripción a nivel comunidad, florística, dasometría, diversidad e importancia ecológica.

Descripción a nivel comunidad

Para la descripción a nivel comunidad, se realizó una síntesis de las características principales de los ecosistemas, resaltando los estratos identificados extrapolados a hectárea tipo, sus componentes principales y características dasométricas básicas dentro de éstas.

Descripción florística

Para este análisis, se agruparon a las especies tanto por familia botánica como por género para identificar la riqueza de los niveles taxonómicos de manera general y a nivel de estrato, desarrollando una descripción puntual por niveles de distribución vertical.

Descripción dasométrica

La descriptiva de este análisis si enfocó en el análisis del número de individuos registrados por estrato y extrapolando su valor por hectárea tipo. En el caso del estrato arbóreo, se realizaron análisis estructurales más detallados donde se exploró la distribución de las frecuencias diamétricas a nivel abundancia (con base en el número de individuos registrados), dominancia (empleando el área basal calculada) y las alturas promedio, con la finalidad de analizar su estructura como indicador de estado de conservación de este estrato. En el caso particular de *AP,* aquí se representaron los valores de individuos registrados en campo, extrapolados a hectárea tipo (Nha^{-1}) y la cantidad de individuos afectados por el proyecto.

Descripción de diversidad

Para la descripción de este aparatado, se realizó una descripción tanto a nivel riqueza como en su diversidad.

➢ *Riqueza (S)*

Se define como riqueza al número de especies presentes en un área determinada. Para este caso en particular es el número total de especies presentes dentro de los muestreos realizados a largo de las actividades de caracterización forestal.

- *Diversidad*

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan en un sólo valor tanto a la riqueza específica como la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad, o presentarse una situación contraria. Esto significa que su valor aislado no permite conocer la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Para la determinación de la diversidad se han generado diversos índices que permiten relacionar las variables antes expuestas y que para esta caracterización se emplearon el índice de Shannon-Wiener (*H´*), índice de dominancia de Simpson (*ʎ*), índice de equitatividad de Pielou (*J´*), entre otros (Moreno, 2001).

La diversidad de especies en cada sitio de muestreo se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el índice de dominancia de Simpson (ʎ), por considerar que son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes. Adicionalmente, se evaluó el índice de equitatividad de Pielou (J´) para comparar la diversidad calculada con el índice de H´ y la máxima diversidad que puede albergar el área de estudio (Krebs, 1985; Meave *et al.*, 1992; Catalan-Heverástico *et al.*, 2003, Halffter *et al*, 2007).

- *Índice de Shannon-Wiener (H')*

Este índice se representa como *H'* y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más:

$$H' = - \sum pi \ ln \ pi$$

Dónde:
S = número de especies (la riqueza de especies)
Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): *ni/N*

- *Índice de dominancia de Simpson (ʎ)*

Está fuertemente influido por la importancia de las especies más dominantes (Magurran, 1988; Peet, 1974). Como su valor es inverso a la equidad, la diversidad puede calcularse como 1 – λ (Lande, 1996):

$$\lambda = \sum pi^{2}$$

Dónde:
pi = abundancia proporcional de la especie i, es decir, el número de individuos de la especie i dividido entre el número total de individuos de la muestra

- *Índice de equitatividad de Pielou (J´)*

Este índice permite compara la diversidad esperada con la calculada y determinar un valor que indica la relación que existe entre la intensidad del muestreo y lo que el indicador puntualiza (Magurran, 1988; Peet, 1974).

$$J´= H´/H´_{max}$$

Dónde:

H´= índice de diversidad de Shannon-Wiener.
H´max = diversidad máxima esperada.

- *Índice de similitud de Jaccard (I_J)*

Este índice mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elemento. Es decir, la cardinalidad de la intersección de ambos conjuntos dividida por la cardinalidad de su unión. Este se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación:

$I_J = c / a+b-c$

Dónde:
I_J = índice de Jaccard
a = número de especies en el sitio A.
b= número de especies en el sitio B.
c= número de especies compartidas en ambos sitios.

- *Índice de similitud de Bray-Curtis (I_{BC})*

El índice de Bray–Curtis que se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower y Zar, 1984), y se expresa mediante:

$$I_{BC} = 1-\frac{\sum (x_i - y_i)}{\sum (x_i + y_i)}$$

Dónde:
x_i = abundancia o densidad de especies *i* en un conjunto 1
y_i = abundancia de las especies en el otro.

Descripción de importancia ecológica

Para el análisis de la importancia ecológica de cada uno de los elementos presentes en la vegetación se empleó el *índice de valor de importancia (IVI)*, método sugerido por Curtis & McIntosh (1982) y Mueller & Ellenberg (1974), el cual calcula la importancia fitosociológica y estructural de una especie dentro de una comunidad determinada, por lo que puede ser aplicado para clasificar u ordenar comunidades vegetales.

Su principal ventaja es que es cuantitativo y preciso; por lo tanto, no permite interpretaciones subjetivas. Además, también aporta elementos cuantitativos fundamentales en el análisis ecológico. Este índice se calcula mediante los tres atributos más importantes de cualquier comunidad vegetal: abundancia (número de individuos), dominancia (porcentaje de cobertura desde una distribución horizontal) y frecuencia (ocurrencia). Con dichos resultados se obtuvo el valor de importancia relativo para cada especie (IVI), el cual se calcula de la siguiente manera:

IVI= Dominancia relativa (%) + Abundancia relativa (%) + Frecuencia relativa (%)

Dónde:

- *Abundancia*

Es el número de individuos expresado por superficie de trabajo. La abundancia relativa se refiere al número de individuos de una especie expresado como una proporción de la abundancia total de todas las especies y se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Abundancia(\%) = \frac{No.\,de\ individuos\ de\ una\ especie}{No.\,total\ de\ individuos\ de\ todas\ las\ especies} \times 100$$

- Dominancia

Es la proporción de la ocupación horizontal del terreno por parte de los elementos vegetales que conforman a una comunidad dada. Su valor relativo se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Dominancia\ (\%) = \frac{Suma\ de\ área\ basal\ de\ una\ especie}{Suma\ de\ área\ basal\ total\ de\ las\ especies} \times 100$$

Para el estrato arbóreo, se calcula por medio del área basal (g), la cual se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$g = \left(\frac{\pi}{4}\right) * DN^2$$

Para el caso del resto de los estratos, la dominancia se calcula en base a la cobertura de copa mediante la siguiente fórmula:

$$COB = \left(\frac{\pi}{4}\right) * \left(\left(\frac{Dia1 + Dia2}{2}\right)^2\right)$$

- Frecuencia

Es el número de veces que una especie ocurre en las distintas muestras. La frecuencia relativa se refiere a la aparición de una especie, expresada como una proporción de total de las especies atendiendo a la siguiente ecuación.

$$Frecuencia(\%) = \frac{No.\,de\ sitios\ en\ los\ que\ la\ especie\ ocurre}{No.\,de\ apariciones\ de\ las\ especies} \times 100$$

Al aplicar las ecuaciones anteriores a las diversas especies que conforman los estratos analizados, la sumatoria de su *IVI* corresponde a una sumatoria de 300, en donde, conforme

mayor sea el valor de las especies, corresponderá una mayor importancia ecológica dentro de la comunidad dada.

Resultados de la caracterización de la vegetación

Uso de suelo y vegetación presentes con base en la información vectorial serie VI de INEGI (2014)

Uso de suelo y vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR)

De acuerdo con la información vectorial contenida dentro de la *Carta de Uso de Suelo y Vegetación* serie VI de INEGI (2014), los usos de suelo dentro del *SAR* corresponden a *Ecológica-Florística-Fisonómica* y *Agrícola-Pecuaria-Forestal* (Figura 9 y Tabla 2). Dentro de esta primera sólo se distribuye el *Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)* tanto en estado sucesional primario como secundario.

Tabla 4.4. Relación de superficies por uso de suelo y vegetación (*USV*) dentro del *SAR.*

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	***SUPERFICIE (ha)***	***SUPERFICIE (%)***
Ecológica-Florística-Fisonómica	1,001.134	77.01
Agrícola-Pecuaria-Forestal	298.794	22.99
TOTAL	**1,299.928**	**100.00**

Tabla 4.5. Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro del *SAR.*

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	***SUPERFICIE (ha)***	***SUPERFICIE (%)***
Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)	**1,001.134**	**100.00**
BMM *primaria*	313.850	31.34
BMM secundaria	687.284	68.66
TOTAL	**1,001.134**	**100.00**

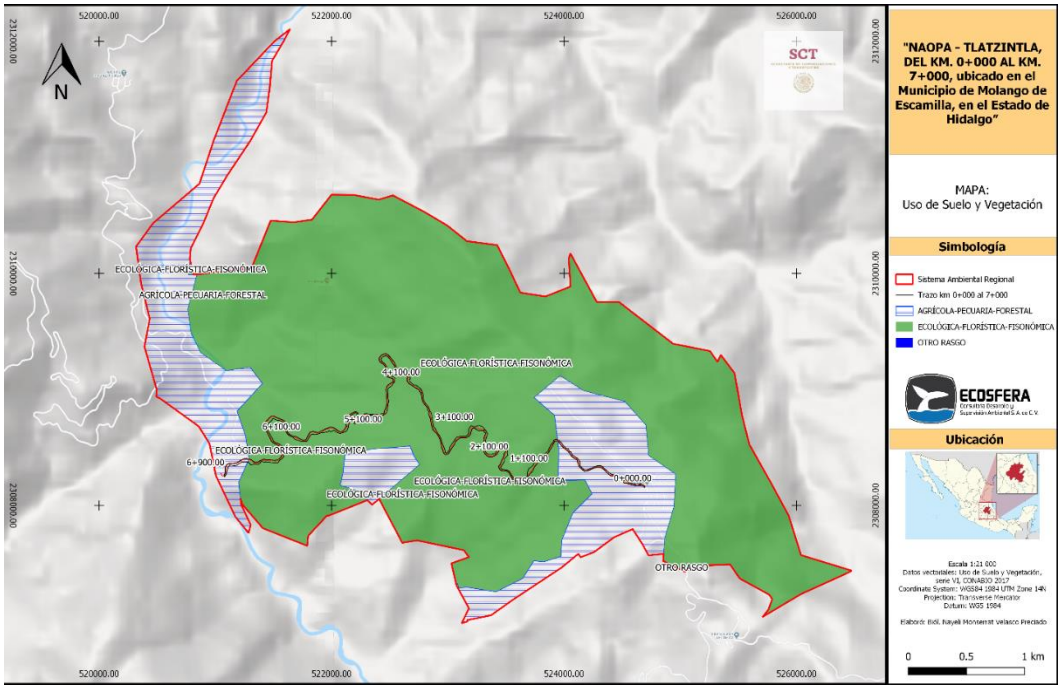


Figura 4.21. Uso de suelo y vegetación (*USV*) dentro del *SAR.*

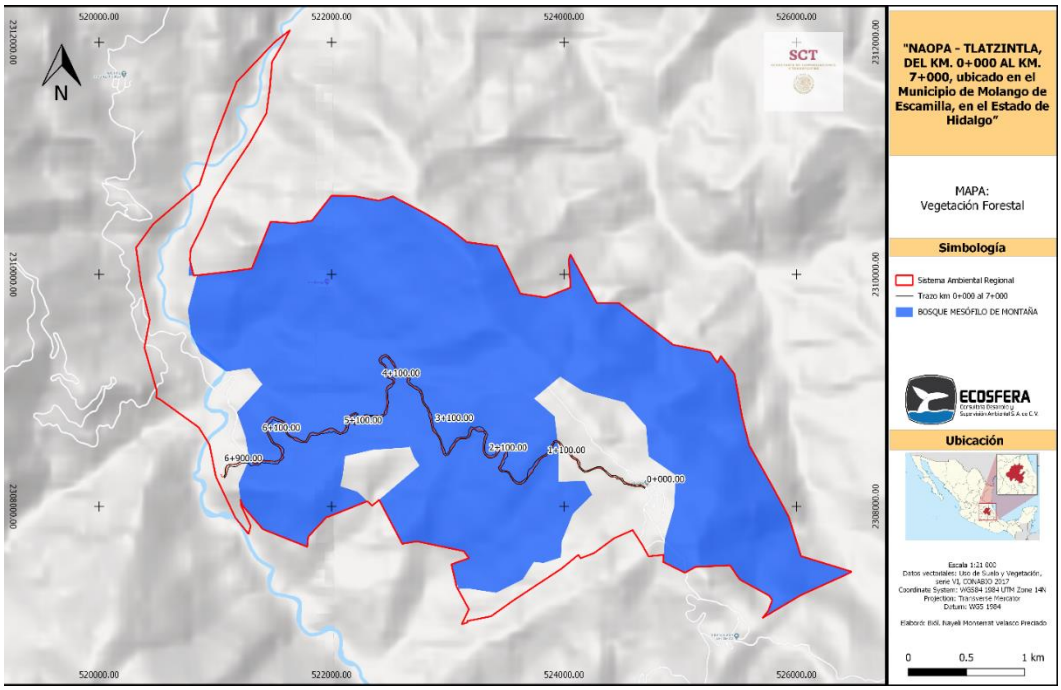


Figura 4.22. Vegetación forestal dentro del *SAR.*

Asimismo, dentro del *Área de Proyecto* (*AP*) se distribuyeron los mismos usos de suelo y tipos de vegetación. A continuación, se describen brevemente estos tipos de vegetación de acuerdo con lo expuesto por Rzedowski (2006), Flores *et al.* (2010), INEGI (2014) y Miranda y Hernández (2014).

- *Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)*

Su distribución en México es limitada y fragmentaria, en la vertiente este de la Sierra Madre Oriental existe una franja angosta que se extiende desde Tamaulipas hasta el norte de Oaxaca incluyendo parte de San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla y Veracruz; en Chiapas, en la vertiente septentrional de la Sierra de Chiapas y Guatemala y en ambos declives de la Cordillera Centroamericana; en el vertiente del Pacífico la distribución es más dispersa, desde el norte de Sinaloa, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán; en la Cuenca del Balsas; relictualmente en el Valle de México y en la vertiente exterior de la Sierra Madre del Sur de Guerrero y Oaxaca se presentan manchones continuos.

Fisonómicamente, es un bosque denso que se desarrolla en regiones de relieve accidentado y laderas de pendientes pronunciadas, es frecuente encontrarlo en cañadas protegidas de las vientos y fuerte insolación, en altitudes entre 800 y 2,700 msnm donde se forman las neblinas durante casi todo el año, en zonas con una precipitación media anual superior a los 1,000 mm y con una temperatura media anual que varía de 12 a 23°C. El clima más característico es el *Cf,* aunque en ocasiones prospera en climas de *Af, Am* y tanto en *Aw* como en *Cw.* Se desarrolla en sustratos de caliza y sobre laderas de cerros andesíticos y basálticos, en suelos someros y profundos, con abundante materia orgánica en los horizontes superiores, generalmente ácidos y húmedos durante todo el año.

Posee una estructura, afinidad florística y composición de especies muy diversa. En México se caracteriza por presentar en su dosel una composición de especies donde predominan árboles de hojas perenne y caducifolios de clima templado con alturas de 10 a 25 m, y aún mayores, como el micoxcuáhuitl (*Oreomunnuea mexicana),* lechillo (*Carpinus caroliniana*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), encinos y robles (*Quercus spp.*), pino ocote (*Pinus oocarpa*), tila (*Ternstroemia pringlei*), jaboncillo (*Clethra spp.*), *Podocarpus spp., Styrax spp., Ulmus mexicana, Juglans spp., Dalbergia spp., Eugenia spp., Ostrya virginiana, Melosma spp., Chiranthodendron pentadactylon, Prunus spp., Matudaea trinervia y Acer skutchii,* mientras que el sotobosque se encuentra conformado principalmente por especies tropiclaes perennifolias, como por ejemplo arbustos de los géneros *Archibaccharis spp., Celastrus sppp., Clematis spp., Gelsemium spp. Parthenocissus spp., Philadelphus spp., Rhus spp., Smilax spp., Vitis spp.,* etc. En las copas de los árboles abundan epífitas debido a la alta humedad atmosférica y a las abundantes lluvias, de las familias Orchidaceae, Bromeliaceae, Piperaceae y Araceae. Una de las características más sobresalientes de este bosque es el alto número de endemismos que alberga. Se puede encontrar alrededor del 11% de las especies de plantas de todo el país. Por otra parte, de acuerdo con el estudio realizado por Ponce-Vargas *et al.* (2006), se determinó que el bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla (Hidalgo) presentó un piso altitudinal que varía desde los 1,050 a los 1,580 msnm. Presenta un relieve accidentado con pendientes muy inclinadas y cañadas que albergan y protegen la vegetación de la insolación y de los fuertes vientos.

Los árboles del estrato arbóreo alto son pocos, pero algunos son corpulentos y con troncos que alcanzaron *DN* entre 65 y 70 cm. Los individuos de este estrato llegaron a medir más de 20 m de altura como *Dalbergia palo-escrito, Quercus germana, Quercus santorii y Trophis mexicana.* Otras especies presentes dentro de este estrato fueron *Clethra mexicana, Liquidambar styraciflua, Ostrya virginiana, Pinus greggii, P. pseudostrobus, y Q. eugeniifolia.* En el estrato arbóreo medio (10 a 20 m de altura) los individuos en general presentaron fustes con *DN* entre 30 y 45 cm. Las especies más representativas fueron *Befaria laevis, Beilschmedia mexicana, Carpinus caroliniana, Carya ovata* var. *mexicana, C. palmeri, Eugenia xalapensis, Inga huatecana, Ocotea helicterifolia, Prunus brachybotria, Quercus affinis, Q. castanea, Turpinia occidentalis* y *Vaccinium leucanthum.* Por otra parte, en el estrato arbóreo bajo (menos de 10 m de altura) se alcanzaron *DN* entre 3 y 12 cm siendo las especies más importantes *Cinnamomum effusum, Cornus disciflora, C. excelsa, Cyathea godmanii, Gualtheria acuminata, Ilex tolucana, Lonchicarpus caudatus, Lyonia squamulosa, Oreopanax xalapensis, Persea liebmannii, Prunus serotina, Rapanea myricoides, Rhamnus longistyla, Trichilia havanensis, Viburnum ciliatum, Zanthoxylum xicense,* entre otros.

El estrato arbustico también estuvo bien representado y está compuesto por especies como *Baccharis trinervis, Bocconia frutescens, Cestrum fasciculatum, Eupatorium spp., Hoffmannia spp., Miconia spp., Palicourea padifolia, Piper auritum, Randia aculeata y Solanum spp.* En sitios abiertos fue frecuente la presencia de *Cnidoscolus multilobus*¸ que se ve favorecida por las perturbaciones.

Las plantas herbáceas terrestres que crecen en este bosque también fueron abundantes y algunas de ella fueron favorecidas por la perturbación y la alta humedad ambiental. Entre ellas se encuentran representantes de varias familias, como *Asplenium spp., Begonia spp., Coccocypselum cordifolium, Elaphoglosum spp., Equisetum myriochaetum, Lasiacis spp., Lobelia spp., Moussonia deppeana, Oxalis spp., Polypodium rosei, Sellaginella spp.,*

Tibouchina spp. Y *Pteridium spp.* En los lugares más húmedos fueron frecuentes orquídeas como *Calanthe calanthoides, Cyclopogon luteo-albus, Dichaea alba, Govenia spp.* y *Habenaria spp.* En los lugares más perturbados se registraron ciperáceas, comelináceas, gramíneas, asclepiadáceas, entre otras.

Entre las enredaderas y trepadoras, tanto herbáceas como leñosas, las mejores representadas fueron *Blepharodon mucrotatum, Canavalia villosa, Celastus pringlei, Clematis acapulcensis, Clitoria mexicana, Dioscorea ulinei, Ipomoea spp., Passiflora spp., Phaseolus spp., Smilax spp.* y *Vitis popenoei.*

Las plantas epífitas crecen formando grupos sobre los troncos y las ramas de los árboles, en especial los compuestos por especies de bromelias, cactáceas, helechos, piperáceas y de orquídeas. Las especies más representativas fueron *Aporocactus flagelliformis, Encyclia candollei, Epidendrum longipetalum, Isochilus unilateralis, Peperomia spp., Phlebodium spp., Pleopeltis polylepis, Polypodium spp. Rhynchostele rossii, Stanhopea tigrina, Tillandsia spp* y *Vittaria graminifolia.*

Las plantas parásitas fueron escasas, encontrándose generalmente en los lugares con mayor perturbación, siendo entre ellas *Cuscuta tinctoria, Phoradendrum falcatum* y *Struthanthus deppeanus.*

Por otra parte, al analizar el estado de conservación mediante la información que brinda INEGI (2014), se determinó que este tipo de vegetación se encuentra en un estado sucesional tanto primario como secundario, correspondiendo a vegetación en buen estado de conservación. En contraste, dentro de las áreas correspondientes a agricultura también se identificaron comunidades de *BMM*, pero en estado sucesional secundario, las cuales también fueron caracterizadas mediante el establecimiento de sitios de muestreo.

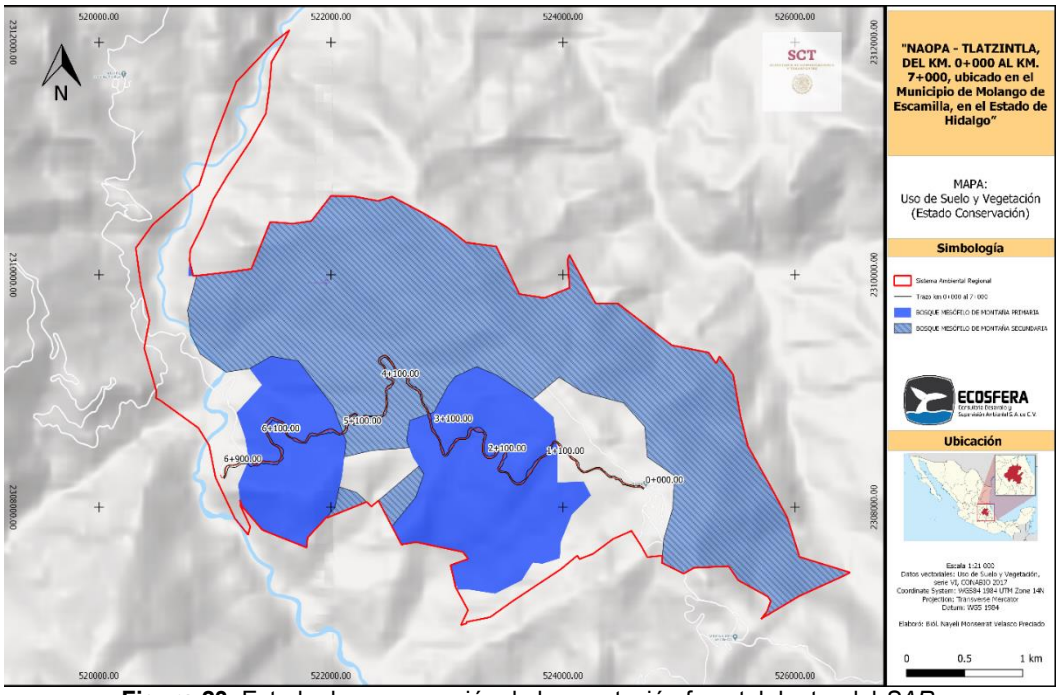


Figura 23. Estado de conservación de la vegetación forestal dentro del *SAR.*

Caracterización de los tipos de vegetación mediante los sitios de muestreo

Caracterización de la vegetación dentro del Sistema Ambiental Regional (SAR)

- *Caracterización del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)*

- *Descripción a nivel comunidad*

Dentro de esta selva se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: arbóreo (11 *spp.*), arbustivo (43 *spp.*), herbáceo (28 *spp.*) y epífito-trepador (15 *spp*. Dentro de esta comunidad forestal se observó que el estrato arbustivo presentaba una gran cantidad de individuos, siendo un indicador de que esta comunidad se encuentra en un estado sucesional primario y secundario, tal como se indica en apartados anteriores.

Dentro del estrato arbóreo se registraron individuos con alturas máximas de hasta 19.80 m de altura y DN de alcanzaron los 58.25 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 11.03 m y para el DN fue de 23.68 cm.

Tabla 4.6. Rangos de valores para la altura (*h*) y el diámetro normal (*DN*).

PARÁMETRO	***PROMEDIO***	***MÍNIMO***	***MÁXIMO***	***MODA***
Altura (h)	11.03	2.80	19.80	9.40
Diámetro normal (DN)	23.68	7.64	58.25	12.41

Las especies que conformaron el estrato superior fueron el pino ocote (*Pinus oocarpa*), el encino quebracha (*Quercus crassifolia*) y el drago (*Croton draco*). La densidad por hectárea fue de 771.429 Nha^{-1} y el área basal fue de 41.296 m^2ha^{-1}.

El estrato arbustivo fue el más abundante y desarrollado dentro de los sitios de muestreo; se determinaron individuos con alturas entre 0.50 m y 6.6 m de altura, donde los elementos más característicos fueron el helecho alga (*Pteridium aquilinum*), el encino quebracha (*Quercus crassifolia*) y la dormilona grande (*Mimosa albida*). Este estrato registró una densidad de 16,400.00 Nha^{-1} y una cobertura de copa de 5,386.314 m^2ha^{-1}.

En el estrato herbáceo fue común la aparición del helecho alga (*Pteridium aquilinum*), la pajilla tempranera (*Setaria macrostachya*) y el azafrán (*Maranta arundinacea*), con una densidad de 195,714.286 Nha^{-1} y con una cobertura de copa de 6,955.711 m^2ha^{-1}, mientras que en el estrato epífito-trepador la bromelia de cerro (*Tillandsia deppeana*), la gallinita (*Tillandsia bartramii)* y *Canavallia villosa* fueron los elementos más característicos.

Figura 4.24. Vista general de la *Bosque mesófilo de montaña (BMM)* dentro del *SAR.*

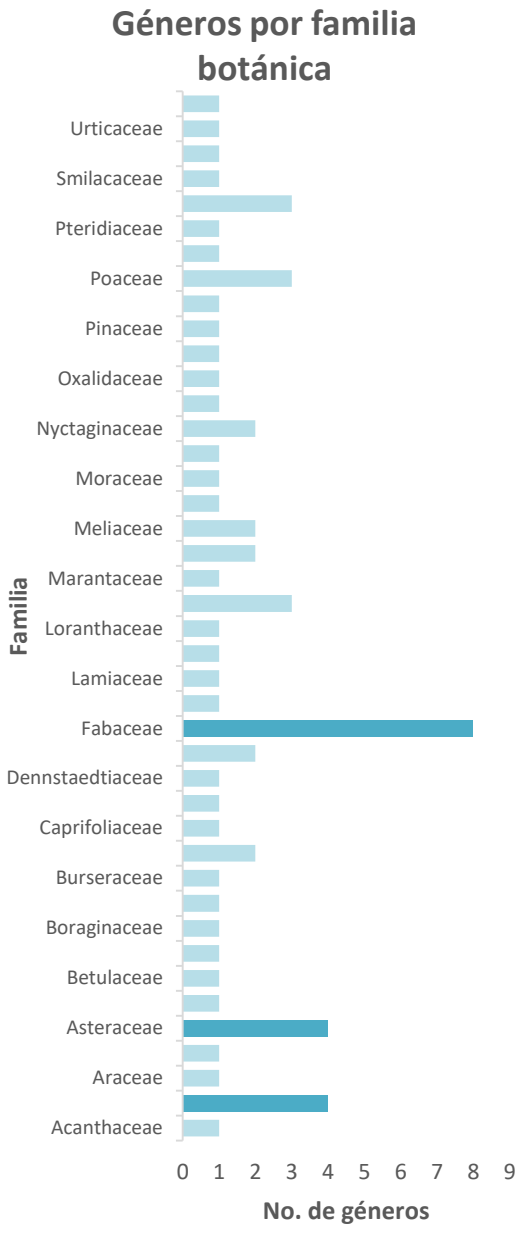
Figura 4.25. Vista general del *Bosque mesófilo de montaña (BMM)* dentro del *SAR.*

- *Descripción florística*

Se registraron 69 especies repartidas en 66 géneros y 42 familias botánicas, de las cuales Fabaceae (*8 spp.*), Apocynaceae (*4 spp.*) y Asteraceae (4 *spp.*) acumularon la mayor cantidad de especies. Esta situación es congruente con lo que señalan Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014) para estos tipos de vegetación, de manera particular dentro de las comunidades de carácter secundario que imperan dentro de esta zona.

Tabla 7. Relación de nivel taxonómico por familia botánica.

FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Acanthaceae	1	1
Apocynaceae	4	4
Araceae	1	1
Araliaceae	1	1
Asteraceae	4	4
Begoniaceae	1	1
Betulaceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Bromeliaceae	1	2
Burseraceae	1	1
Cactaceae	2	2
Caprifoliaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1
Euphorbiaceae	2	2
Fabaceae	8	8
Fagaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Lauraceae	1	1
Loranthaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Marantaceae	1	1
Melastomataceae	2	2
Meliaceae	2	2
Menispermaceae	1	1
Moraceae	1	1
Myrtaceae	1	1
Nyctaginaceae	2	2
Orchidaceae	1	1
Oxalidaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Pinaceae	1	1
Piperaceae	1	2
Poaceae	3	3
Polygonaceae	1	1
Pteridiaceae	1	1
Rubiaceae	3	3
Smilacaceae	1	1
Solanaceae	1	2
Urticaceae	1	1
Zamiaceae	1	1
42 familias	**66**	**69**



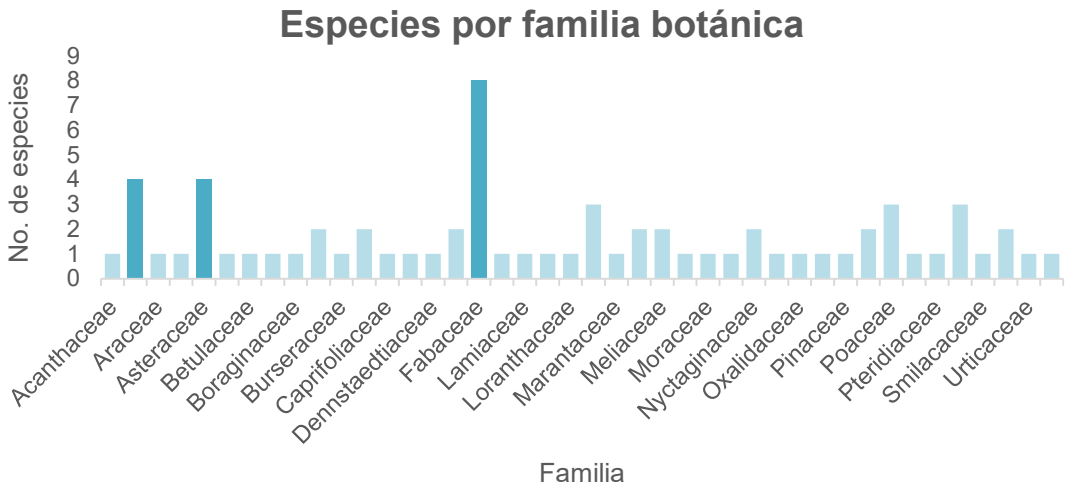


Figura 4.26. Número de especies y géneros por familia botánica.

A nivel estrato, se observó que el arbustivo albergó a la mayor cantidad de especies, mientras que el epífito y trepador fue el menos rico.

Tabla 4.8. Número de especies por estrato analizado.

ESTRATO	***Arbóreo***	***Arbustivo***	***Herbáceo***	***Epífito y trepador***
Riqueza (S)	11	43	32	15

Dentro del estrato arbóreo se registraron 11 especies dentro de 11 géneros y 11 familias en donde cada una de ellas acumuló la misma cantidad de especies. En contraste a la situación Fabaceae (8 *spp.*) y tanto en Asteraceae como en Malvaceae (3 *spp.*) albergaron la mayor cantidad de especies (Figura 16 y Tabla 8), aunque, en general, la riqueza fue muy equitativa. Para el caso del estrato herbáceo, fueron Fabaceae y Asteraceae las mejores representadas, mientras que en el epífito y trepador se encontró que Apocynaceae albergó la mayor cantidad de especies.

Tabla 4.9. Riqueza del estrato arbóreo.

ARBÓREO		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Apocynaceae	1	1
Araliaceae	1	1
Betulaceae	1	1
Burseraceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fagaceae	1	1
Lauraceae	1	1
Malvaceae	1	1
Meliaceae	1	1
Myrtaceae	1	1
Pinaceae	1	1
11 familias	**11**	**11**

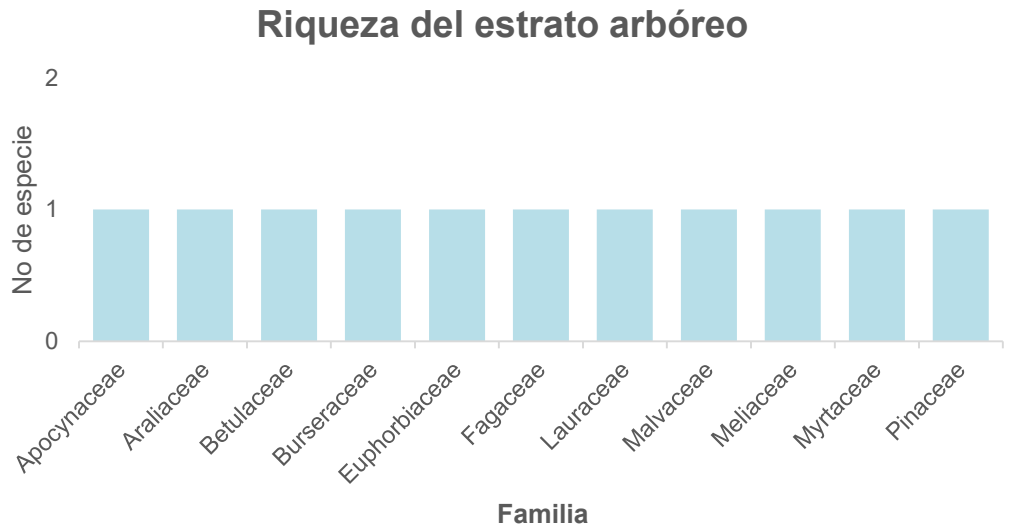


Figura 4.27. Riqueza del estrato arbóreo

Tabla 10. Riqueza del estrato arbustivo.

ARBUSTIVO		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Apocynaceae	1	1
Araliaceae	1	1
Asteraceae	3	3
Boraginaceae	1	1
Caprifoliaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	5	5
Fagaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Marantaceae	1	1
Melastomataceae	2	2
Meliaceae	1	1
Moraceae	1	1
Myrtaceae	1	1
Nyctaginaceae	2	2
Oxalidaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Poaceae	3	3
Polygonaceae	1	1
Pteridiaceae	1	1
Rubiaceae	3	3
Solanaceae	1	2
Urticaceae	1	1
Zamiaceae	1	1
28 familias	**42**	**43**

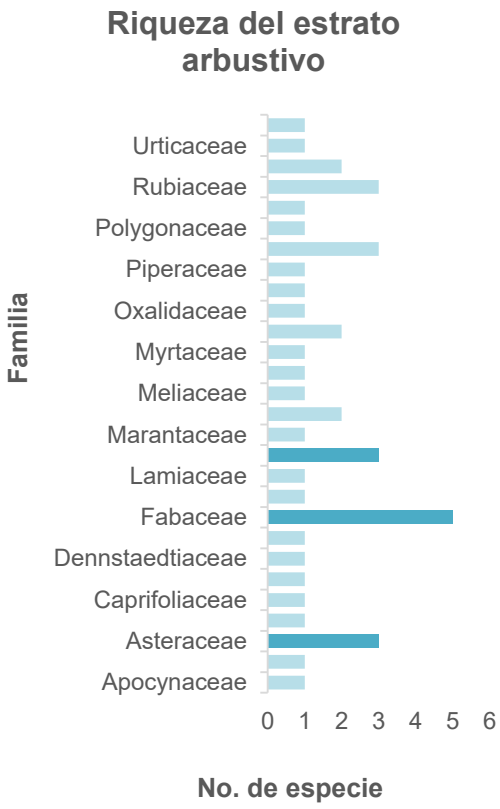


Figura 4.28. Riqueza del estrato arbustiva

Tabla 4.11. Riqueza del estrato herbáceo.

HERBÁCEO		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Acanthaceae	1	1
Araceae	1	1
Asteraceae	3	3
Begoniaceae	1	1
Commelinaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1
Fabaceae	4	4
Fagaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Malvaceae	2	2
Marantaceae	1	1
Melastomataceae	1	1
Menispermaceae	1	1
Oxalidaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Poaceae	2	2
Pteridiaceae	1	1
Smilacaceae	1	1
Solanaceae	1	1
Zamiaceae	1	1
21 familias	**28**	**28**

Tabla 4.12. Riqueza del estrato epífito y trepador.

EPÍFITO Y TREPADOR		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Apocynaceae	3	3
Araceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Bromeliaceae	1	2
Cactaceae	2	2
Fabaceae	2	2
Loranthaceae	1	1
Orchidaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Smilacaceae	1	1
10 familias	**14**	**15**

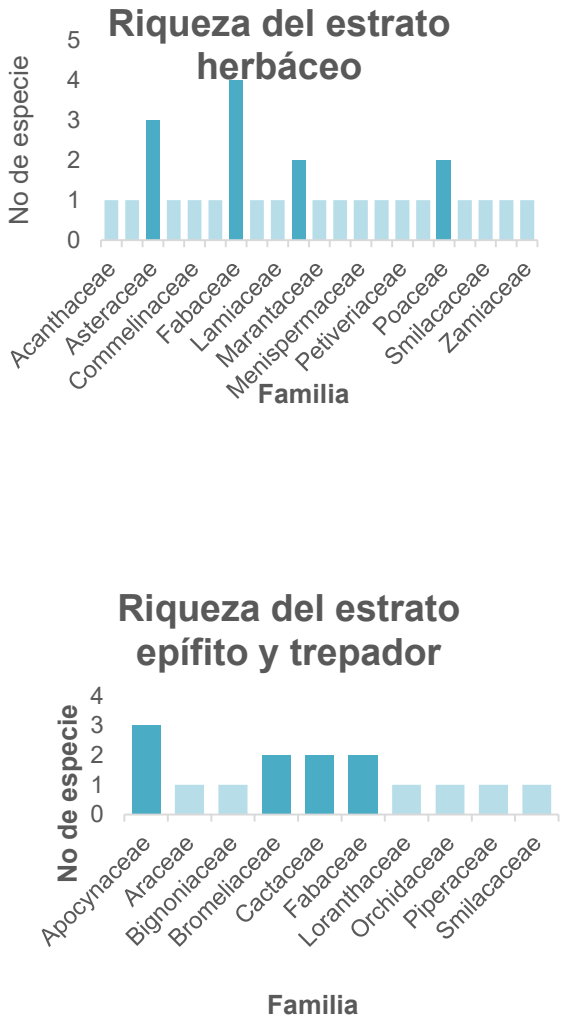


Figura 4.29. Riqueza del estrato epífito y trepador.

Finalmente, se presenta el listado de las especies registradas durante las actividades de muestreo, de las cuales tanto *Cedrela odorata* como *Ostrya virginiana* se encuentran dentro de la categoría de protección especial (Pr) y *Zamia loddigesii* como amenazada (A) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.13. Listado de especies presentes dentro del *BMM.*

NOMBRE CIENTÍFICO	***NOMBRE COMÚM***	***FAMILIA***	***CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010***
Adenophyllum porophyllum	Alcanfor	Asteraceae	

NOMBRE CIENTÍFICO	*NOMBRE COMÚM*	*FAMILIA*	*CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010*
Adiantum trapeziforme	Culantrillo de agua	Pteridaceae	
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	
Astragolus guatemalensis	N/A	Fabaceae	
Begonia heracleifolia	Cachimba	Begoniaceae	
Bidens odorata	Aceitilla	Asteraceae	
Bursera simaruba	Palo mulato	Burseraceae	
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	
Canavallia villosa	Gallinitas	Fabaceae	
Cedrela odorata	Cedro	Meliaceae	Protección especial (Pr)
Chamaecrista nictitans	Guajito	Fabaceae	
Cinnamomum effusum	Canelilla	Lauraceae	
Cissampelos pareira	Colorín	Menispermaceae	
Conostegia xalapensis	Capulín	Melastomataceae	
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	
Desmondium canescens	Pegatina	Fabaceae	
Dolichandra unguis-cati	Bejuco de cachorra	Bignoniaceae	
Dorstenia drakena	Gallito	Moraceae	
Eugenia xalapensis	Arrayán	Myrtaceae	
Euphorbia schiedeana	N/A	Euphorbiaceae	
Gibasis pellucida	N/A	Commelinaceae	
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	
Homolepsis glutinosa	Zacate agrio	Poaceae	
Lasiacis divaricata	Bambú	Poaceae	
Leucaena collinsii	Guaje	Fabaceae	
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	
Maranta arundinacea	Azafrán	Marantaceae	
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	
Matelea suberifera	N/A	Apocynaceae	
Melampodium perforatum	Ojo de perico	Asteraceae	
Metastelma lanceolatum	N/A	Apocynaceae	
Miconia sylvatica	N/A	Melastomataceae	
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	
Mirabilis longiflora	Maravilla del cerro	Nyctaginaceae	
Ostrya virginiana	Palo de fierro	Betulaceae	Protección especial (Pr)
Oxalis frutescens	Hierba cancerina	Oxalidaceae	
Oxypelatum cordifolium	N/A	Apocynaceae	
Palicourea padifolia	Flor de cera	Rubiaceae	
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	
Piper aduncum	Hierba santa	Piperaceae	
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	
Pisonia aculeata	Coma de uña	Nyctaginaceae	
Prosthechea radiata	Canelita	Orchidaceae	
Pseuderanthemum alatum	N/A	Acanthaceae	
Psittacanthus calyculatus	Muérdago	Loranthaceae	
Pteridium aquilinum	Helecho alga	Dennstaedtiaceae	
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	
Rhipsalis baccifera	Cola de caballo	Cactaceae	
Richardia brasiliensis	N/A	Rubiaceae	
Rivina humilis	Bajatripa	Petiveriaceae	
Selenicereus undatus	Pitahaya	Cactaceae	
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	
Solanum torvum	Amaclanche	Solanaceae	
Solanum umbellatum	Barba de chivo	Solanaceae	
Symphoricarpus microphyllus	Perlita	Caprifoliaceae	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚM	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Syngonium podophyllum	Singonio	Araceae	
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	Apocynaceae	
Tillandsia bartramii	Gallinita	Bromeliaceae	
Tillandsia deppeana	Bromelia de cerro	Bromeliaceae	
Tournefortia hartwegiana	Confite coyote	Boraginaceae	
Trichilia havanesis	Ciruelillo	Meliaceae	
Urera caracasana	Ortiga de caballo	Urticaceae	
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	
Zamia loddigesii	Camotillo	Zamiaceae	Amenazada (A)

Por otra parte, Ponce-Vargas *et al.* (2006) determinaron que, en el bosque mesófilo de montaña de Monte Grande, Lolotla (Hidalgo) se reportan las siguientes especies, elementos considerados como flora potencial dentro del *SAR* de este proyecto.

Tabla 4.14. Listado potencial de especies dentro del *SAR* de acuerdo con Ponce-Vargas *et al.* (2006).

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Asplenium auriculatum	Aspleniaceae	-
Asplenium blepharophorum	Aspleniaceae	-
Blechnum schiedeanum	Blechnaceae	-
Woodwardia martinezii	Blechnaceae	-
Cyathea fulva	Cyatheaceae	Protección especial (Pr)
Cyathea godmanii	Cyatheaceae	-
Cyathea schiedeana	Cyatheaceae	Protección especial (Pr)
Pteridium sp.	Dennstaedtiaceae	-
Elaphoglossum sartorii	Dryopteridaceae	-
Elaphoglossum vestitum	Dryopteridaceae	-
Equisetum myriochaetum	Equisetaceae	-
Botrychium virginianum	Ophioglossaceae	-
Campyloneurum angustifolium	Polypodiaceae	-
Phlebodium areolatum	Polypodiaceae	-
Phlebodium pseudoaureum	Polypodiaceae	-
Pleopeltis polylepis	Polypodiaceae	-
Polypodium cryptocarpon	Polypodiaceae	-
Polypodium longepinnulatum	Polypodiaceae	-
Polypodium plebeium	Polypodiaceae	-
Polypodium polypodioides	Polypodiaceae	-
Polypodium rhodopleuron	Polypodiaceae	-
Polypodium rosei	Polypodiaceae	-
Adiantopsis radiata	Pteridaceae	-
Adiantum andicola	Pteridaceae	-
Llavea cordifolia	Pteridaceae	-
Pityrogramma ebenea	Pteridaceae	-
Pteris orizabae	Pteridaceae	-
Vittaria graminifolia	Pteridaceae	-
Anemia phyllitidis	Schizaeaceae	-
Selaginella harrisii	Selaginellaceae	-
Selaginella sertata	Selaginellaceae	-
Selaginella wrightii	Selaginellaceae	-
Pitcairnia ringens	Bromeliaceae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Tillandsia bartramii	Bromeliaceae	-
Tillandsia deppeana	Bromeliaceae	-
Tillandsia gymnobotrya	Bromeliaceae	-
Tillandsia viridiflora	Bromeliaceae	-
Aneilema sp.	Commelinaceae	-
Commelina diffusa	Commelinaceae	-
Gibasis pellucida	Commelinaceae	-
Tinantia erecta	Commelinaceae	-
Tripogandra serrulata	Commelinaceae	-
Tripogandra amplexicaulis	Commelinaceae	-
Cyperus odoratus	Cyperaceae	-
Rhynchospora aristata	Cyperaceae	-
Rhynchospora radicans	Cyperaceae	-
Dioscorea ulinei	Dioscoreaceae	-
Ceratozamia mexicana	Cycadaceae	Amenazada (A)
Bouteloua sp	Gramineae	-
Homolepis glutinosa	Gramineae	-
Lasiacis divaricata	Gramineae	-
Lasiacis procerrima	Gramineae	-
Muhlenbergia sp.	Gramineae	-
Paspalum notatum	Gramineae	-
Pinus greggii	Pinaceae	-
Pinus oocarpa	Pinaceae	-
Pinus pseudostrobus	Pinaceae	-
Orthrosanthus exsertus	Iridaceae	-
Tigridia pavonia	Iridaceae	-
Echeandia mexicana	Liliaceae	-
Smilax aristolochiifolia	Liliaceae	-
Smilax domingensis	Liliaceae	-
Smilax mollis	Liliaceae	-
Smilax tomentosa	Liliaceae	-
Bomarea acutifolia	Amaryllidaceae	-
Furcraea sp.	Amaryllidaceae	-
Hypoxis decumbens	Amaryllidaceae	-
Manfreda brachystachys	Amaryllidaceae	-
Zephyranthes lindleyana	Amaryllidaceae	-
Monstera deliciosa	Araceae	-
Syngonium sp	Araceae	-
Anthurium sp	Araceae	-
Arisaema sp	Araceae	-
Anathallis platystylis	Orchidaceae	-
Bletia gracilis	Orchidaceae	-
Bletia neglecta	Orchidaceae	-
Calanthe calanthoides	Orchidaceae	-
Cyclopogon 100eser-albus	Orchidaceae	-
Dichaea glauca	Orchidaceae	-
Encyclia candollei	Orchidaceae	-
Epidendrum longipetalum	Orchidaceae	-
Euchile mariae	Orchidaceae	-
Govenia mutica	Orchidaceae	-
Govenia praecox	Orchidaceae	-
Habenaria floribunda	Orchidaceae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Habenaria jaliscana	Orchidaceae	-
Laelia anceps	Orchidaceae	Peligro de extinción (P)
Malaxis brachyrrhynchos	Orchidaceae	-
Prosthechea ochracea	Orchidaceae	-
Stanhopea tigrina	Orchidaceae	Amenazada (A)
Stelis ornata	Orchidaceae	-
Chamaedorea tepejilote	Palmae	-
Aphelandra speciosa	Acanthaceae	-
Ruellia harveyana	Acanthaceae	-
Amaranthus hybridus	Amaranthaceae	-
Iresine diffusa	Amaranthaceae	-
Rhus radicans	Anacardiaceae	-
Mandevilla subsagittata	Apocynaceae	-
Ilex discolor	Aquifoliaceae	-
Ilex tolucana	Aquifoliaceae	-
Dendropanax arboreus	Araliaceae	-
Oreopanax xalapensis	Araliaceae	-
Asclepias curassavica	Asclepiadaceae	-
Asclepias ovata	Asclepiadaceae	-
Begonia incarnata	Begoniaceae	-
Begonia manicata	Begoniaceae	-
Begonia multistaminea	Begoniaceae	-
Berberis lanceolata	Berberidaceae	-
Alnus jorullensis	Betulaceae	-
Carpinus caroliniana	Betulaceae	Amenazada (A)
Ostrya virginiana	Betulaceae	Protección especial (Pr)
Pithecoctenium crucigerum	Bignoniaceae	-
Cordia spinescens	Boraginaceae	-
Aporocactus flagelliformis	Cactaceae	Protección especial (Pr)
Disocactus phyllanthoides	Cactaceae	Amenazada (A)
Diastatea micrantha	Campanulaceae	-
Lobelia laxiflora	Campanulaceae	-
Lobelia schmitzi	Campanulaceae	-
Gynadropsis speciosa	Capparidaceae	-
Sambucus nigra	Caprifoliaceae	-
Viburnum ciliatum	Caprifoliaceae	-
Stellaria cuspidata	Caryophyllaceae	-
Celastrus pringlei	Celastraceae	-
Perrottetia ovata	Celastraceae	-
Clethra macrophylla	Clethraceae	-
Clethra mexicana	Clethraceae	-
Clethra pringlei	Clethraceae	-
Alloispermum integrifolium	Asteraceae	-
Aster potosinus	Asteraceae	-
Archibacharis hirtella	Asteraceae	-
Baccharis trinervis	Asteraceae	-
Bidens bigetovii	Asteraceae	-
Calea ternifolia	Asteraceae	-
Coreopsis petrophiloides	Asteraceae	-
Dahlia coccinea	Asteraceae	-
Elephantopus molli	Asteraceae	-
Eupatorium leucocephalum	Asteraceae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Gnaphalium ehrenbergianum	Asteraceae	-
Jaegeria hirta	Asteraceae	-
Leiboldia serrata	Asteraceae	-
Packera sanguisorbae	Asteraceae	-
Perymenium ovalifolium	Asteraceae	-
Roldana aschenborniana	Asteraceae	-
Senecio salignus	Asteraceae	-
Sinclairia deppeana	Asteraceae	-
Stevia jorullensis	Asteraceae	-
Telanthophora grandifolia	Asteraceae	-
Verbesina hypomalaca	Asteraceae	-
Vernonia deppeana	Asteraceae	-
Vernonanthura patens	Asteraceae	-
Cuscuta tinctoria	Convolvulaceae	-
Ipomoea funis	Convolvulaceae	-
Ipomoea purpurea	Convolvulaceae	-
Ipomoea phillomega	Convolvulaceae	-
Cornus disciflora	Cornaceae	-
Echeveria guatemalensis	Crassulaceae	-
Melothria pendula	Cucurbutaceae	-
Saurauia scabrida	Dilleniaceae	-
Sloanea sp	Elaeocarpaceae	-
Befaria laevis	Ericaceae	-
Gaultheria acuminata	Ericaceae	-
Lyonia squamulosa	Ericaceae	-
Vaccinium leucanthum	Ericaceae	-
Acalypha sp	Euphorbiaceae	-
Cnidoscolus multilobus	Euphorbiaceae	-
Croton draco	Euphorbiaceae	-
Euphorbia dentata	Euphorbiaceae	-
Euphorbia graminea	Euphorbiaceae	-
Euphorbia hyssopifolia	Euphorbiaceae	-
Euphorbia orizabae	Euphorbiaceae	-
Gymnanthes sp.	Euphorbiaceae	-
Phyllanthus sp.	Euphorbiaceae	-
Quercus affinis	Fagaceae	-
Quercus laurina	Fagaceae	-
Quercus castanea	Fagaceae	-
Quercus 102esertícola	Fagaceae	-
Quercus eugeniifolia	Fagaceae	-
Quercus agermana	Fagaceae	-
Quercus polymorpha	Fagaceae	-
Quercus sartorii	Fagaceae	-
ylosma flexuosum	Flacourtiaceae	-
Geranium seemannii	Geraniaceae	-
Achimenes grandiflora	Gesneriaceae	-
Moussonia deppeana	Gesneriaceae	-
Hyptis capitata	Labiatae	-
Ocimum selloi	Labiatae	-
Salvia heliantemifolia	Labiatae	-
Salvia involucrata	Labiatae	-
Salvia membranacea	Labiatae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Salvia mexicana	Labiatae	-
Stachys boraginoides	Labiatae	-
Beilschmiedia mexicana	Lauraceae	-
Cinnamomum effusum	Lauraceae	-
Ocotea helicterifolia	Lauraceae	-
Persea liebmannii	Lauraceae	-
Amicia zygomeris	Leguminosae	-
Canavalia villosa	Leguminosae	-
Centrosema sp	Leguminosae	-
Chamaecrista chamaecristoides	Leguminosae	-
Clitoria mexicana	Leguminosae	-
Crotalaria acapulcensis	Leguminosae	-
Dalbergia glomerata	Leguminosae	-
Desmodium caripense	Leguminosae	-
Erythrina americana	Leguminosae	-
Inga huastecana	Leguminosae	-
Leucaena collinsii	Leguminosae	-
Lonchocarpus caudatus	Leguminosae	-
Lysiloma microphylla	Leguminosae	-
Mimosa albida	Leguminosae	-
Phaseolus coccineus	Leguminosae	-
Platymiscium lasiocarpum	Leguminosae	Peligros de extinción (P)
Senna pendula	Leguminosae	-
Zapoteca portoricensis	Leguminosae	-
Heteropteris brachiata	Malpighiaceae	-
Anoda cristata	Malvaceae	-
Malvaviscus arboreus	Malvaceae	-
Pavonia schiedeana	Malvaceae	-
Sida rhombifolia	Malvaceae	-
Arthrostemma ciliatum	Melastomataceae	-
Conostegia xalapensis	Melastomataceae	-
Leandra cornoides	Melastomataceae	-
Miconia mexicana	Melastomataceae	-
Tibouchina mexicana	Melastomataceae	-
Trichilia havanensis	Meliaceae	-
Trophis mexicana	Moraceae	-
Myrica cerifera	Myricaceae	-
Ardisia sp.	Myrsinaceae	-
Rapanea myricoides	Myrsinaceae	-
Eugenia oerstediana	Myrtaceae	-
Bocconia frutescens	Papaveraceae	-
Borreria laevis	Rubiaceae	-
Bouvardia ternifolia	Rubiaceae	-
Coccocypselum cordifolium	Rubiaceae	-
Crusea longiflora	Rubiaceae	-
Houstonia sp	Rubiaceae	-
Palicourea padifolia	Rubiaceae	-
Psychotria sp.	Rubiaceae	-
Randia aculeata	Rubiaceae	-
Rondeletia capitellata	Rubiaceae	-
Spermacoce tenuior	Rubiaceae	-
Zanthoxylum xicense	Rutaceae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Peperomia collocata	Piperaceae	-
Pothomorphe umbellata	Piperaceae	-
Piper auritum	Piperaceae	-
Serjania hispida	Sapindaceae	-
Sideroxylon portoricense	Sapotaceae	-
Brugmansia x candida	Solanaceae	-
Cestrum faciculatum	Solanaceae	-
Cyphomandra betacea	Solanaceae	-
Solanum aligerum	Solanaceae	-
Solanum appendiculatum	Solanaceae	-
Solanum diflorum	Solanaceae	-
Solanum erianthum	Solanaceae	-
Solanum schlechtendalianum	Solanaceae	-
Solanum verbascifolium	Solanaceae	-
Solanum umbellatum	Solanaceae	-
Acaena elongata	Rosaceae	-
Crataegus mexicana	Rosaceae	-
Prunus brachybotria	Rosaceae	-
Heliocarpus appendiculatus	Tiliaceae	-
Triumfetta acracantha	Tiliaceae	-
Myriocarpa longipes	Urticaceae	-
Pilea pubescens	Urticaceae	-
Urera caracasana	Urticaceae	-
Valeriana scandens	Valerianaceae	-
Lantana hirta	Verbenaceae	-
Apium leptophyllum	Umbelliferae	-
Arracacia atropurpurea	Umbelliferae	-
Hydrocotyle mexicana	Umbelliferae	-
Sanicula liberta	Umbelliferae	-

- *Descripción dasométrica*

En la tabla 13 se muestra la cantidad de individuos tanto por especie como por estratos, además de sus valores correspondientes por la extrapolación a la hectárea.

Tabla 4.15. Relación de individuos por especie y estrato analizado.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha^{-1})
		ESTRATO ARBÓREO		
Bursera simaruba	Palo mulato	Burseraceae	2	14.29
Cedrela odorata	Cedro	Meliaceae	3	21.43
Cinnamomum effusum	Canelilla	Lauraceae	1	7.14
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	10	71.43
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	2	14.29
Eugenia xalapensis	Arrayán	Myrtaceae	8	57.14
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	11	78.57
Ostrya virginiana	Palo de fierro	Betulaceae	1	7.14
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	28	200.00
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	41	292.86
Tabernaemontana alba	Huevo de toro	Apocynaceae	1	7.14
	TOTAL		**108.00**	**771.43**
		ESTRATO ARBUSTIVO		

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha^{-1})
Adiantum trapeziforme	Culantrillo de agua	Pteridaceae	5	142.86
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	28	800.00
Astragolus guatemalensis	N/A	Fabaceae	3	85.71
Bidens odorata	Aceitilla	Asteraceae	29	828.57
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	2	57.14
Conostegia xalapensis	Capulín	Melastomataceae	7	200.00
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	1	28.57
Dorstenia drakena	Gallito	Moraceae	3	85.71
Eugenia xalapensis	Arrayán	Myrtaceae	4	114.29
Euphorbia schiedeana	N/A	Euphorbiaceae	3	85.71
Gibasis pellucida	N/A	Commelinaceae	1	28.57
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	8	228.57
Homolepsis glutinosa	Zacate agrio	Poaceae	10	285.71
Lasiacis divaricata	Bambú	Poaceae	15	428.57
Leucaena collinsii	Guaje	Fabaceae	2	57.14
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	42	1200.00
Maranta arundinacea	Azafrán	Marantaceae	50	1428.57
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	12	342.86
Melampodium perforatum	Ojo de perico	Asteraceae	1	28.57
Miconia sylvatica	N/A	Melastomataceae	9	257.14
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	50	1428.57
Mirabilis longiflora	Maravilla del cerro	Nyctaginaceae	4	114.29
Oxalis frutescens	Hierba cancerina	Oxalidaceae	11	314.29
Palicourea padifolia	Flor de cera	Rubiaceae	10	285.71
Piper aduncum	Hierba santa	Piperaceae	10	285.71
Pisonia aculeata	Coma de uña	Nyctaginaceae	1	28.57
Polygonus punctatum	Arrocillo	Polygonaceae	8	228.57
Pteridium aquilinum	Helecho alga	Dennstaedtiaceae	95	2714.29
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	33	942.86
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	3	85.71
Richardia brasiliensis	N/A	Rubiaceae	3	85.71
Rivina humilis	Bajatripa	Petiveriaceae	20	571.43
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	53	1514.29
Solanum torvum	Amaclanche	Solanaceae	3	85.71
Solanum umbellatum	Barba de chivo	Solanaceae	1	28.57
Symphoricarpus microphyllus	Perlita	Caprifoliaceae	7	200.00
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	Apocynaceae	1	28.57
Tournefortia hartwegiana	Confite coyote	Boraginaceae	1	28.57
Trichilia havanesis	Ciruelillo	Meliaceae	1	28.57
Urera caracasana	Ortiga de caballo	Urticaceae	6	171.43
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	2	57.14
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	15	428.57
Zamia loddigesii	Camotillo	Zamiaceae	1	28.57
	TOTAL		**574.00**	**16,400.00**
	ESTRATO HERBÁCEO			
Adenophyllum porophyllum	Alcanfor	Asteraceae	3	2142.86
Adiantum trapeziformis	Culantrillo de agua	Pteridiaceae	10	7142.86
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	2	1428.57
Begonia heracleifolia	Cachimba	Begoniaceae	1	714.29
Bidens odorata	Aceitilla	Asteraceae	3	2142.86
Canavallia villosa	Gallinitas	Fabaceae	50	35714.29
Chamaecrista nictitans	Guajito	Fabaceae	10	7142.86
Cissampelos pareira	Colorín	Menispermaceae	3	2142.86
Conostegia xalapensis	Capulín	Melastomataceae	5	3571.43
Gibasis pellucida	N/A	Commelinaceae	3	2142.86
Lasiacis divaricata	Bambú	Poaceae	17	12142.86
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	8	5714.29
Maranta arundinacea	Azafrán	Marantaceae	17	12142.86

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha^{-1})
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	6	4285.71
Melampodium perforatum	Ojo de perico	Asteraceae	10	7142.86
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	3	2142.86
Oxalis frutescens	Hierba cancerina	Oxalidaceae	2	1428.57
Piper aduncum	Hoja santa	Piperaceae	3	2142.86
Pseuderanthemum alatum	N/A	Acanthaceae	6	4285.71
Pteridium aquilinum	Helecho alga	Dennstaedtiaceae	36	25714.29
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	6	4285.71
Rivina humilis	Bajatripa	Petiveriaceae	2	1428.57
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	50	35714.29
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	3	2142.86
Solanum torvum	Amaclanche	Solanaceae	4	2857.14
Syngonium podophyllum	Singonio	Araceae	7	5000.00
Vachellia cornigera	Cornezuelo	Fabaceae	3	2142.86
Zamia loddigesii	Camotillo	Zamiaceae	1	714.29
	TOTAL		**274.00**	**195,714.29**
	ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR			
Canavallia villosa	Gallinitas	Fabaceae	69	1971.43
Desmondium canescens	Pegatina	Fabaceae	24	685.71
Dolichandra unguis-cati	Bejuco de cachorra	Bignoniaceae	3	85.71
Matelea suberifera	N/A	Apocynaceae	5	142.86
Metastelma lanceolatum	N/A	Apocynaceae	1	28.57
Oxypelatum cordifolium	N/A	Apocynaceae	13	371.43
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	10	285.71
Prosthechea radiata	Canelita	Orchidaceae	9	257.14
Psittacanthus calyculatus	Muérdago	Loranthaceae	2	57.14
Rhipsalis baccifera	Cola de caballo	Cactaceae	2	57.14
Selenicereus undatus	Pitahaya	Cactaceae	3	85.71
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	14	400.00
Syngonium podophyllum	Singonio	Araceae	44	1257.14
Tillandsia bartramii	Gallinita	Bromeliaceae	138	3942.86
Tillandsia deppeana	Bromelia de cerro	Bromeliaceae	230	6571.43
	TOTAL		**567.00**	**16,200.00**

El análisis de las clases diamétricas de los individuos del estrato arbóreo reflejó que esta selva cuenta con una estructura del tipo "*J invertida*" o multitaneo, en donde la mayoría de los individuos se encuentran en clases diamétricas menores e intermedias, lo que indica que la estructura del mismo se encuentra en un estado de constante reclutamiento al arbolado, Asimismo, lo que demuestra que esta *BMM* presenta un estado de conservación regular al denotar una regeneración constante dentro de las especies del *SAR*, al igual que albergar una concentración moderada de elementos con características de fustal.

Tabla 4.16. Distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo.

CLASE DIAMÉTRICA (CD)	CANTIDAD INDIVIDUOS	INDIVIDUOS POR HECTÁREA (Nha^{-1})	ÁREA BASAL (m^2)	ÁREA BASAL POR HECTÁREA (m^2ha^{-1})	ALTURA PROMEDIO (m^2)
10	20.00	142.86	0.187	1.332	7.00
15	19.00	135.71	0.366	2.615	8.75
20	20.00	142.86	0.624	4.456	10.21
25	13.00	92.86	0.627	4.479	12.27
30	10.00	71.43	0.705	5.038	15.21
35	13.00	92.86	1.223	8.735	14.83
40	8.00	57.14	0.993	7.093	14.51
45	2.00	14.29	0.330	2.359	10.20
50	1.00	7.14	0.196	1.401	9.40

55	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00
60	2.00	14.29	0.177	1.262	15.50
TOTAL	**108.00**	**771.43**	**5.428**	**38.772**	**11.03**

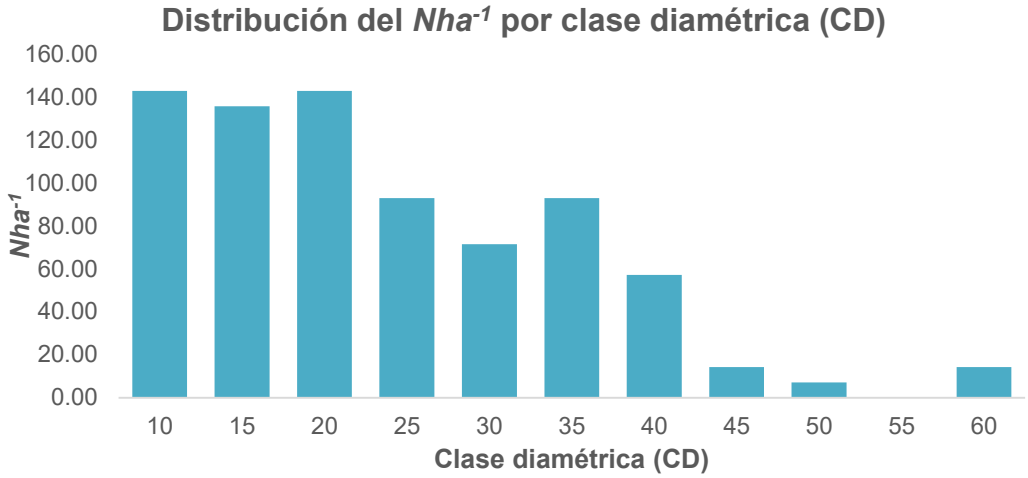


Figura 4.30. Distribución de clases diamétricas por *Nha*$^{-1}$ dentro de la comunidad forestal.

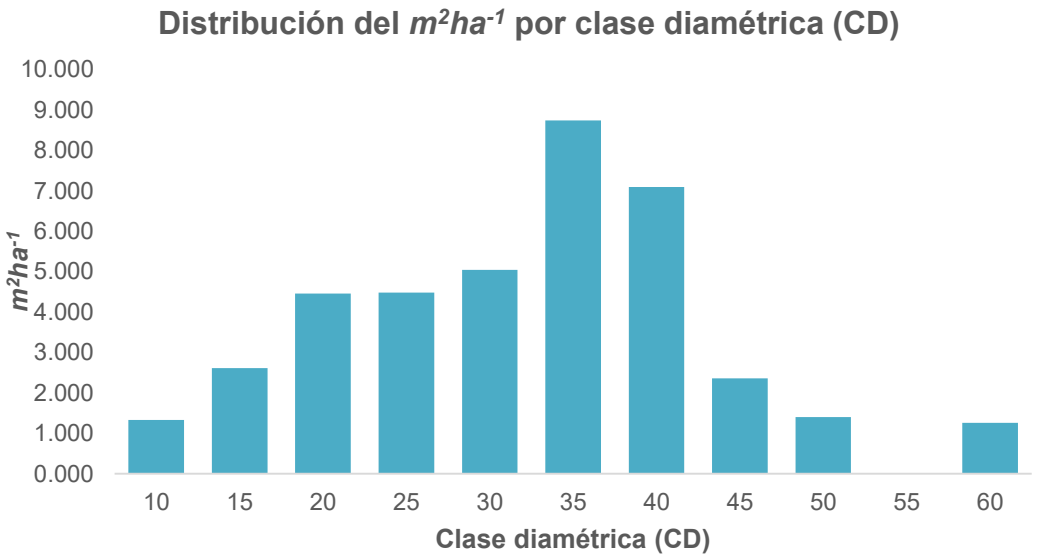


Figura 4.31. Distribución de clases diamétricas por *m* ^{2}*ha*$^{-1}$ dentro de la comunidad forestal.

Por otra parte, se observó que el comportamiento de la distribución del área basal por clases diamétricas se concentró en el centro de la gráfica a través de una distribución normal, por lo que este valor se encuentra acumulado por las clases intermedias, por su alta abundancia y grandes dimensiones dasométricas, respectivamente. En el caso de la altura (*h*), se determinó que existió una relación entre la *CD* y la altura promedio, donde los valores promedio se mantuvieron constantes a lo largo de este gradiente vertical.

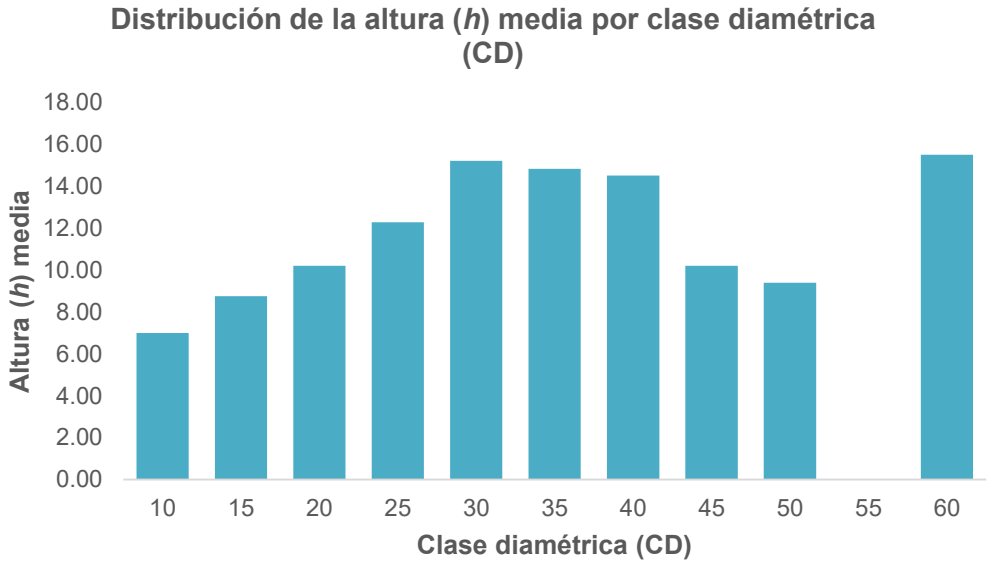


Figura 4.32. Distribución de clases diamétricas por altura *(h)* media dentro de la comunidad forestal.

- *Descripción de diversidad*

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para este trabajo, fue notable que el estrato arbustivo presentó la mayor diversidad, así que la mayor riqueza dentro de la comunidad forestal. En tanto que el estrato arbóreo fue el menos rico y diverso en términos generales. Es interesante observar que este primer estrato en mención presente los valores más altos, situación que es congruente con el tipo de bosque analizado, a pesar de que se encuentre en un buen estado de conservación.

Tabla 4.17. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**EPÍFITO Y TREPADOR**
Riqueza S	11	**43**	28	15
N° de individuos	771.43	16400.00	195714.29	16200.00
Índice de equidad Shannon-Wiener **H'**	1.741	**3.046**	2.722	1.762
H'_{MAX}	2.398	**3.761**	3.332	2.708
Índice de dominancia Simpson **λ**	0.763	**0.930**	0.900	0.752
Índice de equitatividad **J´**	0.726	**0.810**	0.817	0.651

Por otra parte, se observó que el estrato epífito y trepador se encuentró muy consolidado, lo cual puede deberse a la temporalidad del levantamiento de la información del proyecto analizado y a las características mismas de esta comunidad que lo alberga.

- *Descripción de la importancia ecológica*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar el *Índice de valor de importancia (IVI)* dentro de esta comunidad forestal dentro de sus diferentes estratos.

Dentro del estrato arbóreo, se identificó que las especies más abundantes fueron *Quercus crassifolia* (37.96%), *Pinus oocarpa* (25.93%) y *Guazuma ulmifolia (*10.19%), en tanto que la mayor dominancia la presentó *P. oocarpa* (37.01%) seguida de *Q. crassifolia* (33.31%). La frecuencia fue muy diferente entre las especies, siendo esta primer fagácea la que ocurrió con mayor frecuencia dentro de los sitios de muestreo. En ese sentido, las especies que presentaron la mayor importancia ecológica dentro de este bosque fueron *Q. crassifolia* (IVI de 103.28), *P. oocarpa* (IVI de 78.94) y *G. ulmifolia* (IVI de 26.09). Es notable que el grupo de las especies heliófitas fue el que conformó en mayor medida la importancia ecológica de la comunidad, lo cual es congruente con el estado de conservación identificado para este proyecto.

Tabla 4.18. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Especie	*Abundancia absoluta*	*Abundancia relativa*	*Dominancia absoluta*	*Dominancia relativa*	*Frecuencia absoluta*	*Frecuencia relativa*	*IVI*
Quercus crassifolia	292.857	37.96	13.757	33.31	8.000	32.00	103.28
Pinus oocarpa	200.000	25.93	15.284	37.01	4.000	16.00	78.94
Guazuma ulmifolia	78.571	10.19	1.614	3.91	3.000	12.00	26.09
Croton draco	71.429	9.26	2.422	5.86	1.000	4.00	19.12
Eugenia xalapensis	57.143	7.41	1.063	2.58	2.000	8.00	17.98
Cedrela odorata	21.429	2.78	3.928	9.51	1.000	4.00	16.29
Dendropanax arboreus	14.286	1.85	1.599	3.87	2.000	8.00	13.72
Bursera simaruba	14.286	1.85	0.839	2.03	1.000	4.00	7.88
Ostrya virginiana	7.143	0.93	0.580	1.40	1.000	4.00	6.33
Cinnamomum effusum	7.143	0.93	0.160	0.39	1.000	4.00	5.31
Tabernaemontana alba	7.143	0.93	0.051	0.12	1.000	4.00	5.05
Totales	771.429	100.00	41.296	100.00	25.000	100.00	300.00

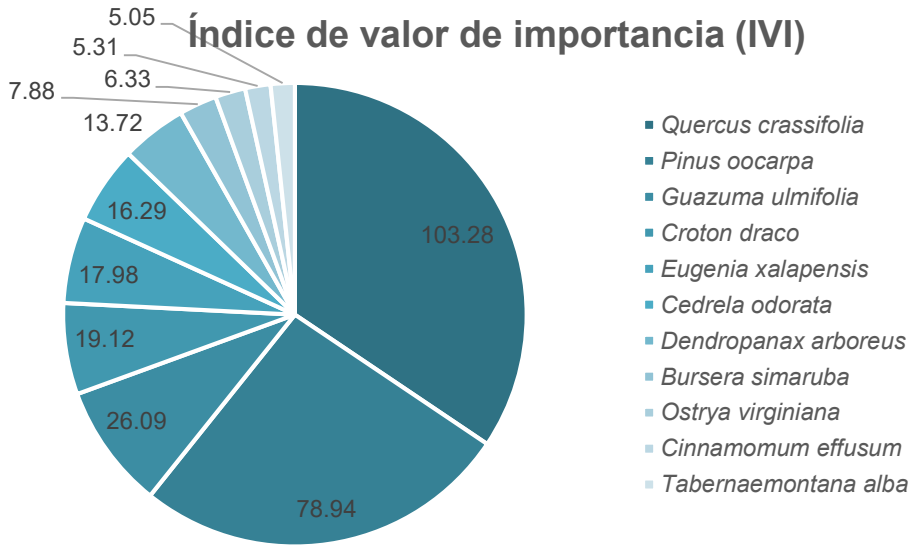


Figura 4.33. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Dentro del estrato arbustivo, fue notable que *Pteridium aquilinum* (16.55%) se posicionó como la especie más abundante, seguida de *Quercus crassifolia* (5.75%). En ese sentido, en tanto que *P. aquilinum* (16.55%) y *S. macrostachya* (4.84%) acumularon la mayor área basal. Por otra parte, las especies que fueron más frecuentes a lo largo de los muestreos fueron *P. aquilinum* (7.41%) y *Q. crassifolia* (7.41%). Por ello, y siguiendo los patrones anteriores, *P. aquilinum* se posicionó como la especie con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad (IVI de 51.85), seguida de *Q. crassifolia* (IVI de 22.70) y *Mimosa alblida* (IVI de 21.83).

Tabla 4.19. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
Pteridium aquilinum	2714.286	16.55	1502.354	27.89	6.000	7.41	51.85
Quercus crassifolia	942.857	5.75	514.155	9.55	6.000	7.41	22.70
Mimosa albida	1428.571	8.71	240.915	4.47	7.000	8.64	21.83
Setaria macrostachya	1514.286	9.23	260.528	4.84	3.000	3.70	17.77
Malvaviscus arboreus	1200.000	7.32	82.812	1.54	5.000	6.17	15.03
Maranta arundinacea	1428.571	8.71	123.644	2.30	3.000	3.70	14.71
Allowissadula holosericea	800.000	4.88	363.078	6.74	2.000	2.47	14.09
Bidens odorata	828.571	5.05	36.936	0.69	4.000	4.94	10.68
Piper aduncum	285.714	1.74	408.183	7.58	1.000	1.23	10.55
Lasiacis divaricata	428.571	2.61	272.645	5.06	1.000	1.23	8.91
Resto de las especies	4828.571	29.443	1581.063	29.353	43.000	53.086	111.882
Totales	**16400.000**	**100.000**	**5386.314**	**100.000**	**81.000**	**100.000**	**300.000**

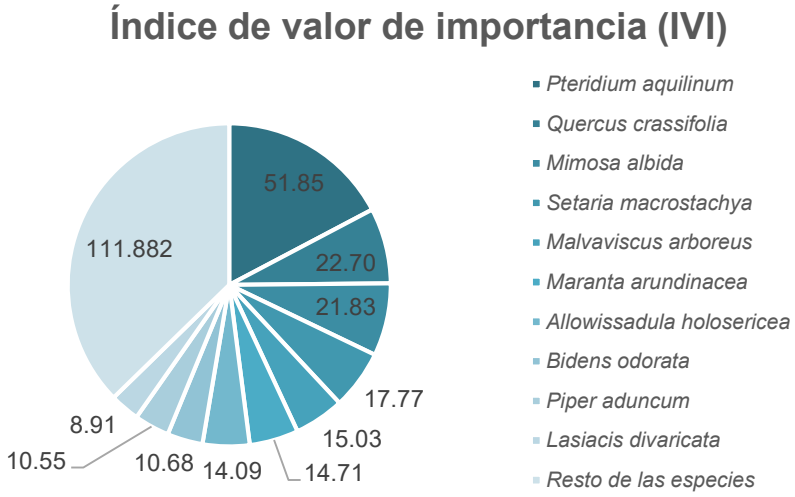


Figura 4.34. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.

Para el caso del estrato herbáceo, se identificó que las especies que presentaron los valores más altos de acuerdo con este índice fueron *Pteridium aquilinum* con un IVI de 48.85, relegando a otras especies como *Setaria macrostachya* (IVI de 40.81) y *Maranta arundinacea* (IVI de 39.53). En este caso, fue muy evidente que esta acantácea fue la más representativa dentro de la comunidad, aunque fue de destacar que el resto de las especies no presentaron valores muy por debajo de esta especie en mención.

Tabla 4.20. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
Pteridium aquilinum	25714.286	13.14	1649.336	23.71	6.000	12.00	48.85
Setaria macrostachya	35714.286	18.25	873.755	12.56	5.000	10.00	40.81
Maranta arundinacea	12142.857	6.20	1900.383	27.32	3.000	6.00	39.53
Canavallia villosa	35714.286	18.25	437.859	6.29	4.000	8.00	32.54
Chamaecrista nictitans	7142.857	3.65	504.899	7.26	1.000	2.00	12.91
Lasiacis divaricata	12142.857	6.20	144.457	2.08	2.000	4.00	12.28
Melampodium perforatum	7142.857	3.65	224.399	3.23	1.000	2.00	8.88
Pseuderanthemum alatum	4285.714	2.19	124.822	1.79	2.000	4.00	7.98
Quercus crassifolia	4285.714	2.19	117.810	1.69	2.000	4.00	7.88

Malvaviscus arboreus	5714.286	2.92	65.917	0.95	2.000	4.00	7.87
Resto de especies	45714.286	23.358	912.072	13.113	22.000	44.000	80.470
Totales	**195714.286**	**100.00**	**6955.711**	**100.00**	**50.000**	**100.00**	**300.00**

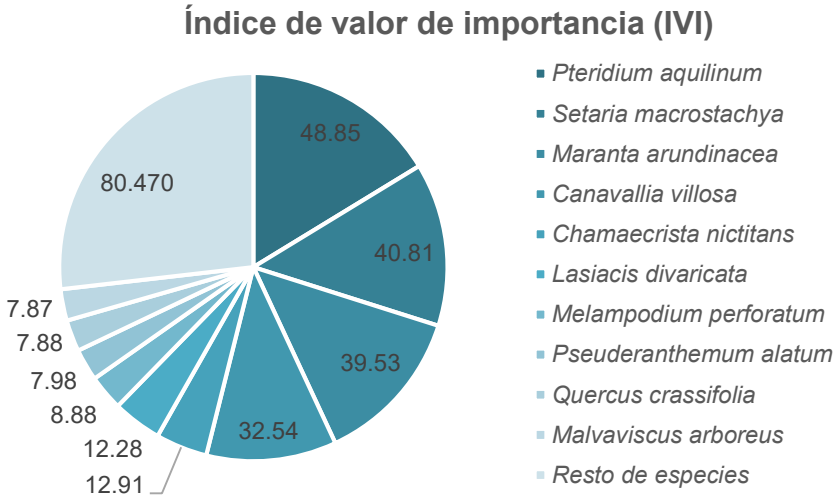


Figura 4.35. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Dentro del estrato epífito y trepador se identificó a *T. deppeana* como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 89.49, en tanto que *Tillandsia bartramii* obtuvo un valor muy por debajo (IVI de 53.04). No obstante, entre especies, y en donde el resto de las especies presentó valores muy por debajo a las primeras dos indicadas.

Tabla 4.21. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador.

Especie	***Abundancia absoluta***	***Abundancia relativa***	***Dominancia absoluta***	***Dominancia relativa***	***Frecuencia absoluta***	***Frecuencia relativa***	***IVI***
Tillandsia deppeana	6571.429	40.56	909.940	33.93	6.000	15.00	89.49
Tillandsia bartramii	3942.857	24.34	367.342	13.70	6.000	15.00	53.04
Canavallia villosa	1971.429	12.17	351.255	13.10	7.000	17.50	42.77
Syngonium podophyllum	1257.143	7.76	472.810	17.63	3.000	7.50	32.89
Piper umbellatum	285.714	1.76	323.135	12.05	1.000	2.50	16.31
Oxypelatum cordifolium	371.429	2.29	37.924	1.41	4.000	10.00	13.71
Desmondium canescens	685.714	4.23	35.680	1.33	2.000	5.00	10.56
Smilax bona-nox	400.000	2.47	11.781	0.44	2.000	5.00	7.91
Prosthechea radiata	257.143	1.59	28.948	1.08	2.000	5.00	7.67
Matelea suberifera	142.857	0.88	71.808	2.68	1.000	2.50	6.06
Resto de las especies	314.286	1.940	71.361	2.661	6.000	15.000	19.601
Totales	16200.000	100.00	2681.982	100.00	40.000	100.00	300.00

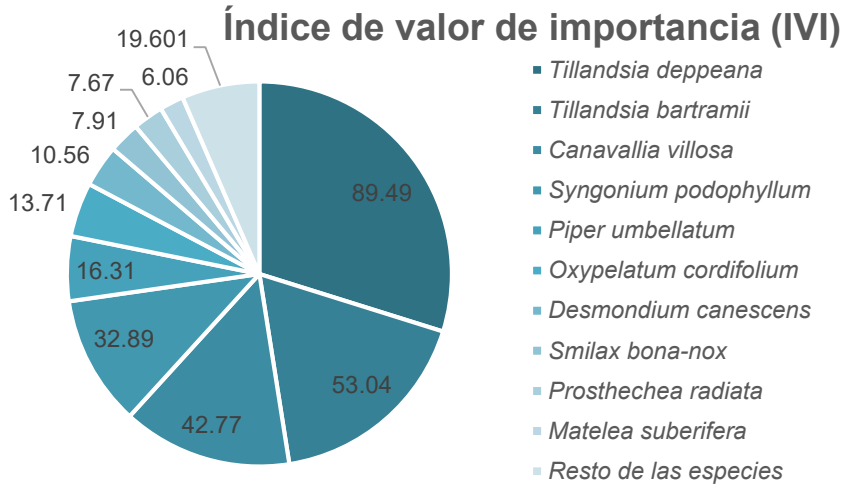


Figura 4.36. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador.

Caracterización de la vegetación dentro del Área del Proyecto (AP)

- *Caracterización del Bosque Mesófilo de Montaña (BMM)*

- *Descripción a nivel comunidad*

Dentro de esta selva se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: arbóreo (15 *spp.*), arbustivo (37 *spp.*), herbáceo (26 *spp.*) y epífito-trepador (18 *spp.*) (Figura 26). Dentro de esta comunidad forestal se observó que el estrato arbustivo presentaba una gran cantidad de individuos, siendo un indicador de que esta comunidad se encuentra en un estado sucesional secundario relicto de la vegetación proveniente de la *BMM* original, tal como se indica en apartados anteriores.

Dentro del estrato arbóreo se registraron individuos con alturas máximas de hasta 20.00 m de altura y *DN* de alcanzaron los 66.85 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 8.32 m y para el *DN* fue de 21.28 cm.

Tabla 4.22. Rangos de valores para la altura (*h*) y el diámetro normal (*DN*).

PARÁMETRO	***PROMEDIO***	***MÍNIMO***	***MÁXIMO***	***MODA***
Altura (h)	8.32	1.90	20.00	6.50
Diámetro normal (DN)	21.28	7.51	66.85	10.82

Las especies que conformaron el estrato superior fueron el pino ocote (*Pinus oocarpa*), el encino quebracha (*Quercus crassifolia*) y el encino laurel (*Quercus laurina*). La densidad por hectárea fue de 928.571 Nha^{-1} y el área basal fue de 43.088 m^2ha^{-1}.

El estrato arbustivo fue el más abundante y desarrollado dentro de los sitios de muestreo; se determinaron individuos con alturas entre 0.50 m y 4.00 m de altura, donde los elementos más característicos fueron *Allowissadula holosericea*, el chilito (*Acalypha phleoides*) y el

helecho alga (*Pteridium aquilinum*). Este estrato registró una densidad de 21,900.000 Nha^{-1} y una cobertura de copa de 9,464.441 m^2ha^{-1}.

En el estrato herbáceo fue común la aparición de la barba de viejo (*Calliandra houstoniana*), *Allowissadula holosericea* y la pegatina (*Desmodium canescens*), con una densidad de 286,428.571 Nha^{-1} y con una cobertura de copa de 17,866.350 m^2ha^{-1}, mientras que en el estrato epífito-trepador la bromelia de cerro (*Tillandsia deppeana*), la gallinita (*Tillandsia bartramii*) y la pegatina (*Desmodium canescens*) fueron los elementos más característicos.

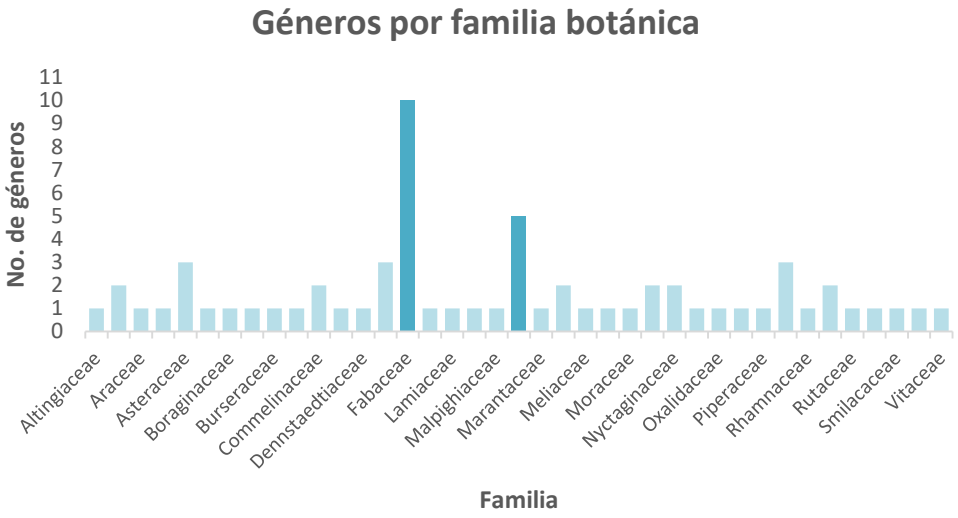
Figura 4.37. Vista general de la *Bosque mesófilo de montaña (BMM)* dentro del *AP.*

- *Descripción florística*

Se registraron 70 especies repartidas en 64 géneros y 39 familias botánicas, de las cuales Fabaceae (10 *spp.*) y tanto Asteraceae, Euphorbiaceae y Melastomataceae (3 *spp.*) acumularon la mayor cantidad de especies. Esta situación es congruente con lo que señalan Rzedowski (2006) y Miranda y Hernández (2014) para estos tipos de vegetación, de manera particular dentro de las comunidades de carácter primario que imperan dentro de esta zona.

Tabla 4.23. Relación de nivel taxonómico por familia botánica.

FAMILIA	***GÉNEROS***	***ESPECIES***
Altingiaceae	1	1
Apocynaceae	2	2
Araceae	1	1
Araliaceae	1	1
Asteraceae	3	3
Betulaceae	1	1
Boraginaceae	1	1
Bromeliaceae	1	2
Burseraceae	1	1
Cactaceae	1	1
Commelinaceae	2	2
Convolvulaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1
Euphorbiaceae	3	3
Fabaceae	10	10
Fagaceae	1	2
Lamiaceae	1	1
Loranthaceae	1	1
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	5	5
Marantaceae	1	1
Melastomataceae	2	3
Meliaceae	1	1
Menispermaceae	1	1
Moraceae	1	1
Myrtaceae	2	2
Nyctaginaceae	2	2
Orchidaceae	1	1
Oxalidaceae	1	2
Pinaceae	1	1
Piperaceae	1	2
Poaceae	3	3
Rhamnaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Rutaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
Smilacaceae	1	1
Solanaceae	1	2
Vitaceae	1	1
39 familias	**64**	**70**



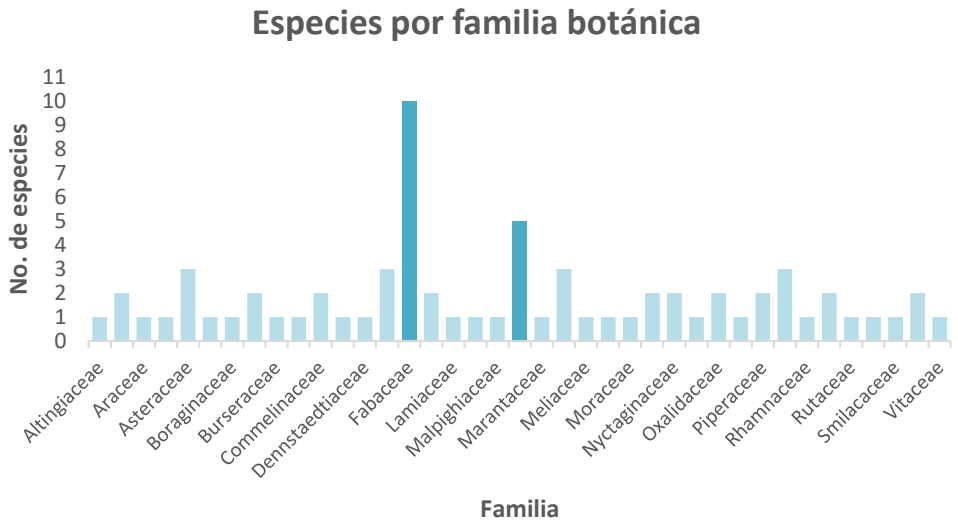


Figura 4.38. Número de especies por género y familia botánica.

A nivel estrato, se observó que el arbustivo albergó a la mayor cantidad de especies, mientras que el epífito y trepador fue el menos rico (Tabla 22).

Tabla 4.24. Número de especies por estrato analizado.

ESTRATO	*Arbóreo*	*Arbustivo*	*Herbáceo*	*Epífito y trepador*
Riqueza (S)	15	37	26	18

Dentro del estrato arbóreo se registraron 15 especies dentro de 14 géneros y 11 familias botánicas, siendo Fabaceae (3 *ssp.*) y tanto Fagaceae y Myrtaceae (2 *spp.*) fueron las que acumularon la mayor cantidad de especies. Una situación similar se presentó dentro del estrato arbustivo, en donde estas mismas familias botánicas acumularon la mayor cantidad de especies, además de Asteraceae, Malvaceae y Melastomataceae (3 *spp.*). Para el caso del estrato herbáceo se siguió esa misma tendencia, mientras que en el epífito y trepador se encontró que Fabaceae albergó la mayor cantidad de especies.

Tabla 4.25. Riqueza del estrato arbóreo.

ARBÓREO		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Altingiaceae	1	1
Araliaceae	1	1
Betulaceae	1	1
Burseraceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	3	3
Fagaceae	1	2
Malvaceae	1	1
Moraceae	1	1
Myrtaceae	2	2
Pinaceae	1	1
1 familias	**14**	**1**

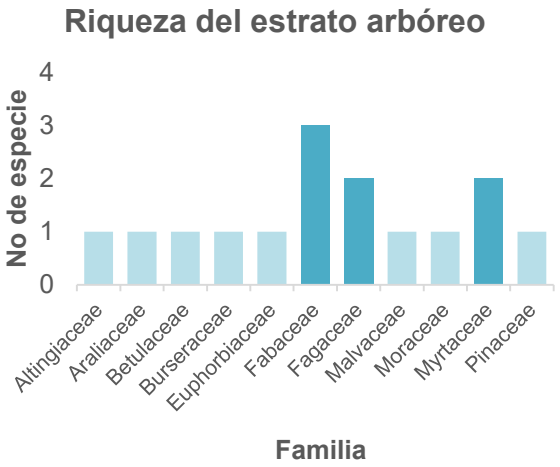


Figura 4.39. Riqueza del estrato arbóreo.

Tabla 4.26. Riqueza del estrato arbustivo.

ARBUSTIVO		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Altingiaceae	1	1
Apocynaceae	1	1
Araliaceae	1	1
Asteraceae	3	3
Boraginaceae	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1
Euphorbiaceae	3	3
Fabaceae	4	4
Fagaceae	1	2
Lamiaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Melastomataceae	2	3
Meliaceae	1	1
Myrtaceae	2	2
Nyctaginaceae	2	2
Piperaceae	1	1
Poaceae	2	2
Rhamnaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Rutaceae	1	1
Solanaceae	1	1
21 familias	**35**	**37**

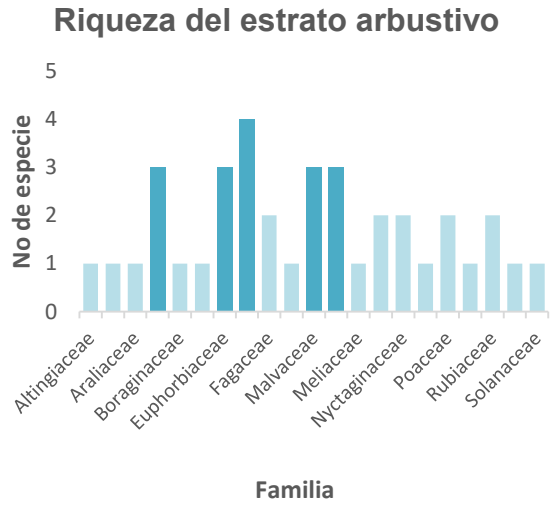


Figura 40. Riqueza del estrato arbustivo,

Tabla 4.27. Riqueza del estrato herbáceo.

HERBÁCEO		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Asteraceae	1	1
Commelinaceae	2	2
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	6	6
Fagaceae	1	1
Lamiaceae	1	1
Malpighiaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Marantaceae	1	1
Oxalidaceae	1	2
Pinaceae	1	1
Poaceae	2	2
Rubiaceae	2	2
Smilacaceae	1	1
Solanaceae	1	1
15 familias	**25**	**26**

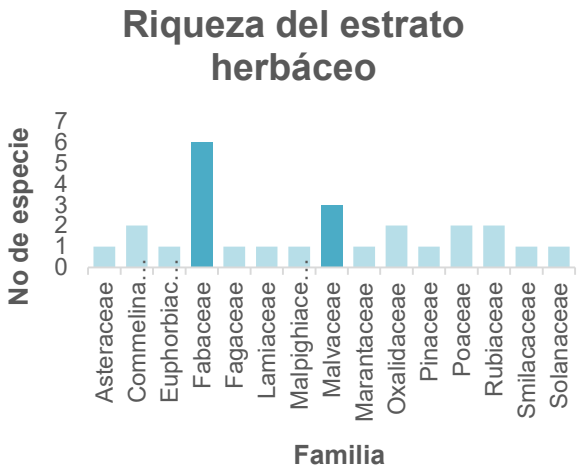


Figura 4.41. Riqueza del estrato herbáceo.

Tabla 4.28. Riqueza del estrato epífito y trepador**.**

EPÍFITO Y TREPADOR		
FAMILIA	**GÉNEROS**	**ESPECIES**
Apocynaceae	1	1
Araceae	1	1
Bromeliaceae	1	2
Cactaceae	1	1
Convolvulaceae	1	1
Fabaceae	4	4
Loranthaceae	1	1
Malpighiaceae	1	1
Menispermaceae	1	1
Orchidaceae	1	1
Piperaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
Smilacaceae	1	1
Vitaceae	1	1
14 familias	17	18

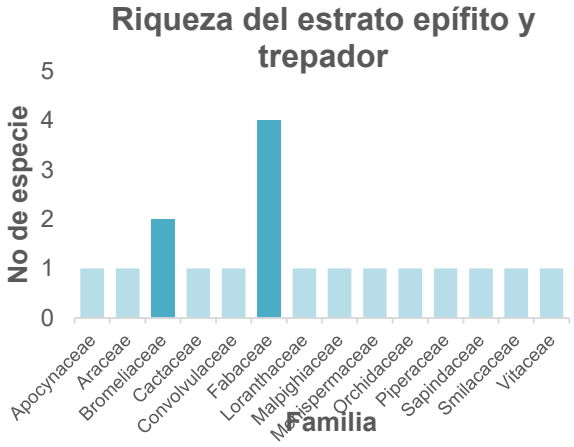


Figura 4.42. Riqueza del estrato epífito y trepador.

Finalmente, se presenta el listado de las especies registradas durante las actividades de muestreo, de las cuales sólo *Ostrya virginiana* se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 como en protección especial (Pr).

Tabla 4.29. Listado de especies presentes dentro de la *BMM*.

NOMBRE CIENTÍFICO	*NOMBRE COMÚM*	*FAMILIA*	*CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010*
Acalypha phleoides	Chilitos	Euphorbiaceae	
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	
Bidens odorata	Aceitilla	Asteraceae	
Bursera simaruba	Palo mulato	Burseraceae	
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	
Canavallia villosa	Gallinitas	Fabaceae	
Cardiospermum halicacabum	Bejuco tronador	Sapindaceae	
Centrosema sagittatum	Frijolillo	Fabaceae	
Cissampelos pareira	Colorín	Menispermaceae	
Cissus microcarpa	Uva cimarrona	Vitaceae	
Citrus limon	Limón	Rutaceae	
Commelina coelestis	Quesadilla	Commelinaceae	
Conostegia xalapensis	Capulín	Melastomataceae	
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	
Desmodium canescens	Pegatina	Fabaceae	
Eriosema sp.	Amor seco	Fabaceae	
Eugenia xalapensis	Capulín	Myrtaceae	
Euphorbia schiedeana	Lechero	Myrtaceae	
Gibasis pellucida	N/A	Commelinaceae	
Gliricidia sepium	Cacahuananche	Fabaceae	
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	
Hamelia patens	Coralillo	Rubiaceae	
Heteropterys brachiata	Bejuco de margarita	Malpighiaceae	
Ipomoea laeta	Gloria de la mañana	Convolvulaceae	
Leucaena collinsii	Guaje	Malvaceae	
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	Altingiaceae	
Lonchocarpus rugosus	Mata buey	Fabaceae	
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	
Mandevilla subsaggitatum	Biperol	Apocynaceae	
Maranta arundinacea	Azafrán	Marantaceae	
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	
Melampodium perforatum	Ojo de perico	Asteraceae	
Miconia anisotricha	N/A	Melastomataceae	
Miconia sylvatica	N/A	Melastomataceae	
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	
Mirabilis longiflorus	Maravilla del cerro	Nyctaginaceae	
Ostrya virginiana	Palo de fierro	Betulaceae	Protección especial (Pr)
Oxalis frutescens	Hierba cancerina	Oxalidaceae	
Oxalis latifolia	Acederilla	Oxalidaceae	
Pachyrhizus erosus	Jicama	Fabaceae	
Panicum maximum	Zacate guinea	Poaceae	
Paspalum notatum	Pasto estrella	Poaceae	
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	
Piper aduncum	N/A	Piperaceae	
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	
Pisonia aculeata	Coma de uña	Nyctaginaceae	
Prosthechea radiata	Canelita	Orchidaceae	
Psidium guajava	Guayaba	Myrtaceae	
Pteridium aquilinum	Helecho alga	Dennstaedtiaceae	
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	
Quercus laurina	Encino laurelillo	Fagaceae	
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚM	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Rhipsalis baccifera	Cola de caballo	Cactaceae	
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	
Solanum muricanthus	Jitomatillo silvestre	Solanaceae	
Solanum umbellatum	Barba de chivo	Solanaceae	
Struthanthus deppeanus	Muérdago	Loranthaceae	
Syngonium podophyllum	Singonio	Araceae	
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	Apocynaceae	
Tillandsia bartramii	Gallinita	Bromeliaceae	
Tillandsia deppeana	Bromelia de cerro	Bromeliaceae	
Tournefortia hartwegiana	N/A	Boraginaceae	
Trichilia havanensis	Ciruelillo	Meliaceae	
Trophis mexicana	Estrellita	Moraceae	
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	
Waltheria indica	Tapacola	Malvaceae	
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	
Ziziphus obtusifolia	N/A	Rhamnaceae	

- *Descripción dasométrica*

En la tabla 28 se muestra la cantidad de individuos tanto por especie como por estratos, además de sus valores correspondientes por la extrapolación a la hectárea.

Tabla 4.30. Relación de individuos por especie y por estrato analizado.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha^{-1})
		ESTRATO ARBÓREO		
Bursera simaruba	Palo mulato	Burseraceae	1	7.14
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	1	7.14
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	1	7.14
Eugenia xalapensis	Capulín	Myrtaceae	2	14.29
Gliricidia sepium	Cacahuananche	Fabaceae	1	7.14
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	51	364.29
Leucaena collinsii	Guaje	Malvaceae	1	7.14
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	Altingiaceae	1	7.14
Lonchocarpus rugosus	Mata buey	Fabaceae	2	14.29
Ostrya virginiana	Palo de fierro	Betulaceae	1	7.14
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	22	157.14
Psidium guajava	Guayaba	Myrtaceae	3	21.43
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	38	271.43
Quercus laurina	Encino laurelillo	Fagaceae	4	28.57
Trophis mexicana	Estrellita	Moraceae	1	7.14
	TOTAL		**130**	**928.57**
		ESTRATO ARBUSTIVO		
Acalypha phleoides	Chilitos	Euphorbiaceae	95	2714.29
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	107	3057.14
Bidens odorata	Aceitilla	Asteraceae	20	571.43
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	43	1228.57
Citrus limon	Limón	Rutaceae	3	85.71
Conostegia xalapensis	Capulín	Melastomataceae	26	742.86
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	4	114.29

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha^{-1})
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	1	28.57
Eugenia xalapensis	Capulín	Myrtaceae	3	85.71
Euphorbia schiedeana	Lechero	Myrtaceae	5	142.86
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	8	228.57
Hamelia patens	Coralillo	Rubiaceae	55	1571.43
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	Altingiaceae	2	57.14
Lonchocarpus rugosus	Mata buey	Fabaceae	3	85.71
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	30	857.14
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	31	885.71
Melampodium perforatum	Ojo de perico	Asteraceae	2	57.14
Miconia anisotricha	N/A	Melastomataceae	3	85.71
Miconia sylvatica	N/A	Melastomataceae	4	114.29
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	36	1028.57
Mirabilis longiflorus	Maravilla del cerro	Nyctaginaceae	15	428.57
Panicum maximum	Zacate guinea	Poaceae	60	1714.29
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	2	57.14
Pisonia aculeata	Coma de uña	Nyctaginaceae	3	85.71
Psidium guajava	Guayaba	Myrtaceae	10	300.00
Pteridium aquilinum	Helecho alga	Dennstaedtiaceae	62	1771.43
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	26	742.86
Quercus laurina	Encino laurelillo	Fagaceae	2	57.14
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	1	28.57
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	55	1571.43
Solanum umbellatum	Barba de chivo	Solanaceae	7	200.00
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	Apocynaceae	5	142.86
Tournefortia hartwegiana	N/A	Boraginaceae	15	428.57
Trichilia havanensis	Ciruelillo	Meliaceae	3	85.71
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	4	114.29
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	5	142.86
Ziziphus obtusifolia	N/A	Rhamnaceae	10	285.71
	TOTAL		**776.00**	**21,885.71**
	ESTRATO HERBÁCEO			
Acalypha phleoides	Chilitos	Euphorbiaceae	8	5714.29
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	42	30000.00
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	114	81428.57
Centrosema sagittatum	Frijolillo	Fabaceae	20	14285.71
Commelina coelestis	Quesadilla	Commelinaceae	5	3571.43
Desmodium canescens	Pegatina	Fabaceae	35	25000.00
Eriosema sp.	Amor seco	Fabaceae	6	4285.71
Gibasis pellucida	N/A	Commelinaceae	2	1428.57
Hamelia patens	Coralillo	Rubiaceae	6	4285.71
Heteropterys brachiata	Bejuco de margarita	Malpighiaceae	8	5714.29
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	26	18571.43
Maranta arundinacea	Azafrán	Marantaceae	23	16428.57
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	29	20714.29
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	4	2857.14
Oxalis frutescens	Hierba cancerina	Oxalidaceae	4	2857.14
Oxalis latifolia	Acederilla	Oxalidaceae	6	4285.71
Paspalum notatum	Pasto estrella	Poaceae	16	11428.57
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	6	4285.71
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	16	11428.57
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	1	714.29

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha^{-1})
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	3	2142.86
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	5	3571.43
Solanum muricanthus	Jitomatillo silvestre	Solanaceae	1	714.29
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	3	2142.86
Waltheria indica	Tapacola	Malvaceae	7	5000.00
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	5	3571.43
	TOTAL		**401**	**286,428.57**
	ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR			
Canavallia villosa	Gallinitas	Fabaceae	50	1428.57
Cardiospermum halicacabum	Bejuco tronador	Sapindaceae	16	457.14
Centrosema sagittatum	Frijolillo	Fabaceae	10	285.71
Cissampelos pareira	Colorín	Menispermaceae	3	85.71
Cissus microcarpa	Uva cimarrona	Vitaceae	11	314.29
Desmodium canescens	Pegatina	Fabaceae	83	2371.43
Heteropterys brachiata	Bejuco de margarita	Malpighiaceae	3	85.71
Ipomoea laeta	Gloria de la mañana	Convolvulaceae	17	485.71
Mandevilla subsaggitatum	Biperol	Apocynaceae	15	428.57
Pachyrhizus erosus	Jicama	Fabaceae	10	285.71
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	3	85.71
Prosthechea radiata	Canelita	Orchidaceae	5	142.86
Rhipsalis baccifera	Cola de caballo	Cactaceae	6	171.43
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	25	714.29
Struthanthus deppeanus	Muérdago	Loranthaceae	5	142.86
Syngonium podophyllum	Singonio	Araceae	15	428.57
Tillandsia bartramii	Gallinita	Bromeliaceae	274	7828.57
Tillandsia deppeana	Bromelia de cerro	Bromeliaceae	216	6171.43
	TOTAL		**767**	**21,914.29**

Por otra parte, al analizar la distribución de las clases diamétricas de los individuos del estrato arbóreo se puede observar que esta selva cuenta con una estructura del tipo "*J invertida*" o multitaneo, en donde la mayoría de los individuos se encuentran en clases diamétricas menores, y conforme aumentan las clases, disminuye la abundancia y alcanzando hasta los 45 cm y brincando sólo unos pocos individuos considerados como fustal. Es de notar que la estructura refleja un estado de latizal en el que los elementos aún no alcanzan un estado dasométrico maduro, lo cual es debido a la constante perturbación ocasionada por el tránsito de los automóviles y el mantenimiento que se le da al camino y a la vegetación aledaña al mismo.

Tabla 4.31. Distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo.

CLASE DIAMÉTRICA (CD)	CANTIDAD INDIVIDUOS	INDIVIDUOS POR HECTÁREA (Nha^{-1})	ÁREA BASAL (m^2)	ÁREA BASAL POR HECTÁREA (m^2ha^{-1})	ALTURA PROMEDIO (m^2)
10	36.00	257.14	0.282	2.014	5.60
15	28.00	200.00	0.499	3.567	6.64
20	18.00	128.57	0.551	3.938	7.89
25	13.00	92.86	0.615	4.390	8.52
30	11.00	78.57	0.790	5.641	12.03
35	10.00	71.43	0.954	6.817	14.76
40	6.00	42.86	0.777	5.552	10.57

CLASE DIAMÉTRICA (CD)	CANTIDAD INDIVIDUOS	INDIVIDUOS POR HECTÁREA (Nha^{-1})	ÁREA BASAL (m^2)	ÁREA BASAL POR HECTÁREA (m^2ha^{-1})	ALTURA PROMEDIO (m^2)
45	6.00	42.86	0.929	6.633	12.18
50	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00
55	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00
60	1.00	7.14	0.284	2.030	14.00
65	1.00	7.14	0.351	2.507	11.00
TOTAL	**130.00**	**928.57**	**6.032**	**43.088**	**8.32**

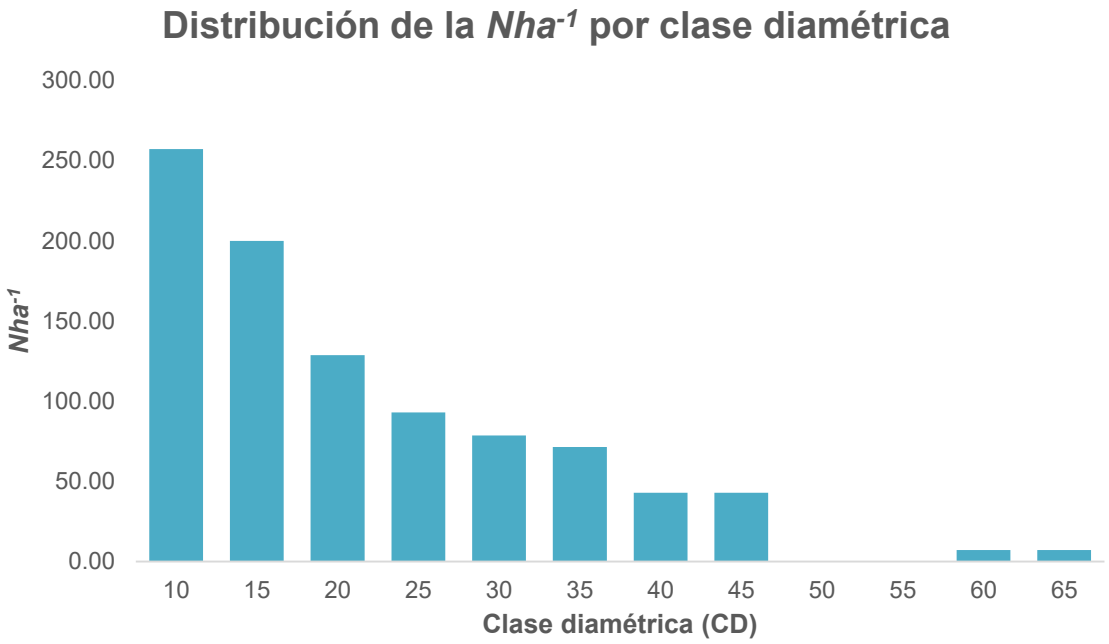


Figura 4.43. Distribución de clases diamétricas por Nha^{-1} dentro de la comunidad forestal.

Por otra parte, se observó que el comportamiento de la distribución del área basal por clases diamétricas se concentró en su mayoría dentro de las *CD* intermedias (35 al 45), indicando que este grupo dasométrico de individuos acumuló la mayor cobertura horizontal dentro de la comunidad. En el caso de la altura (*h*), se determinó que existió una relación entre la *CD* y la altura promedio, donde conforme se incrementa la clase diamétrica también lo hace este valor.

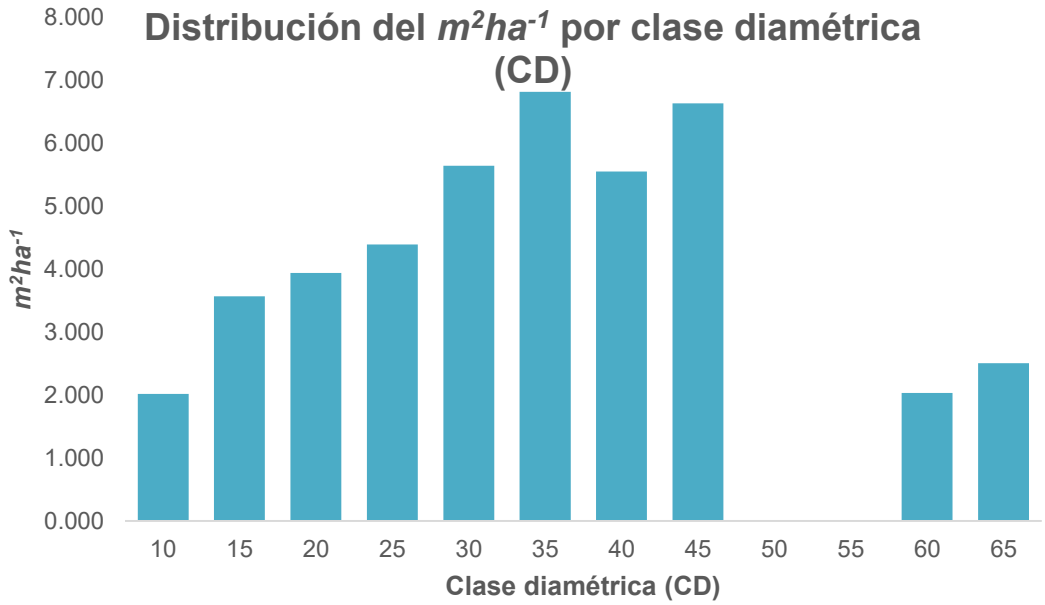


Figura 4.44. Distribución de clases diamétricas por m^2ha^{-1} dentro de la comunidad forestal.

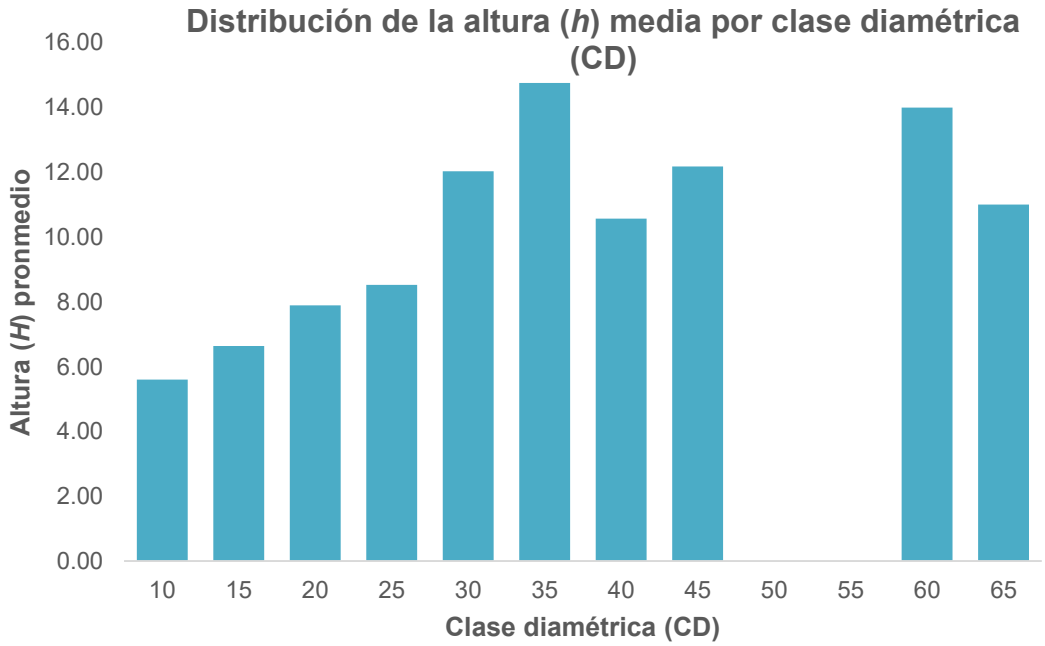


Figura 4.45. Distribución de clases diamétricas por altura *(h)* media dentro de la comunidad forestal.

- *Descripción de diversidad*

De acuerdo con los índices de diversidad empleados para este trabajo, fue notable que el estrato arbustivo presentó la mayor diversidad, así que la mayor riqueza dentro de la comunidad forestal. En tanto que el estrato arbóreo fue el menos rico y diverso. Es

interesante observar que este primer estrato en mención presente los valores más altos, situación que es congruente con el estado de conservación de la comunidad analizada.

Tabla 4.32. Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	**ARBÓREO**	**ARBUSTIVO**	**HERBÁCEO**	**EPÍFITO Y TREPADOR**
Riqueza S	15	**37**	26	18
N° de individuos	928.57	21885.71	286428.57	21914.29
***Índice de equidad Shannon-Wiener* H'**	1.649	**2.950**	2.609	1.917
H'_{MAX}	2.708	**3.611**	3.258	2.890
Índice de dominancia Simpson λ	0.730	**0.929**	0.879	0.774
Índice de equitatividad J´	0.609	**0.817**	0.801	0.663

Por otra parte, se observó que el estrato arbóreo no se encontró muy consolidado, lo cual puede deberse a que se da mantenimiento a la vegetación aledaña al proyecto analizado, pero sin afectar de manera directa el estrato arbóreo.

- *Descripción de la importancia ecológica*

A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar el *Índice de valor de importancia (IVI)* dentro de esta comunidad forestal dentro de sus diferentes estratos.
Dentro del estrato arbóreo, se identificó que la especie más abundantes fue *Quercus crassifolia* (29.23%), seguida de *Guazuma ulmifolia* (39.23%), situación que también se vio reflejada en cuanto la dominancia, donde estas dos especies también acumularon el mayor porcentaje de área basal (54.71% para *Q. crassifolia* y 19.73% para *G. ulmifolia*). En ese sentido, la especie que ocurrió de manera más frecuente fue *Q. crassifolia* (22.22 %) apareciendo casi en un cuarto de los sitios de muestreo (Figura 35 y Tabla 31). En ese sentido, las especies que presentaron la mayor importancia ecológica dentro de este bosque fueron *Q. crassifolia* (IVI de 105.73), *G. ulmifolia* (IVI de 77.48) y *P. oocarpa* (IVI de 43.68). Es notable que este primer encino sea la que se consolidó como el elemento más importante dentro de la comunidad, relegando a las otras especies arbóreas.

Tabla 33. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Especie	***Abundancia absoluta***	***Abundancia relativa***	***Dominancia absoluta***	***Dominancia relativa***	***Frecuencia absoluta***	***Frecuencia relativa***	***IVI***
Quercus crassifolia	271.429	29.23	23.386	54.27	6.000	22.22	105.73
Guazuma ulmifolia	364.286	39.23	8.501	19.73	5.000	18.52	77.48
Pinus oocarpa	157.143	16.92	8.339	19.35	2.000	7.41	43.68
Quercus laurina	28.571	3.08	0.585	1.36	2.000	7.41	11.84
Eugenia xalapensis	14.286	1.54	0.104	0.24	2.000	7.41	9.19
Psidium guajava	21.429	2.31	0.459	1.07	1.000	3.70	7.08
Lonchocarpus rugosus	14.286	1.54	0.768	1.78	1.000	3.70	7.03
Ostrya virginiana	7.143	0.77	0.333	0.77	1.000	3.70	5.24
Liquidambar styraciflua	7.143	0.77	0.218	0.51	1.000	3.70	4.98
Croton draco	7.143	0.77	0.139	0.32	1.000	3.70	4.80
Resto de las especies	35.714	3.846	0.255	0.593	5.000	18.519	22.957
Totales	928.571	100.00	43.088	100.00	27.000	100.00	300.00

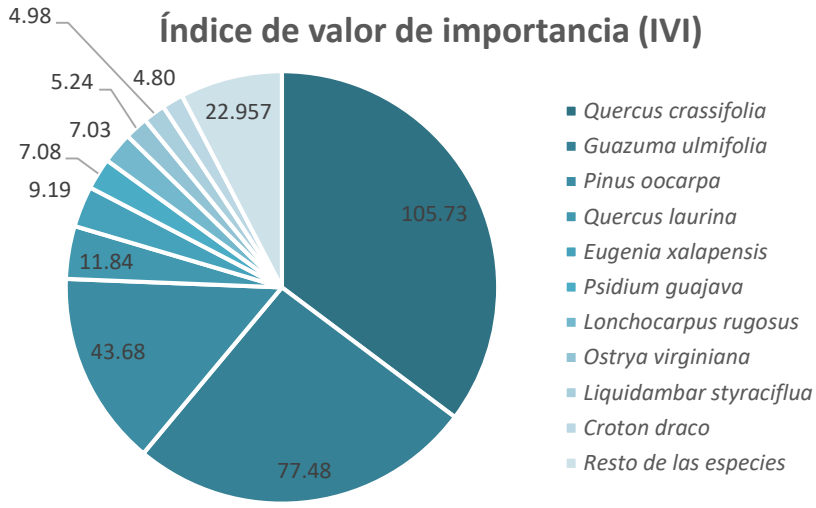


Figura 4.46. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Dentro del estrato arbustivo, fue notable que *Allowissadula holosericea* fue la especie más abundante (13.97%), seguida de *Acalypha phleoides* (12.40%), en tanto que la taxa que presentó la mayor dominancia fue *Ziziphus obtusifolia* (14.82%) y *Calliandra houstoniana* (13.18%). Por otro lado, las especies más frecuentes fueron *M. albida* (10.00%), *A. holosericea* (8.75%) y *Quercus crassifolia* (7.50%). Por ello, y siguiendo los patrones anteriores, *A. holosericea* se posicionó como la especie con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad (IVI de 31.85), seguida de *C. houstoniana* (IVI de 25.04) y *P. aquilinum* (IVI de 22.50) (Figura 36 y Tabla 32). Es de destacar que, a pesar de que la taxa anteriormente mencionada presentó los valores más altos, no difirieron mucho del resto de los elementos que conformaron este estrato, por lo que su *IVI* fue muy equitativo hablando de nivel específico.

Tabla 4.34. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.

Especie	***Abundancia absoluta***	***Abundancia relativa***	***Dominancia absoluta***	***Dominancia relativa***	***Frecuencia absoluta***	***Frecuencia relativa***	***IVI***
Allowissadula holosericea	3057.143	13.97	864.162	9.13	7.000	8.75	31.85
Calliandra houstoniana	1228.571	5.61	1247.437	13.18	5.000	6.25	25.04
Pteridium aquilinum	1771.429	8.09	1126.934	11.91	2.000	2.50	22.50
Acalypha phleoides	2714.286	12.40	286.109	3.02	2.000	2.50	17.93
Ziziphus obtusifolia	285.714	1.31	1402.497	14.82	1.000	1.25	17.37
Mimosa albida	1028.571	4.70	103.673	1.10	8.000	10.00	15.80
Quercus crassifolia	742.857	3.39	407.734	4.31	6.000	7.50	15.20
Conostegia xalapensis	742.857	3.39	606.103	6.40	4.000	5.00	14.80
Hamelia patens	1571.429	7.18	246.615	2.61	4.000	5.00	14.79
Setaria macrostachya	1571.429	7.18	353.429	3.73	2.000	2.50	13.41
Resto de las especies	7171.429	32.768	2819.748	29.793	39.000	48.750	111.311
Totales	**21885.714**	**100.000**	**9464.441**	**100.000**	**80.000**	**100.000**	**300.000**

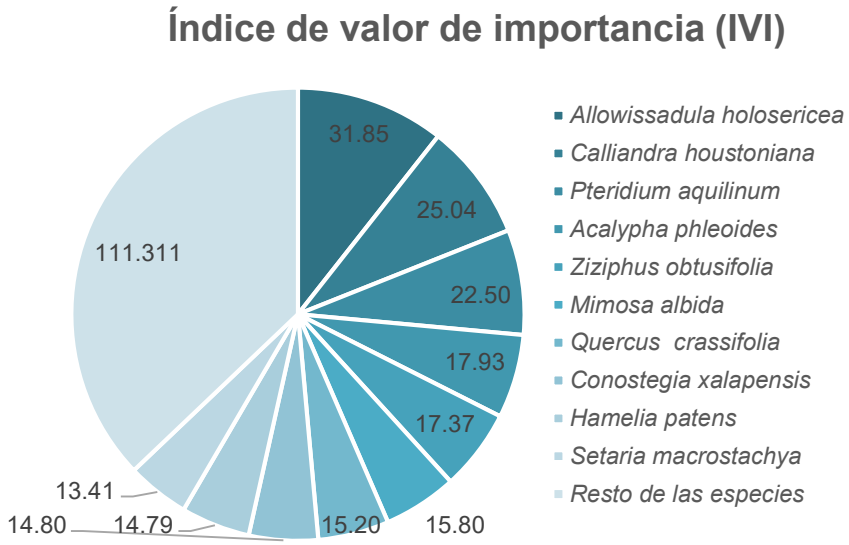


Figura 4.47. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.

Para el caso del estrato herbáceo, se identificó que las especies que presentaron los valores más altos de acuerdo con este índice fueron *Calliandra houstoniana* con un IVI de 54.68, relegando a otras especies como *Allowissadula holosericea* (IVI de 46.74) y *Marrubium vulgare* (IVI de 37.29). En este caso, fue muy evidente que esta fabácea fue la más representativo dentro de la comunidad, mientras que otras especies presentaron valores por debajo que éste.

Tabla 35. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Especie	***Abundancia absoluta***	***Abundancia relativa***	***Dominancia absoluta***	***Dominancia relativa***	***Frecuencia absoluta***	***Frecuencia relativa***	***IVI***
Calliandra houstoniana	81428.571	28.43	3929.796	22.00	2.000	4.26	54.68
Allowissadula holoserica	30000.000	10.47	5339.305	29.88	3.000	6.38	46.74
Marrubium vulgare	20714.286	7.23	3849.797	21.55	4.000	8.51	37.29
Desmodium canescens	25000.000	8.73	262.267	1.47	5.000	10.64	20.83
Malvaviscus arboreus	18571.429	6.48	920.038	5.15	3.000	6.38	18.02
Maranta arundinacea	16428.571	5.74	1019.615	5.71	3.000	6.38	17.83
Quercus crassifolia	11428.571	3.99	1553.966	8.70	2.000	4.26	16.94
Centrosema sagittatum	14285.714	4.99	28.050	0.16	1.000	2.13	7.27
Waltheria indica	5000.000	1.75	201.960	1.13	2.000	4.26	7.13
Paspalum notatum	11428.571	3.99	89.760	0.50	1.000	2.13	6.62
Resto de las especies	52142.857	18.204	671.796	3.760	21.000	44.681	66.645
Totales	**286428.571**	**100.00**	**17866.350**	**100.00**	**47.000**	**100.00**	**300.00**

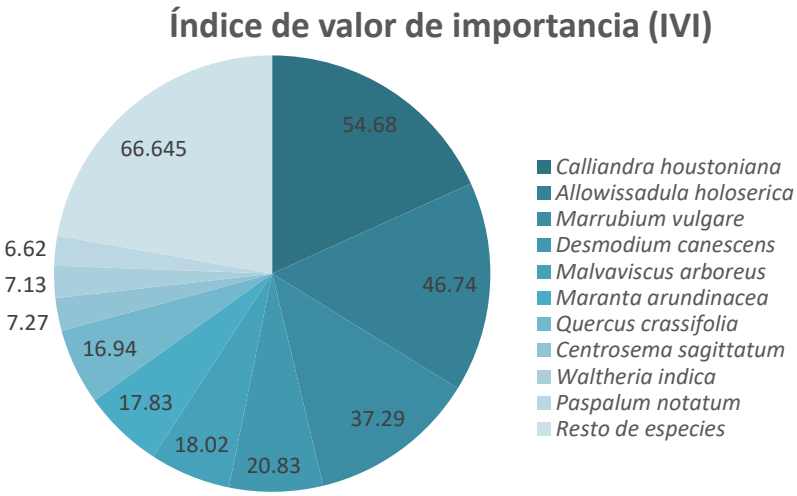


Figura 4.48. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Dentro del estrato epífito y trepador se identificó que *Tillandsia deppeana* como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 76.68, seguida de especies como *T. bartramii* (IVI de 71.74) y *Desmodium canescens* (IVI de 27.52).

Tabla 4.36. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador.

Especie	*Abundancia absoluta*	*Abundancia relativa*	*Dominancia absoluta*	*Dominancia relativa*	*Frecuencia absoluta*	*Frecuencia relativa*	*IVI*
Tillandsia deppeana	6171.429	28.16	358.590	32.52	8.000	16.00	76.68
Tillandsia bartramii	7828.571	35.72	220.697	20.01	8.000	16.00	71.74
Desmodium canescens	2371.429	10.82	51.780	4.70	6.000	12.00	27.52
Cardiospermum halicacabum	457.143	2.09	185.655	16.84	2.000	4.00	22.92
Canavallia villosa	1428.571	6.52	63.112	5.72	4.000	8.00	20.24
Smilax bona-nox	714.286	3.26	7.798	0.71	5.000	10.00	13.97
Centrosema sagittatum	285.714	1.30	80.784	7.33	1.000	2.00	10.63
Cissus microcarpa	314.286	1.43	12.061	1.09	3.000	6.00	8.53
Ipomoea laeta	485.714	2.22	17.503	1.59	2.000	4.00	7.80
Heteropterys brachiata	85.714	0.39	54.529	4.95	1.000	2.00	7.34
Resto de las especies	1771.429	8.083	50.153	4.548	10.000	20.000	32.632
Totales	**21914.286**	**100.00**	**1102.663**	**100.00**	**50.000**	**100.00**	**300.00**

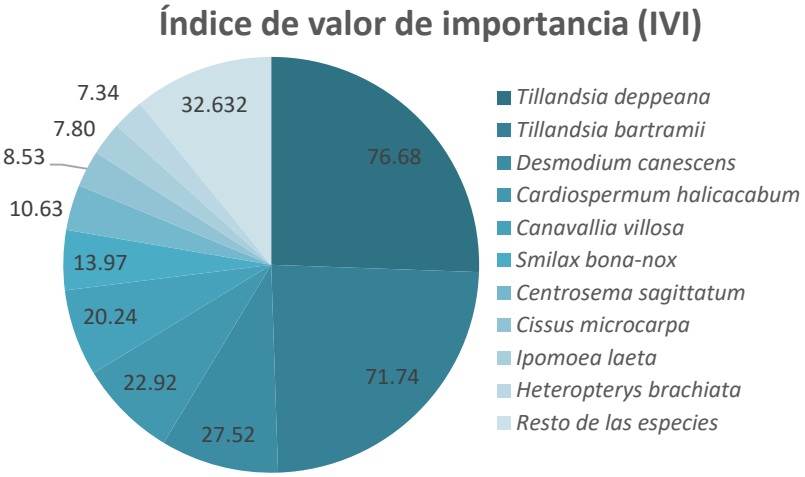


Figura 4.49. *IVI* de las especies presentes dentro del estrato epífito y trepador.

Comparación de resultados de la caracterización de la vegetación dentro del SAR y AP

Comparación a nivel comunidad

Se determinó que, al comparar ambas regiones, se observó que, en general dentro del *SAR* se presentó una menor cantidad de especies en comparación con el *AP*, aunque esta no fue significativa, situación que refleja el mejor estado de conservación de esta primera ya que esta primera cuenta con un grupo de taxa mejor consolidada dentro de su comunidad. Aunque ambas zonas presentaron la misma tendencia en cuanto a la acumulación de riqueza por estrato se refiere. Asimismo, el estrato arbustivo fue el que presentó una riqueza similar.

Tabla 4.37. Comparación del número de especies por estrato entro *SAR* y *AP*.

Estratos	*General*	*Arbóreo*	*Arbustivo*	*Herbáceo*	*Epífito y trepador*
Sistema ambiental regional (SAR)	69	11	43	28	15
Área de proyecto (AP)	70	15	37	26	18

En tanto, dentro del *SAR* se distribuyeron individuos arbóreos con un mayor *DN* promedio así como la mayor altura (*h*) promedio, aunque no varió significativamente del *AP*. Esto es debido a que los elementos encontrados dentro de esta zona pertenecen a un grupo de árboles que los habitantes de la zona han mantenido para proporcionar sombra y paisaje al área, interrumpiendo la sucesión forestal natural.

Tabla 4.38. Comparación de valores dasométricos respecto al *SAR* y *AP*.

ÁREA	*VALORES DASOMÉTRICOS*	*PARÁMETROS*			
		PROMEDIO	*MÍNIMO*	*MÁXIMO*	*MODA*
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)	**Altura (*h*)**	**11.03**	2.80	19.80	**9.40**
	Diámetro normal (*DN*)	**23.68**	7.64	58.25	**12.41**

ÁREA	VALORES DASOMÉTRICOS	PARÁMETROS PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
ÁREA DE PROYECTO (AP)	Altura (*h*)	8.32	1.90	**20.00**	6.50
	Diámetro normal (*DN*)	21.28	7.51	**66.85**	10.82

En contraste a lo expuesto con anterioridad, al analizar el estrato arbóreo, dentro del *AP* se acumuló una mayor densidad por hectárea que en el *SAR,* situación que está estrechamente relacionada con el estado de conservación del área que involucra en proyecto ya que esta primera zona se encuentra en constante perturbación por la acción antrópica aledaña. Esta misma tendencia se detectó en el caso del área basal, aunque para esta variable la diferencia estuvo menos marcado.

Tabla 4.39. Comparación de valores dasométricos por estrato respecto al *SAR* y *AP.*

ÁREA	VALOR DASOMÉTRICO	ESTRATO ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)	Nha^{-1}	771.43	16400.00	195714.29	16200.00
	m^2ha^{-1}	41.30	5386.31	6955.71	**2681.98**
ÁREA DE PROYECTO (AP)	Nha^{-1}	**928.57**	**21885.71**	**286428.57**	**21914.29**
	m^2ha^{-1}	**43.09**	**9464.44**	**17866.35**	1102.66

Comparación florística

Al comparar la riqueza de los grupos taxonómicos evaluados (géneros y especies) fue evidente que dentro del *AP* se alberga una mayor cantidad de especies dentro de su comunidad. En ambos casos, tanto Fabaceae como Malvaceae se posicionaron como las familias botánicas más abundantes (8 y 10 – 3 y 5 *spp.*), respectivamente. Asimismo, se presentó un juego de familias que no ocurrieron entre *SAR* y *AP* como fue el caso de Altingiaceae, Begoniaceae, Caprifoliaceae, Convolvulaceae, Malpighiaceae, Lauraceae, entre otras.

Tabla 4.40. Comparación de flora entre *SAR* y *AP.*

FAMILIA BOTÁNICA	ÁREA SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Géneros	Especies	ÁREA DE PROYECTO (AP) Géneros	Especies
Acanthaceae	1	1	0	0
Altingiaceae	0	0	1	1
Apocynaceae	4	4	2	2
Araceae	1	1	1	1
Araliaceae	1	1	1	1
Asteraceae	4	4	3	3
Begoniaceae	1	1	0	0
Betulaceae	1	1	1	1
Bignoniaceae	1	1	0	0
Boraginaceae	1	1	1	1
Bromeliaceae	1	2	1	2
Burseraceae	1	1	1	1
Cactaceae	2	2	1	1
Caprifoliaceae	1	1	0	0
Commelinaceae	1	1	2	2
Convolvulaceae	0	0	1	1
Dennstaedtiaceae	1	1	1	1
Euphorbiaceae	2	2	3	3
Fabaceae	**8**	**8**	**10**	**10**

FAMILIA BOTÁNICA	ÁREA			
	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		ÁREA DE PROYECTO (AP)	
	Géneros	*Especies*	*Géneros*	*Especies*
Fagaceae	1	1	1	2
Lamiaceae	1	1	1	1
Lauraceae	1	1	0	0
Loranthaceae	1	1	1	1
Malpighiaceae	0	0	1	1
Malvaceae	**3**	**3**	**5**	**5**
Marantaceae	1	1	1	1
Melastomataceae	2	2	2	3
Meliaceae	2	2	1	1
Menispermaceae	1	1	1	1
Moraceae	1	1	1	1
Myrtaceae	1	1	2	2
Nyctaginaceae	2	2	2	2
Orchidaceae	1	1	1	1
Oxalidaceae	1	1	1	2
Petiveriaceae	1	1	0	0
Pinaceae	1	1	1	1
Piperaceae	1	2	1	2
Poaceae	3	3	3	3
Polygonaceae	1	1	0	0
Pteridiaceae	1	1	0	0
Rhamnaceae	0	0	1	1
Rubiaceae	3	3	2	2
Rutaceae	0	0	1	1
Sapindaceae	0	0	1	1
Smilacaceae	1	1	1	1
Solanaceae	1	2	1	2
Urticaceae	1	1	0	0
Vitaceae	0	0	1	1
Zamiaceae	1	1	0	0
TOTALES	**66**	**69**	**64**	**70**

La mayor diversidad que presentó el *AP* fue debido principalmente a que esta área presenta un mejor grado de perturbación respecto a la vegetación que presenta el *SAR,* ya que este último presenta una menor perturbación antrópica. Por otra parte, al comparar a las especies presentes dentro de ambas zonas se observó que la taxa que apareció dentro del *AP* y que no fue compartida con el *SAR* corresponde elementos característicos de perturbación, como es el caso de *Cardiospermum halicacabum, Centrosema sagittatum, Citrus limon, Commelina coelestis, Gliricidia sepium, Psidium guajava,* entre otras. Por otro lado, es interesante observar la gran diversidad de especies arbóreas presentes en el *AP* debido a que son empleados como elementos de postes para la delimitación de cercos, lo cual es una explicativa de la gran variadad de especies encontradas dentro de esa zona.

Tabla 4.41. Comparación de especies presentes dentro del *SAR* y *AP*.

LISTADO DE ESPECIES NOMBRE CIENTÍFICO	ZONA	
	SAR	AP
Acalypha phleoides		X
Adenophyllum porophyllum	X	
Adiantum trapeziforme	X	
Allowissadula holosericea	X	X
Astragolus guatemalensis	X	

LISTADO DE ESPECIES	*ZONA*	
NOMBRE CIENTÍFICO	**SAR**	**AP**
Begonia heracleifolia	X	
Bidens odorata	X	X
Bursera simaruba	X	X
Calliandra houstoniana	X	X
Canavallia villosa	X	X
Cardiospermum halicacabum		X
Cedrela odorata	X	
Centrosema sagittatum		X
Chamaecrista nictitans	X	
Cinnamomum effusum	X	
Cissampelos pareira	X	X
Cissus microcarpa		X
Citrus limon		X
Commelina coelestis		X
Conostegia xalapensis	X	X
Croton draco	X	X
Dendropanax arboreus	X	X
Desmodium canescens	X	X
Dolichandra unguis-cati	X	
Dorstenia drakena	X	
Eriosema sp.		X
Eugenia xalapensis	X	X
Euphorbia schiedeana	X	X
Gibasis pellucida	X	X
Gliricidia sepium		X
Guazuma ulmifolia	X	X
Hamelia patens		X
Heteropterys brachiata		X
Homolepsis glutinosa	X	
Ipomoea laeta		X
Lasiacis divaricata	X	
Leucaena collinsii	X	X
Liquidambar styraciflua		X
Lonchocarpus rugosus		X
Malvaviscus arboreus	X	X
Mandevilla subsaggitatum		X
Maranta arundinacea	X	X
Marrubium vulgare	X	X
Matelea suberifera	X	
Melampodium perforatum	X	X
Metastelma lanceolatum	X	
Miconia anisotricha		X
Miconia sylvatica	X	X
Mimosa albida	X	X
Mirabilis longiflora	X	X
Ostrya virginiana	X	X
Oxalis frutescens	X	X
Oxalis latifolia		X
Oxypelatum cordifolium	X	
Pachyrhizus erosus		X
Palicourea padifolia	X	
Panicum maximum		X
Paspalum notatum		X
Pinus oocarpa	X	X
Piper aduncum	X	X
Piper umbellatum	X	X
Pisonia aculeata	X	X
Polygonus punctatum	X	

LISTADO DE ESPECIES NOMBRE CIENTÍFICO	***ZONA***	
	SAR	**AP**
Prosthechea radiata	X	X
Pseuderanthemum alatum	X	
Psidium guajava		X
Psittacanthus calyculatus	X	
Pteridium aquilinum	X	X
Quercus crassifolia	X	X
Quercus laurina		X
Randia aculeata	X	X
Rhipsalis baccifera	X	X
Richardia brasiliensis	X	
Rivina humilis	X	
Selenicereus undatus	X	
Setaria macrostachya	X	X
Smilax bona-nox	X	X
Solanum muricanthus		X
Solanum torvum	X	
Solanum umbellatum	X	X
Struthanthus deppeanus		X
Symphoricarpus microphyllus	X	
Syngonium podophyllum	X	X
Tabernaemontana alba	X	X
Tillandsia bartramii	X	X
Tillandsia deppeana	X	X
Tournefortia hartwegiana	X	X
Trichilia havanensis	X	X
Trophis mexicana		X
Urera caracasana	X	
Vachellia cornigera	X	X
Waltheria indica		X
Wedelia acapulcensis	X	X
Zamia loddigesii	X	
Ziziphus obtusifolia		X

Comparación dasométrica

Al analizar la estructura arbórea entre ambas zonas, se determinó que ambas comunidades presentaron una estructura multietánea o a maneja de "*J invertida*", la cual es común en áreas forestales que se encuentran en un estado de sucesión interrumpido por las perturbaciones antrópicas, así por la tolerancia de las especies que son comunes dentro del bosque mesófilo de montaña (*BMM*) en las que las especies presentan una mayor tolerancia a la sombra, desarrollándose de manera adecuada. No obstante, en la siguiente figura se observa que en el *AP* la mayor cantidad de individuos se encuentra acumulada en las clases diamétricas bajas y agrupando a los individuos en sus diferentes *CD* hasta alcanzar la de 60 cm, en tanto que la comunidad del *SAR* presentó una distribución más homogénea entre sus clases, indicador de este bosque templado se encuentra en un proceso del paso de un latizal a fustal consolidándose con una estructura de vegetación primaria.

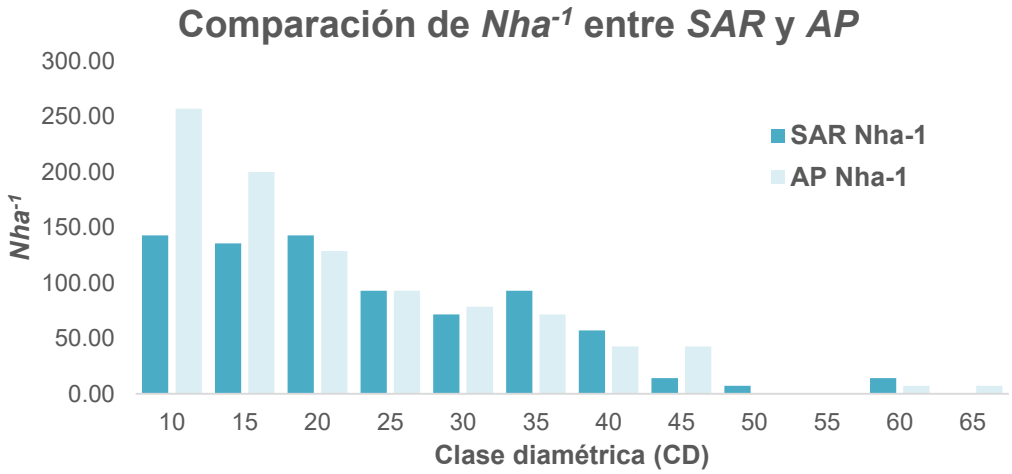


Figura 4.50. Comparación de la *Nha*$^{-1}$ entre el *SAR* y *AP*.

Por otra parte, se identificó que dentro del *SAR* la acumulación de área basal se agrupó en las clases diamétricas entre 10 y 15 cm, así como en la de 50 cm, en donde se encuentra más del 70% de este valor, mientras que esta situación fue contraria para el *AP*, ya que las *CD* 10 y 15 cm acumularon la mayor cantidad de esta variable dasométrica.

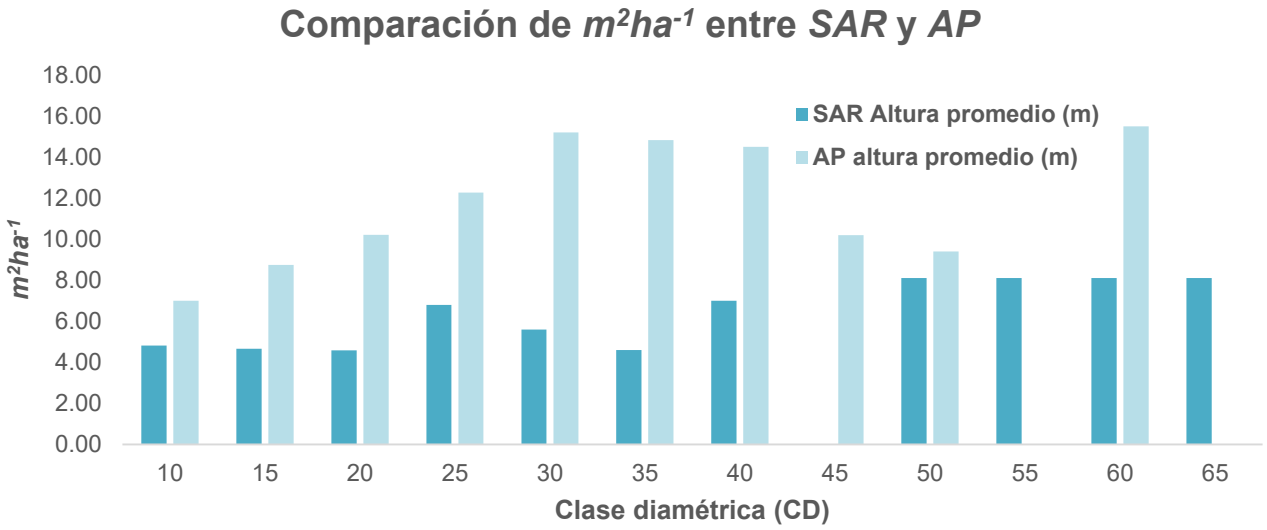


Figura 4.51. Comparación de *m*^{2}*ha*$^{-1}$ entre *SAR* y *AP*.

Para las alturas promedio presentes en ambas áreas, se dedujo la misma tendencia en la que conforme aumenta el *DN* de los individuos, también lo hace la altura que presentan. Además, el *AP* tuvo promedios más bajos respecto al *SAR*, lo cual es un indicativo de la alta densidad que presenta por espacio, produciendo competencia entre los individuos y provocando una menor calidad de la estructura del arbolado.

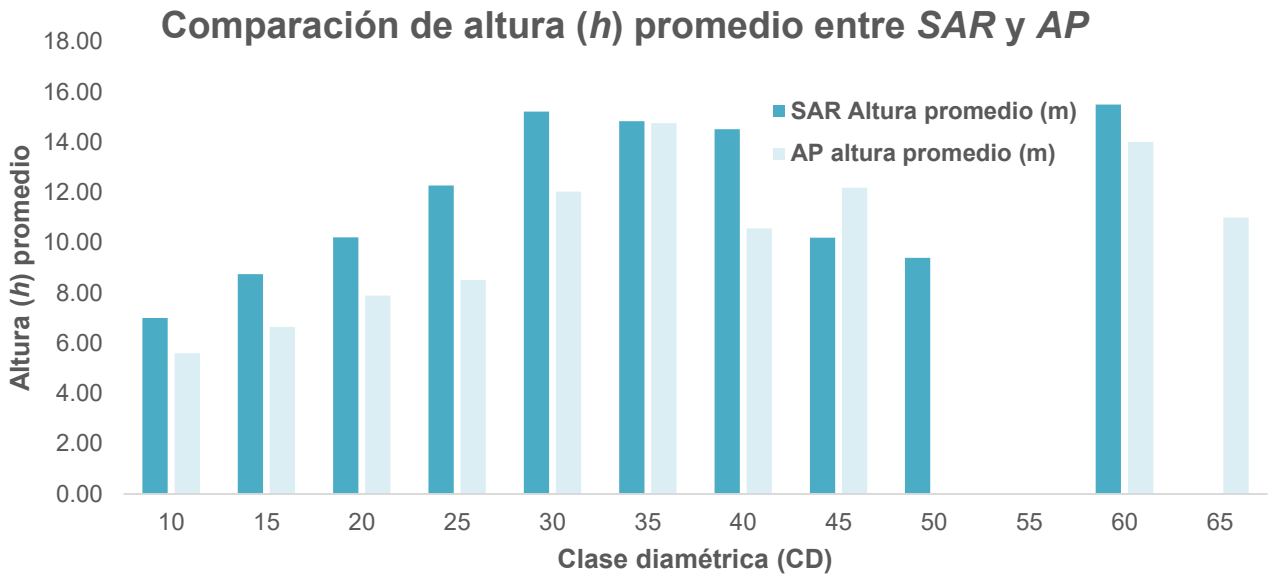


Figura 4.52. Comparación de altura (*h*) promedio entre *SAR* y *AP*.

Comparación de diversidad

Al comparar la diversidad calculada entre *SAR* y *AP*, se identificó que el estrato arbóreo presentó una mayor diversidad dentro del *SAR*, explicado por la mejor calidad estructural con la que cuenta en comparación con el *AP.* Siguiendo la idea anterior, la alta densidad tanto del estrato arbustivo como del herbáceo dentro del *AP* es reflejo de un peor estado de conservación en donde la apertura recurrente de claros producto de la acción antrópica dentro de ésta produce este tipo de estructuras.

Tabla 4.42. Comparación de índices de diversidad entre *SAR* y *AP*.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)				ÁREA DE PROYECTO (AP)			
ESTRATO	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
Riqueza S	11	43	28	15	15	37	26	18
N° de individuos	771.43	16400.00	195714.29	16200.00	928.57	21885.71	286428.57	21914.29
Índice de equidad Shannon-Wiener H'	1.741	3.046	2.722	1.762	1.649	2.950	2.609	1.917
H'_{MAX}	2.398	3.761	3.332	2.708	2.708	3.611	3.258	2.890
Índice de dominancia Simpson λ	0.763	0.930	0.900	0.752	0.730	0.929	0.879	0.774
Índice de equitatividad J´	0.726	0.810	0.817	0.651	0.609	0.817	0.801	0.663

Por otro lado, el índice de Jaccard (I_j) reflejó que la similitud de especies presentes dentro de las áreas analizadas se calculó una relación del 0.4631 (46.31%), mientras que el Índice de Bray-Curtis (I_{BC}) logró una relación del 0.5431 (54.31%) de especies compartidas, reflejando que no presentan una correlación florística alta, debido principalmente a la composición particular que presentaron los sitios de muestreo tanto dentro del *SAR* como en el *AP,* ya que dentro de esta última zona se albergan especies de carácter secundario que logran establecerse cuando se produce una perturbación de manera constante dentro del ecosistema.

En ese tenor, al aplicar este mismo índice de manera particular a los sitios de muestreo, se identificó que los aquellos levantados dentro del *AP* presentaron los valores más altos en cuanto a relación florística se refiere, mientras que los correspondientes al *SAR* no presentaron ese mismo grado de correlación, lo cual nos infiere que el número de especies dentro del *Sistema Ambiental Regional* es menor y la diversidad que alberga es inferior a lo registrado para el *Área de Proyecto*, lo cual se explicaría a través de la modificación de la comunidad originar debido al establecimiento de cercos vivos con especies secundarias, localmente introducidas o de distribución ecológica diferente a la original.

Tabla 4.43. Comparación del índice de Jaccard(I_j) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

| | | I_j | | |

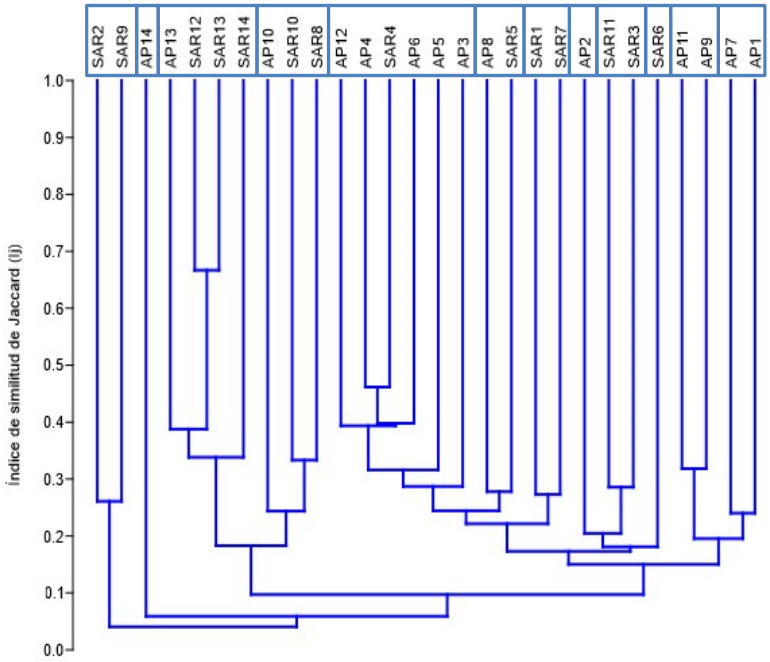


Figura 4.53. Dendrograma con los resultados del índice de Jaccard (I_j) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

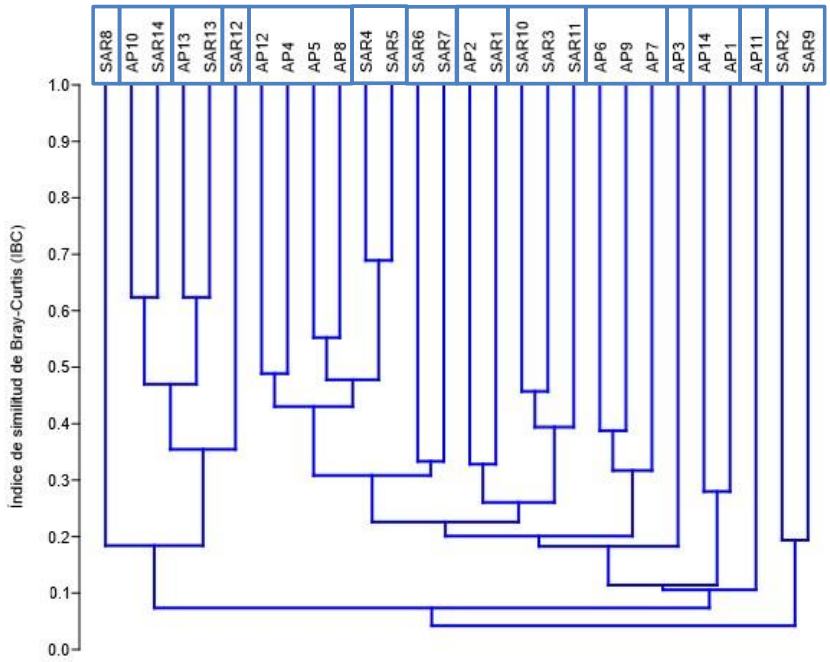


Figura 4.54. Dendrograma con los resultados del índice de Bray-Curtis (I_{BC}) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

Comparación de importancia ecológica

Los valores de *IVI* calculados para las especies del estrato arbóreo tanto del *SAR* como del *AP* demostraron existe una dominancia dentro de la importancia ecológica ya que, a pesar de que algunas se posicionaron con valores más altos, en donde las especies fueron compartidas; en este caso, *Quercus crassifolia* se posicionó como la especie con mayor importancia ecológica dentro de ambas comunidades.

Tabla 4.44. Especies del estrato arbóreo con mayor IVI dentro del SAR y el AP.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		***ÁREA DE PROYECTO (AP)***	
ESPECIE	***IVI***	**ESPECIE**	***IVI***
Quercus crassifolia	103.28	*Quercus crassifolia*	105.73
Pinus oocarpa	78.94	*Guazuma ulmifolia*	77.48
Guazuma ulmifolia	26.09	*Pinus oocarpa*	43.68

En el caso del estrato arbustivo, también se presentó una variación en cuanto a las especies que obtuvieron los mayores valores de *IVI*, en donde las agrupaciones de las especies fueron muy diferentes entre sí, ya que estas no fueron compartidas entre el *SAR* y el *AP,* salvo por *Pteridium aquilinum*.

Tabla 45. Especies del estrato arbustivo con mayor IVI dentro del SAR y el AP.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		***ÁREA DE PROYECTO (AP)***	
ESPECIE	***IVI***	**ESPECIE**	***IVI***
Pteridium aquilinum	51.85	*Allowissadula holosericea*	31.85
Quercus crassifolia	22.70	*Calliandra houstoniana*	25.04
Mimosa albida	21.83	*Pteridium aquilinum*	22.50

Por otra parte, al comparar el estrato herbáceo de ambas áreas, se identificó la taxa que presentó la mayor importancia a no fue compartida entre ellas, en tanto que los elementos que se reportaron dentro del *SAR* se consideran como especies indicadores de mejor calidad de sitio.

Tabla 4.46. Especies del estrato herbáceo con mayor IVI dentro del SAR y el AP.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		***ÁREA DE PROYECTO (AP)***	
ESPECIE	***IVI***	**ESPECIE**	***IVI***
Pteridium aquilinum	48.85	*Calliandra houstoniana*	54.68
Setaria macrostachya	40.81	*Allowissadula holoserica*	46.74
Maranta arundinacea	39.53	*Marrubium vulgare*	37.29

Por último, se observó que tanto en *SAR* como en *AP* la especie *Tillandsia deppeana* se posicionó como la más importante dentro del estrato epífito y trepador, presentando un valor de *IVI* más alto en el *SAR*.

Tabla 4.47. Especies del estrato epífito y trepador con mayor IVI dentro del SAR y el AP.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		***ÁREA DE PROYECTO (AP)***	
ESPECIE	***IVI***	**ESPECIE**	***IVI***
Tillandsia deppeana	151.53	*Tillandsia deppeana*	148.50
Tillandsia bartramii	60.49	*Tillandsia bartramii*	105.30
Canavallia villosa	41.15	*Desmodium canescens*	46.20

Afectación a la vegetación

De acuerdo con las actividades constructivas de este proyecto se tiene prevista la afectación de 8.082 ha de vegetación forestal a lo largo de la modernización de la terracería existente. En el siguiente cuadro se muestran tanto el número de individuos afectadas tanto por especie como por estrato analizado.

Tabla 4.48. Afectación de la vegetación dentro del AP.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha-1)	VEGETACIÓN AFECTADA
		ESTRATO ARBÓREO			
Bursera simaruba	Palo mulato	Burseraceae	1	7.14	57.73
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	1	7.14	57.73
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	1	7.14	57.73
Eugenia xalapensis	Capulín	Myrtaceae	2	14.29	115.46
Gliricidia sepium	Cacahuananche	Fabaceae	1	7.14	57.73
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	51	364.29	2944.16
Leucaena collinsii	Guaje	Malvaceae	1	7.14	57.73
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	Altingiaceae	1	7.14	57.73
Lonchocarpus rugosus	Mata buey	Fabaceae	2	14.29	115.46
Ostrya virginiana	Palo de fierro	Betulaceae	1	7.14	57.73
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	22	157.14	1270.03
Psidium guajava	Guayaba	Myrtaceae	3	21.43	173.19
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	38	271.43	2193.69
Quercus laurina	Encino laurelillo	Fagaceae	4	28.57	230.91
Trophis mexicana	Estrellita	Moraceae	1	7.14	57.73
	TOTAL		**130**	**928.57**	**7504.71**
		ESTRATO ARBUSTIVO			
Acalypha phleoides	Chilitos	Euphorbiaceae	95	2714.29	21936.86
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	107	3057.14	24707.83
Bidens odorata	Aceitilla	Asteraceae	20	571.43	4618.29
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	43	1228.57	9929.31
Citrus limon	Limón	Rutaceae	3	85.71	692.74
Conostegia xalapensis	Capulín	Melastomataceae	26	742.86	6003.77
Croton draco	Drago	Euphorbiaceae	4	114.29	923.66
Dendropanax arboreus	Zapotillo	Araliaceae	1	28.57	230.91
Eugenia xalapensis	Capulín	Myrtaceae	3	85.71	692.74
Euphorbia schiedeana	Lechero	Myrtaceae	5	142.86	1154.57
Guazuma ulmifolia	Guázuma	Malvaceae	8	228.57	1847.31
Hamelia patens	Coralillo	Rubiaceae	55	1571.43	12700.29
Liquidambar styraciflua	Liquidambar	Altingiaceae	2	57.14	461.83
Lonchocarpus rugosus	Mata buey	Fabaceae	3	85.71	692.74
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	30	857.14	6927.43
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	31	885.71	7158.34
Melampodium perforatum	Ojo de perico	Asteraceae	2	57.14	461.83
Miconia anisotricha	N/A	Melastomataceae	3	85.71	692.74
Miconia sylvatica	N/A	Melastomataceae	4	114.29	923.66
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	36	1028.57	8312.91
Mirabilis longiflorus	Maravilla del cerro	Nyctaginaceae	15	428.57	3463.71
Panicum maximum	Zacate guinea	Poaceae	60	1714.29	13854.86
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	2	57.14	461.83
Pisonia aculeata	Coma de uña	Nyctaginaceae	3	85.71	692.74
Psidium guajava	Guayaba	Myrtaceae	10	285.71	2309.14
Pteridium aquilinum	Helecho alga	Dennstaedtiaceae	62	1771.43	14316.69
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	26	742.86	6003.77
Quercus laurina	Encino laurelillo	Fagaceae	2	57.14	461.83
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	1	28.57	230.91
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	55	1571.43	12700.29
Solanum umbellatum	Barba de chivo	Solanaceae	7	200.00	1616.40
Tabernaemontana alba	Cojón de gato	Apocynaceae	5	142.86	1154.57
Tournefortia hartwegiana	N/A	Boraginaceae	15	428.57	3463.71
Trichilia havanensis	Ciruelillo	Meliaceae	3	85.71	692.74
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	4	114.29	923.66
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	5	142.86	1154.57
Ziziphus obtusifolia	N/A	Rhamnaceae	10	285.71	2309.14
	TOTAL		**766**	**21885.71**	**176880.34**
		ESTRATO HERBÁCEO			
Acalypha phleoides	Chilitos	Euphorbiaceae	8	5714.29	46182.86
Allowissadula holosericea	N/A	Malvaceae	42	30000.00	242460.00
Calliandra houstoniana	Barba de viejo	Fabaceae	114	81428.57	658105.71
Centrosema sagittatum	Frijolillo	Fabaceae	20	14285.71	115457.14
Commelina coelestis	Quesadilla	Commelinaceae	5	3571.43	28864.29

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha-1)	VEGETACIÓN AFECTADA
Desmodium canescens	Pegatina	Fabaceae	35	25000.00	202050.00
Eriosema sp.	Amor seco	Fabaceae	6	4285.71	34637.14
Gibasis pellucida	N/A	Commelinaceae	2	1428.57	11545.71
Hamelia patens	Coralillo	Rubiaceae	6	4285.71	34637.14
Heteropterys brachiata	Bejuco de margarita	Malpighiaceae	8	5714.29	46182.86
Malvaviscus arboreus	Altea	Malvaceae	26	18571.43	150094.29
Maranta arundinacea	Azafrán	Marantaceae	23	16428.57	132775.71
Marrubium vulgare	Marrubio de monte	Lamiaceae	29	20714.29	167412.86
Mimosa albida	Dormilona grande	Fabaceae	4	2857.14	23091.43
Oxalis frutescens	Hierba cancerina	Oxalidaceae	4	2857.14	23091.43
Oxalis latifolia	Acederilla	Oxalidaceae	6	4285.71	34637.14
Paspalum notatum	Pasto estrella	Poaceae	16	11428.57	92365.71
Pinus oocarpa	Ocote	Pinaceae	6	4285.71	34637.14
Quercus crassifolia	Encino quebracha	Fagaceae	16	11428.57	92365.71
Randia aculeata	Crucecita	Rubiaceae	1	714.29	5772.86
Setaria macrostachya	Pajita tempranera	Poaceae	3	2142.86	17318.57
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	5	3571.43	28864.29
Solanum muricanthus	Jitomatillo silvestre	Solanaceae	1	714.29	5772.86
Vachellia cornigera	Cornezuela	Fabaceae	3	2142.86	17318.57
Waltheria indica	Tapacola	Malvaceae	7	5000.00	40410.00
Wedelia acapulcensis	Wedelia de acapulco	Asteraceae	5	3571.43	28864.29
	TOTAL		**401**	**286428.57**	**2314915.71**
		ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR			
Canavallia villosa	Gallinitas	Fabaceae	50	1428.57	11545.71
Cardiospermum halicacabum	Bejuco tronador	Sapindaceae	16	457.14	3694.63
Centrosema sagittatum	Frijolillo	Fabaceae	10	285.71	2309.14
Cissampelos pareira	Colorín	Menispermaceae	3	85.71	692.74
Cissus microcarpa	Uva cimarrona	Vitaceae	11	314.29	2540.06
Desmodium canescens	Pegatina	Fabaceae	83	2371.43	19165.89
Heteropterys brachiata	Bejuco de margarita	Malpighiaceae	3	85.71	692.74
Ipomoea laeta	Gloria de la mañana	Convolvulaceae	17	485.71	3925.54
Mandevilla subsaggitatum	Biperol	Apocynaceae	15	428.57	3463.71
Pachyrhizus erosus	Jicama	Fabaceae	10	285.71	2309.14
Piper umbellatum	Hoja santa	Piperaceae	3	85.71	692.74
Prosthechea radiata	Canelita	Orchidaceae	5	142.86	1154.57
Rhipsalis baccifera	Cola de caballo	Cactaceae	6	171.43	1385.49
Smilax bona-nox	Zarzaparrilla	Smilacaceae	25	714.29	5772.86
Struthanthus deppeanus	Muérdago	Loranthaceae	5	142.86	1154.57
Syngonium podophyllum	Singonio	Araceae	15	428.57	3463.71
Tillandsia bartramii	Gallinita	Bromeliaceae	274	7828.57	63270.51
Tillandsia deppeana	Bromelia de cerro	Bromeliaceae	216	6171.43	49877.49
	TOTAL		**767**	**21914.29**	**177111.26**

4.2.2.2 Caracterización de la fauna

Fauna

Se considera como fauna a todos los grupos de animales que se distribuyen dentro de una zona en específico, en donde se puede validar su presencia mediante levantamientos de campo o recorridos a lo largo de esa superficie, además de considerarse como recurso natural renovable y patrimonio de la humanidad. Nuestro país, por su situación geográfica, representa un ecotono entre dos grandes regiones biogeográficas: la neártica y la neotropical, y cuenta por esa condición con una riqueza de fauna muy basta, ubicándose entre los países con mayor biodiversidad (INECC, 2010). En México contamos con alrededor de 525 especies de mamíferos (Ceballos y Oliva, 2005), 1,424 especies de aves (Eisenmann, 1955) unas 361 especies de anfibios y alrededor de 804 especies de reptiles (Flores-Villela y Canseco-Márquez, 2004).

Fauna de hidalgo

México es considerado como uno de los países con mayor diversidad biológica, ocupando el segundo lugar en riqueza de reptiles y el cuarto en anfibios (Ochoa-Ochoa y Flores-Villela, 2006; Parra-Olea et al., 2014; Flores-Villela y García-Vázquez, 2014), mientras que en el caso particular del estado de Hidalgo se reportan 119 especies de reptiles y 54 de anfibios. En el caso de las aves, esta entidad alberga una riqueza de 501 especies, que corresponden al 45.7% de las especies a nivel nacional, en tanto que los mamíferos, Hidalgo se encuentra entre los estados con mayor diversidad de este grupo, contabilizando 146 especies considerando a la taxa de hábito terrestre y marino (Ramírez-Bautista et al., 2010; CONABIO, 2017).

Metodología de trabajo

Trabajo de gabinete

Con la finalidad de realizar la caracterización de la fauna dentro de este estudió se revisaron obras literarias que enlistan las especies presentes por grupos taxonómicos, tales como las realizadas por Lee (1996), Cambell (1998), Lee (2000) y MacKinnon (2005), así como el estudio de la biodiversidad de ese mismo estado presentado por CONABIO (2017), así como literatura generada para este estado.

Para el establecimiento de las unidades de muestreo, se trabajó con el programa *QGis*® 3.4, el cual permite trabajar la información de manera remota empleando imágenes satelitales e información vectorial. determinó establecer los sitios de muestro de manera dirigida a lo largo del *AP* y del *SAR*, ya que los ecosistemas presentes se distribuyen de manera homogénea dentro de este y no presentan una gran variabilidad florística y dasométrica. Una vez determinados los sitios de muestreos, se recopiló todo el material y equipo necesario para la ejecución del trabajo de campo.

Trabajo de campo

Transectos de caracterización de fauna
Ya definidos los sitios de muestreo para la caracterización de la fauna, se realizaron recorridos de campo para verificar que los tipos de ecosistemas definidos en escritorio fueran congruentes con lo que se distribuye en campo. En caso de que se presentaran incongruencias, se modificaron los sitios a otros lugares en donde se cumplieran de mejor manera los objetivos de la caracterización de los grupos faunísticos.

- *Forma y superficie de los sitios de muestreo*

Para la caracterización de la fauna, se emplearon los mismos sitios de muestreo establecidos para la vegetación: transectos de Gentryi de 100 m2, ya que se adaptaban al tipo de superficie del área del proyecto. Los muestreos fueron del tipo intensivo, haciendo una revisión minuciosa dentro de los hábitats en donde fuera posible el registro de los individuos.

Dentro de cada transecto se registró la fecha de muestreo, localidad, coordenadas, altitud, datos de fisiografía y pendiente para cada sitio (Figura 50). De acuerdo con los objetivos de este trabajo, la caracterización se realizó con base en los registros de los principales grupos

faunísticos presentes dentro del SAR y del AP. Atendiendo lo anterior, se caracterizaron los siguientes grupos faunísticos:

- *Aves*

Para el registro de este grupo, se realizaron 2 conteos de 1 h al día: el primero a las 07:00 y el segundo a las 18:00 h, lapsos en los que las aves presentan mayor actividad. se emplearon binoculares *Vortex 10x42* y *Range finder (Simmons).* Asimismo, se registraron los árboles o sitios susceptibles a la presencia de algún nido, el cual también fue registrado.

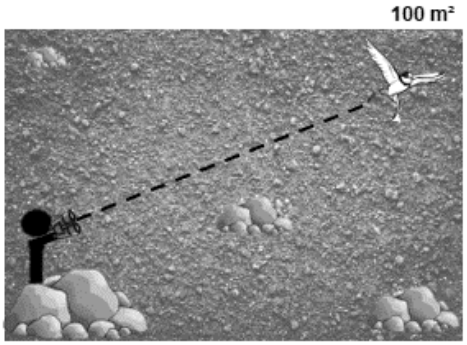


Figura 4.55. Diagrama para el muestreo de aves.

- *Mamíferos*

En el caso de los mamíferos, se realizó una búsqueda intensiva de la presencia de estos animales, ya fueran madrugueras o evidencia indirecta de su estancia en el sitio: excretas, pelajes, restos de alimento, huellas, entre otros.

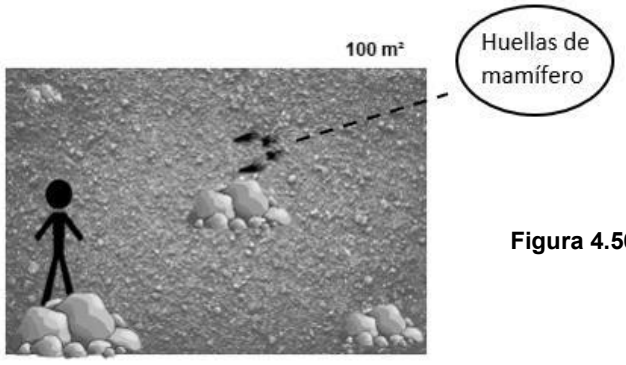


Figura 4.56. Diagrama para el muestreo de mamíferos

- *Anfibios*

Para el caso de los anfibios, se realizó una búsqueda intensiva durante 30 min en microhábitats de posible ocurrencia de este grupo; se inspeccionó debajo de rocas, troncos muertos y sitios con gran humedad relativa. Para su registro y captura se emplearon guantes de látex, con el fin de no dañar su tejido epitelial.

- *Reptiles*

Al igual que en el caso de los reptiles, de igual manera se trabajó una búsqueda intensiva de 30 min revisando microhábitats específicos. Para ello, se empleó un bastón herpetológico con la finalidad de evitar algún accidente ofídico.

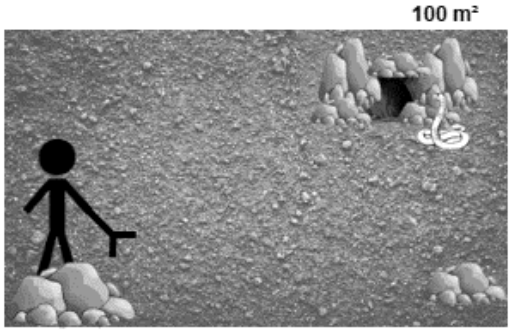


Figura 57. Diagrama para el muestreo de mamíferos.

De manera adicional, se colocaron trampas *Tomahawk* y cámaras trampa en los sitios de caracterización de fauna y se dejaron durante una semana para corroborar la presencia de especies, sobre todo de mamíferos. Las trampas se revisaron dos veces al día y las cámaras al finalizar la semana.

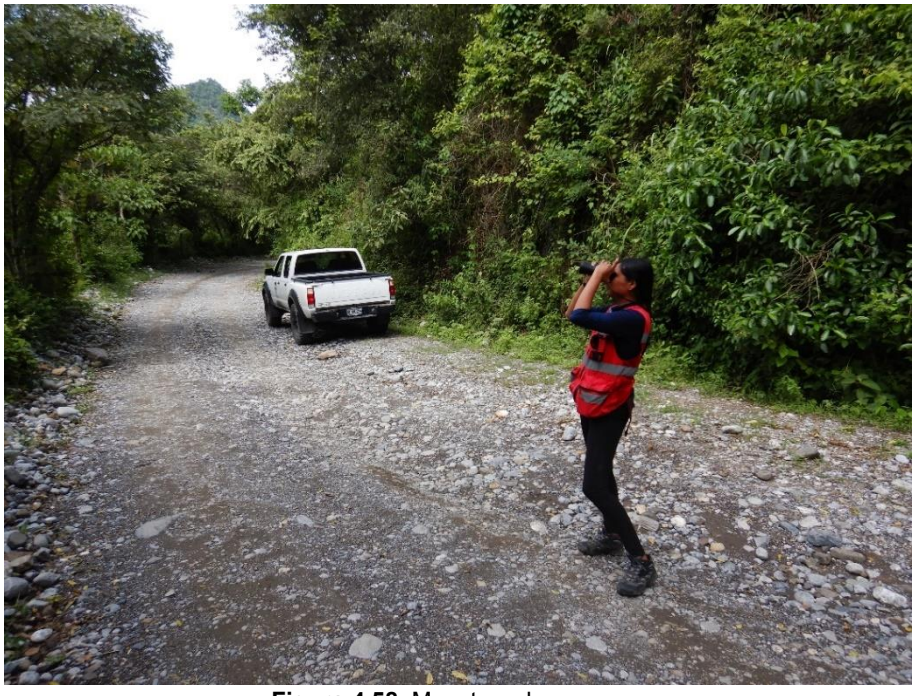


Figura 4.58. Muestreo de aves.

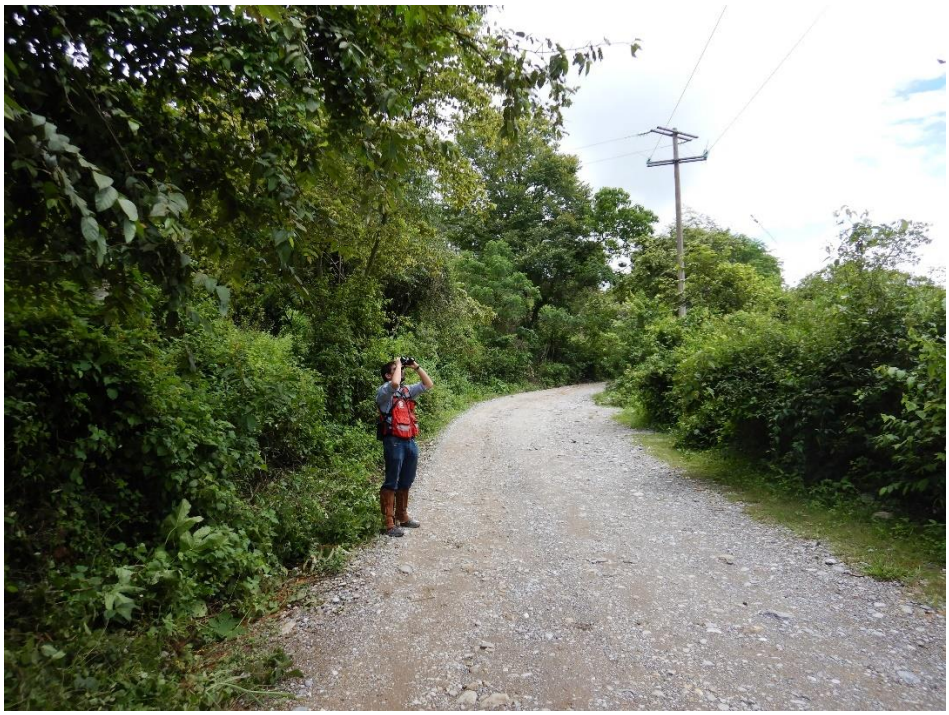


Figura 4.59. Muestreo de aves.

Figura 60. Muestreo de anfibios y reptiles.

Figura 61. Muestreo de anfibios y reptiles.

Figura 4.62. Colocación de cámaras trampa para el registro de fauna

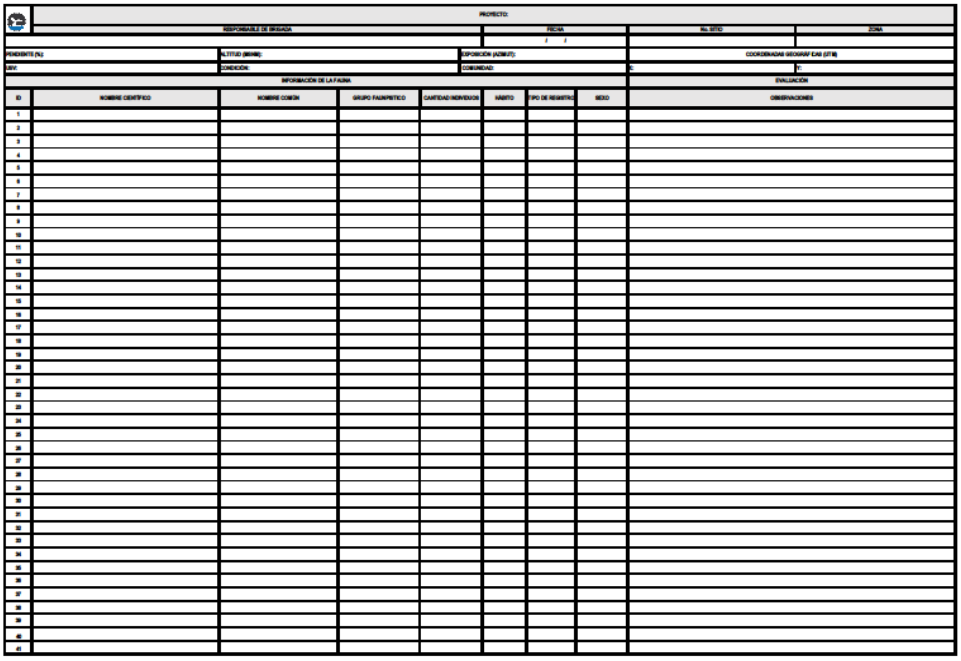


Figura 4.63 . Formato de campo para el registro de fauna silvestre

➢ . *Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo*

Se establecieron **14 sitios de muestreo** a lo largo del *AP* y otros **14 sitios de muestreo** distribuidos a lo largo del *SAR* con el fin de tener unidades comparables.

Tabla 4.49. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del AP y el SAR.

ÁREA DEL PROYECTO (AP)					*SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR*				
Sitio de muestreo	***Vértice***	***Tipo de vegetación***	***X***	***Y***	***Sitio de muestreo***	***Vértice***	***Tipo de vegetación***	***X***	***Y***
AP-01	1	BMM	521390	2308389	SAR-01	1	BMM	521137	2308577
AP-01	2	BMM	521393	2308385	SAR-01	2	BMM	521132	2308577
AP-01	3	BMM	521376	2308374	SAR-01	3	BMM	521133	2308597
AP-01	4	BMM	521373	2308378	SAR-01	4	BMM	521138	2308597
AP-02	1	BMM	521567	2308482	SAR-02	1	BMM	521106	2308528
AP-02	2	BMM	521572	2308483	SAR-02	2	BMM	521111	2308528
AP-02	3	BMM	521572	2308463	SAR-02	3	BMM	521107	2308548
AP-02	4	BMM	521577	2308464	SAR-02	4	BMM	521112	2308548
AP-03	1	BMM	521688	2308572	SAR-03	1	BMM	521334	2309181
AP-03	2	BMM	521689	2308577	SAR-03	2	BMM	521329	2309181
AP-03	3	BMM	521708	2308570	SAR-03	3	BMM	521330	2309201
AP-03	4	BMM	521707	2308566	SAR-03	4	BMM	521335	2309201
AP-04	1	BMM	521499	2308540	SAR-04	1	BMM	521412	2309169
AP-04	2	BMM	521502	2308544	SAR-04	2	BMM	521407	2309169
AP-04	3	BMM	521485	2308555	SAR-04	3	BMM	521408	2309189
AP-04	4	BMM	521482	2308551	SAR-04	4	BMM	521413	2309189
AP-05	1	BMM	521814	2308599	SAR-05	1	BMM	520668	2309289
AP-05	2	BMM	521823	2308617	SAR-05	2	BMM	520663	2309289
AP-05	3	BMM	521819	2308619	SAR-05	3	BMM	520664	2309309
AP-05	4	BMM	521809	2308601	SAR-05	4	BMM	520669	2309309
AP-06	1	BMM	522138	2308767	SAR-06	1	BMM	520703	2309298
AP-06	2	BMM	522136	2308771	SAR-06	2	BMM	520698	2309298
AP-06	3	BMM	522153	2308782	SAR-06	3	BMM	520699	2309318
AP-06	4	BMM	522156	2308777	SAR-06	4	BMM	520704	2309318
AP-07	1	BMM	522352	2308780	SAR-07	1	BMM	520658	2309345
AP-07	2	BMM	522352	2308785	SAR-07	2	BMM	520653	2309345
AP-07	3	BMM	522332	2308786	SAR-07	3	BMM	520654	2309365
AP-07	4	BMM	522332	2308781	SAR-07	4	BMM	520659	2309365
AP-08	1	BMM	522468	2309171	SAR-08	1	BMM	522820	2309022
AP-08	2	BMM	522463	2309172	SAR-08	2	BMM	522825	2309022

ÁREA DEL PROYECTO (AP)					SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR				
Sitio de muestreo	*Vértice*	*Tipo de vegetación*	*X*	*Y*	*Sitio de muestreo*	*Vértice*	*Tipo de vegetación*	*X*	*Y*
AP-08	3	BMM	522469	2309192	SAR-08	3	BMM	522821	2309042
AP-08	4	BMM	522474	2309190	SAR-08	4	BMM	522826	2309042
AP-09	1	BMM	522803	2308871	SAR-09	1	BMM	522954	2308930
AP-09	2	BMM	522807	2308874	SAR-09	2	BMM	522949	2308930
AP-09	3	BMM	522795	2308890	SAR-09	3	BMM	522950	2308950
AP-09	4	BMM	522791	2308887	SAR-09	4	BMM	522955	2308950
AP-10	1	BMM	522650	2309070	SAR-10	1	BMM	522899	2308363
AP-10	2	BMM	522655	2309069	SAR-10	2	BMM	522894	2308363
AP-10	3	BMM	522661	2309088	SAR-10	3	BMM	522895	2308383
AP-10	4	BMM	522656	2309089	SAR-10	4	BMM	522900	2308383
AP-11	1	BMM	523056	2308553	SAR-11	1	BMM	522784	2308391
AP-11	2	BMM	523051	2308555	SAR-11	2	BMM	522779	2308391
AP-11	3	BMM	523044	2308536	SAR-11	3	BMM	522780	2308411
AP-11	4	BMM	523048	2308534	SAR-11	4	BMM	522785	2308411
AP-12	1	BMM	523336	2308429	SAR-12	1	BMM	523652	2308304
AP-12	2	BMM	523331	2308427	SAR-12	2	BMM	523647	2308304
AP-12	3	BMM	523324	2308446	SAR-12	3	BMM	523648	2308324
AP-12	4	BMM	523329	2308448	SAR-12	4	BMM	523653	2308324
AP-13	1	BMM	523586	2308204	SAR-13	1	BMM	523711	2308485
AP-13	2	BMM	523589	2308208	SAR-13	2	BMM	523706	2308485
AP-13	3	BMM	523573	2308220	SAR-13	3	BMM	523707	2308505
AP-13	4	BMM	523570	2308216	SAR-13	4	BMM	523712	2308505
AP-14	1	BMM	523853	2308456	SAR-14	1	BMM	523605	2308298
AP-14	2	BMM	523857	2308453	SAR-14	2	BMM	523600	2308298
AP-14	3	BMM	523869	2308469	SAR-14	3	BMM	523601	2308318
AP-14	4	BMM	523865	2308472	SAR-14	4	BMM	523606	2308318

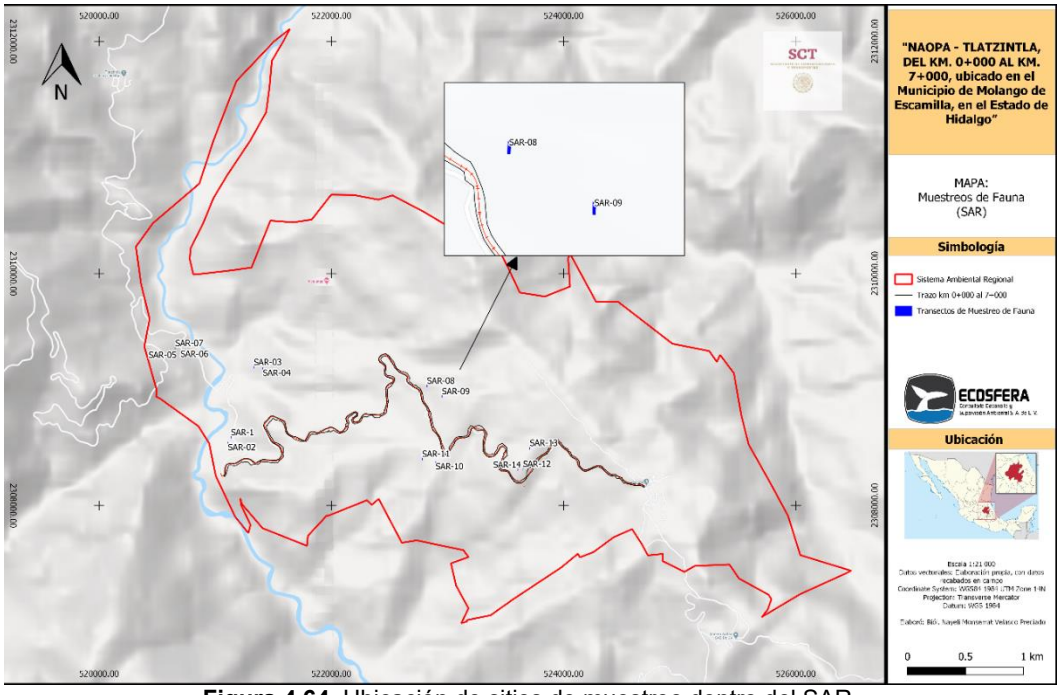


Figura 4.64. Ubicación de sitios de muestreo dentro del SAR.

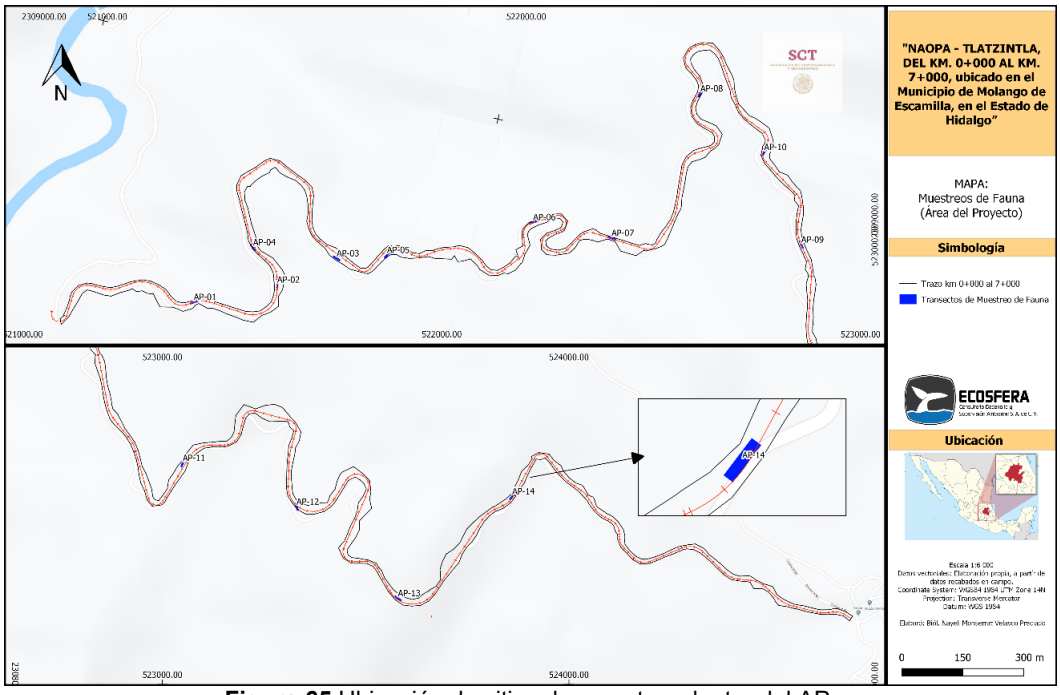


Figura 65. Ubicación de sitios de muestreo dentro del AP.

Análisis de información para la caracterización de la fauna

Caracterización mediante los sitios de muestreo

Empleando la información recopilada en campo, se procedió con el análisis de está tanto por zona de análisis (*AP* y *SAR*) como grupo faunístico. Para ello, se realizó una descripción a nivel riqueza, abundancia y diversidad.

Riqueza

Para la descripción de la riqueza sólo se atiende a la presencia de las especies en sus diferentes grupos faunísticos.

Abundancia

Aquí se aborda la cantidad de individuos presentes dentro de las zonas analizadas, en diferentes niveles taxonómicos.

Diversidad

Es la relación que existe entre el número de especies y de individuos de una comunidad. Los índices de diversidad incorporan en un sólo valor tanto a la riqueza específica como la equitatividad. En algunos casos un valor dado de un índice puede provenir de distintas combinaciones de riqueza específica y equitatividad. Es decir, que el mismo índice de diversidad puede obtenerse de una comunidad con baja riqueza y alta equitatividad, o presentarse una situación contraria. Esto significa que su valor aislado no permite conocer

la importancia relativa de sus componentes (riqueza y equitatividad). Para la determinación de la diversidad se han generado diversos índices que permiten relacionar las variables antes expuestas y que para esta caracterización se emplearon el índice de Shannon-Wiener (*H´*), índice de Margalef (D_{Mg}), índice de equitatividad de Pielou (*J´*), entre otros (Moreno, 2001).

La diversidad de especies en cada sitio de muestreo se calculó por medio del índice de Shannon-Wiener (H') base logaritmo natural y el índice de dominancia de Simpson (ʎ), por considerar que son poco sensibles a la presencia de las especies menos abundantes. Adicionalmente, se evaluó el índice de equitatividad de Pielou (J´) para comparar la diversidad calculada con el índice de H´ y la máxima diversidad que puede albergar el área de estudio (Krebs, 1985; Meave *et al.*, 1992; Catalan-Heverástico *et al.*, 2003, Halffter *et al*, 2007).

- *Índice de Shannon-Wiener (H')*

Este índice se representa como *H'* y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 0 y 5; valores inferiores a 2 se consideran bajos y superiores a 3 son altos, aunque algunos ecosistemas considerados muy ricos pueden alcanzar valores de 5 o más:

$$H' = - \sum pi \ ln \ pi$$

Dónde:
S = número de especies (la riqueza de especies)
Pi = proporción de individuos de la especie i respecto al total de individuos (es decir la abundancia relativa de la especie i): *ni/N*

- Índice de Margalef (D_{Mg})

Transforma el número de especies por muestra a una proporción a la cuál las especies son añadidas por expansión de la muestra. Supone que una relación funcional entre el número de especies y el número total de individuos S=Kn donde k es constante. Si esto no se mantiene, entonces el índice varía con el tamaño de la muestra de forma desconocida.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{lnN}$$

Dónde:
S = número de especies
N = número total de individuos

- Índice de equitatividad de Pielou (J´)

Este índice permite compara la diversidad esperada con la calculada y determinar un valor que indica la relación que existe entre la intensidad del muestreo y lo que el indicador puntualiza (Magurran, 1988; Peet, 1974).

$$J´= H´/H´max$$

Dónde:

$H´$= índice de diversidad de Shannon-Wiener.
$H´_{max}$ = diversidad máxima esperada.

- *Índice de similitud de Jaccard (I_J)*

Este índice mide el grado de similitud entre dos conjuntos, sea cual sea el tipo de elemento. Es decir, la cardinalidad de la intersección de ambos conjuntos dividida por la cardinalidad de su unión. Este se calcula de acuerdo con la siguiente ecuación: I_J = c / a+b-c
Dónde:
I_J = índice de Jaccard
a = número de especies en el sitio A.
b= número de especies en el sitio B.
c= número de especies compartidas en ambos sitios.

- *Índice de similitud de Bray-Curtis (I_{BC})*

El índice de Bray–Curtis que se considera como una medida de la diferencia entre las abundancias de cada especie presente (Brower y Zar, 1984), y se expresa mediante:

$$I_{BC} = 1 - \frac{\sum (x_i - y_i)}{\sum (x_i + y_i)}$$

Dónde:
x_i = abundancia o densidad de especies *i* en un conjunto 1
y_i = abundancia de las especies en el otro.

Resultados de la caracterización de la fauna

Caracterización de la fauna dentro de SAR

Se registró un total de 40 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 20 especies incluidas en 4 grupos faunísticos: aves, anfibios, mamíferos y reptiles. Del total de especies, 11 correspondieron a aves, 3 a reptiles, 3 a anfibios y 3 a mamíferos.

Tabla 4.50. Listado de especies de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	Anura	Hylidae	*Smilisca*	***Smilisca baudinii***	Rana arborícola mexicana	-
Anfibios	Anura	Bufonidae	*Anaxyrus*	***Anaxyrus punctatus***	Sapo de puntos rojos	-
Anfibios	Anura	Bufonidae	*Incilius*	***Incilius nebulifer***	Sapo nebuloso	-
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	*Amazilia*	***Amazilia violiceps***	Colibri corona violeta	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	***Buteo plagiatus***	Agulilla gris	-
Aves	Passeriformes	Passeridae	*Passer*	***Passer domesticus***	Gorrion europeo	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus*	***Pitangus sulphuratus***	Luis bienteveo	-
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	*Selasphorus*	***Selasphorus rufus***	Zumbador canelo	-

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	*Selasphorus*	***Selasphorus platycercus***	Zumbador cola ancha	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	***Columbina inca***	Tortolita cola larga	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps*	***Coragyps atratus***	Zopilote comun	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus*	***Pyrocephalus rubinus***	Papamoscas cardenalito	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	***Buteo jamaicensis***	Aguila cola roja	Protección especial (Pr)
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone*	***Melozone fusca***	Rascador viejita	-
Mamiferos	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus*	***Peromyscus levipes***	Raton de la malinche	-
Mamiferos	Didelphimorphia	Didelphidae	*Didelphis*	***Didelphis virginiana***	Tlacuache	-
Mamiferos	Carnivora	Procyonidae	*Procyon*	***Procyon lotor***	Mapache	-
Reptiles	Squamata	Viperidae	*Crotalus*	***Crotalus molossus***	Cascabel de cola negra	Protección especial (Pr)
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	***Sceloporus torquatus***	Lagartija espinosa de collar	-
Reptiles	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis*	***Aspidoscelis gularis***	Huico pinto	-

Por otra parte, de acuerdo con CONABIO (2017), a continuación, se presenta el listado de fauna potencial que pudiera incidir dentro del proyecto y registrarse dentro de las actividades de muestreo.

Tabla 4.51. Listado de fauna potencial dentro del SAR del proyecto de acuerdo con CONABIO (2017).

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	*Anaxyrus punctatus*	Bufonidae	-
Anfibios	*Incilius nebulifer*	Bufonidae	-
Anfibios	*Hyla eximia*	Hylidae	-
Anfibios	*Lithobates berlandieri*	Ranidae	Protección especial (Pr)
Anfibios	*Hyla arenicolor*	Hylidae	-
Anfibios	*Smilisca baudinii*	Hylidae	-
Anfibios	*Hyla plicata*	Hylidae	Amenazada (A)
Aves	*Cynanthus latirostris*	Trochilidae	Protección especial (Pr)
Aves	*Selasphorus platycercus*	Trochilidae	-
Aves	*Hylocharis leucotis*	Trochilidae	-
Aves	*Selasphorus rufus*	Trochilidae	-
Aves	*Amazilia violiceps*	Trochilidae	-
Aves	*Pitangus sulphuratus*	Tyrannidae	-
Aves	*Buteo plagiatus*	Accipitridae	-
Aves	*Haemorhous mexicanus*	Fringillidae	-
Aves	*Spizella atrogularis*	Passerellidae	-
Aves	*Pyrocephalus rubinus*	Tyrannidae	-
Aves	*Empidonax occidentalis*	Tyrannidae	-
Aves	*Spinus notatus*	Fringillidae	-
Aves	*Passer domesticus*	Passeridae	-
Aves	*Hirundo rustica*	Hirundinidae	-
Aves	*Quiscalus mexicanus*	Icteridae	-
Mamíferos	*Peromyscus levipes*	Cricetidae	-
Mamíferos	*Peromyscus melanotis*	Cricetidae	-
Mamíferos	*Peromyscus difficilis*	Cricetidae	-
Mamíferos	*Reithrodontomys sumichrasti*	Cricetidae	-
Mamíferos	*Microtus mexicanus*	Cricetidae	-

GRUPO FAUNÍSTICO	NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Mamíferos	*Reithrodontomys megalotis*	Cricetidae	-
Mamíferos	*Glaucomys volans*	Sciuridae	Amenazada (A)
Mamíferos	*Cryptotis mexicana*	Soricidae	Protección especial (Pr)
Mamíferos	*Didelphis virginiana*	Didelphidae	-
Mamíferos	*Dasypus novemcinctus*	Dasypodidae	-
Mamíferos	*Sylvilagus floridanus*	Leporidae	-
Mamíferos	*Sciurus oculatus*	Sciuridae	Protección especial (Pr)
Mamíferos	*Spermophillus variegatus*	Sciuridae	-
Mamíferos	*Urocyon cinereoargenteus*	Canidae	-
Mamíferos	*Lynx rufus*	Felidae	-
Mamíferos	*Mustela frenata*	Mustelidae	-
Mamíferos	*Conepatus leuconotus*	Mephitidae	-
Mamíferos	*Bassariscus astutus*	Procyonidae	Amenazada (A)
Mamíferos	*Procyon lotor*	Procyonidae	-
Mamíferos	*Sylvilagus audubonii*	Leporidae	-
Mamíferos	*Leptonycteris yerbabuenae*	Phyllostomidae	-
Mamíferos	*Nasua narica*	Procyonidae	Amenazada (A)
Mamíferos	*Canis latrans*	Canidae	-
Mamíferos	*Leopardus pardalis*	Felidae	-
Mamíferos	*Panthera onca*	Felidae	Peligro de extinción (P)
Mamíferos	*Otospermophilus variegatus*	Sciuridae	-
Reptiles	*Sceloporus scalaris*	Phrynosomatidae	-
Reptiles	*Storeria hidalgoensis*	Colubridae	-
Reptiles	*Aspidoscelis gularis*	Teiidae	-
Reptiles	*Barisia imbricata*	Anguidae	Protección especial (Pr)
Reptiles	*Sceloporus grammicus*	Phrynosomatidae	Protección especial (Pr)
Reptiles	*Streptopelia decaocto*	Columbidae	-
Reptiles	*Columbina inca*	Columbidae	-
Reptiles	*Phrynosoma orbiculare*	Phrynosomatidae	Amenazada (A)
Reptiles	*Crotalus molossus*	Viperidae	Protección especial (Pr)
Reptiles	*Sceloporus torquatus*	Phrynosomatidae	-
Reptiles	*Trimorphodon tau*	Colubridae	-
Reptiles	*Masticophis schotti*	Colubridae	-
Reptiles	*Pituophis deppei*	Colubridae	Amenazada (A)

Tabla 4.52. Grupos faunísticos reportados en los muestreos de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	ABUNDANCIA
ANFIBIOS	2	3	**5**
AVES	7	11	**24**
MAMÍFEROS	3	3	**4**
REPTILES	3	3	**7**
TOTAL	**15**	**20**	**40**

Al comparar los resultados de este estudio con los que marca la literatura, dentro del *SAR* sólo se registró el 2.44% de la fauna potencial que el estado alberga, siendo el grupo de los anfibios el que alcanzó un porcentaje de relación más alto (5.55%) y el de los mamíferos el más bajo (2.05%).

Tabla 4.53. Relación de especies registradas dentro del SAR y en Hidalgo.

GRUPO FAUNÍSTICO	*SAR DE ESTE PROYECTO*	*LITERATURA*	*PORCENTAJE DE RELACIÓN*
ANFIBIOS	3	54	**5.55%**
AVES	11	501	**2.20%**
MAMÍFEROS	3	146	**2.05%**
REPTILES	3	119	**2.52%**
TOTAL	**20**	**820**	**2.44%**

Resultados por grupos faunísticos

- *Anfibios*

Dentro de las actividades de muestreo se registraron 5 individuos repartidos en 3 especies correspondientes a dos familias faunísticas; la especie más abundante fue *Smilisca baudinii* (60.00%), seguida del resto de la taxa. Asimismo, no se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.54. Anfibios registrados dentro del SAR.

ESPECIE	*FAMILIA*	*NOMBRE COMÚN*	*CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010*	*CANTIDAD DE INDIVIDUOS*
Anaxyrus punctatus	Bufonidae	Sapo de puntos rojos	-	1
Incilius nebulifer	Bufonidae	Sapo nebuloso	-	1
Smilisca baudinii	Hylidae	Rana arborícola mexicana	-	3
		Total		**5**

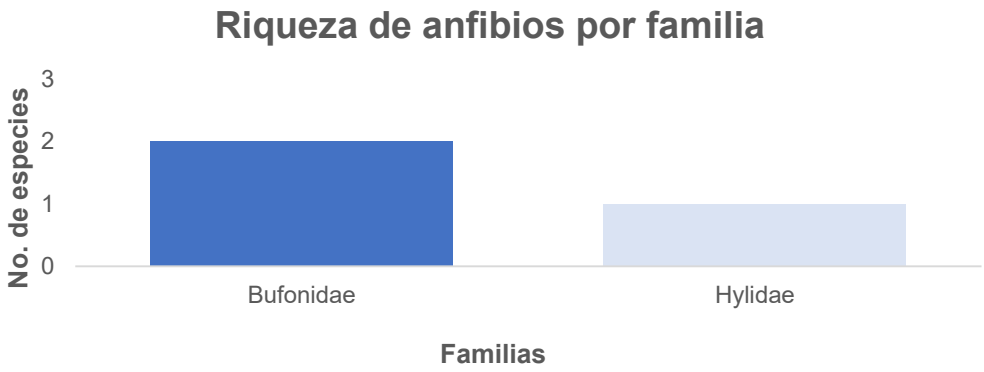


Figura 4.66. Riqueza de anfibios por familia.

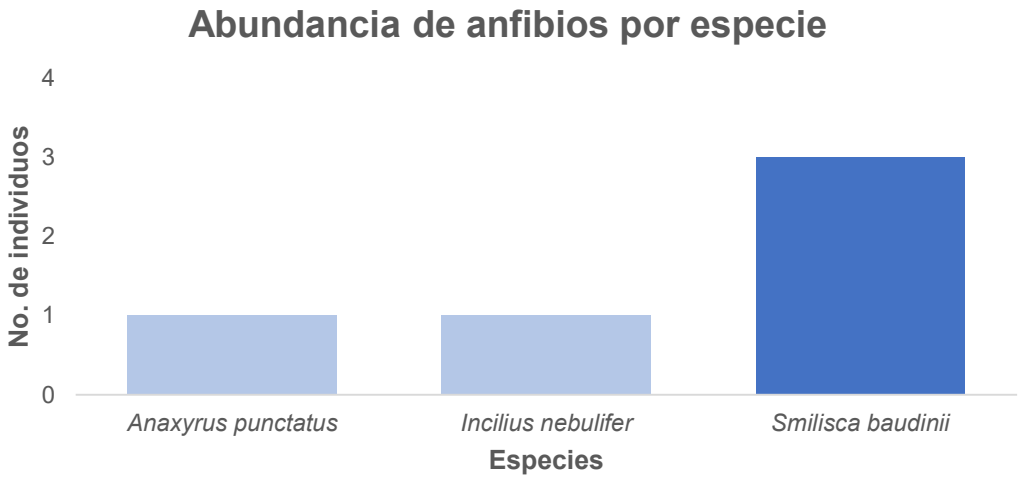


Figura 4.67. Abundancia de anfibios por especie

- *Aves*

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 24 individuos ubicados en 7 familias, 9 géneros y 11 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Columbina inca* (16.70%) y *Melozone fusca* (16.70%).

Tabla 4.55. Aves registradas dentro del SAR.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
Amazilia violiceps	Trochilidae	Colibri corona violeta	-	1
Buteo jamaicensis	Accipitridae	Aguila cola roja	Protección especial (Pr)	1
Buteo plagiatus	Accipitridae	Agulilla gris	-	3
Columbina inca	Columbidae	Tortolita cola larga	-	4
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote comun	-	1
Melozone fusca	Passerellidae	Rascador viejita	-	4
Passer domesticus	Passeridae	Gorrion europeo	-	3
Pitangus sulphuratus	Tyrannidae	Luis bienteveo	-	3
Pyrocephalus rubinus	Tyrannidae	Papamoscas cardenalito	-	1
Selasphorus platycercus	Trochilidae	Zumbador cola ancha	-	2
Selasphorus rufus	Trochilidae	Zumbador canelo	-	1
		Total		**24**

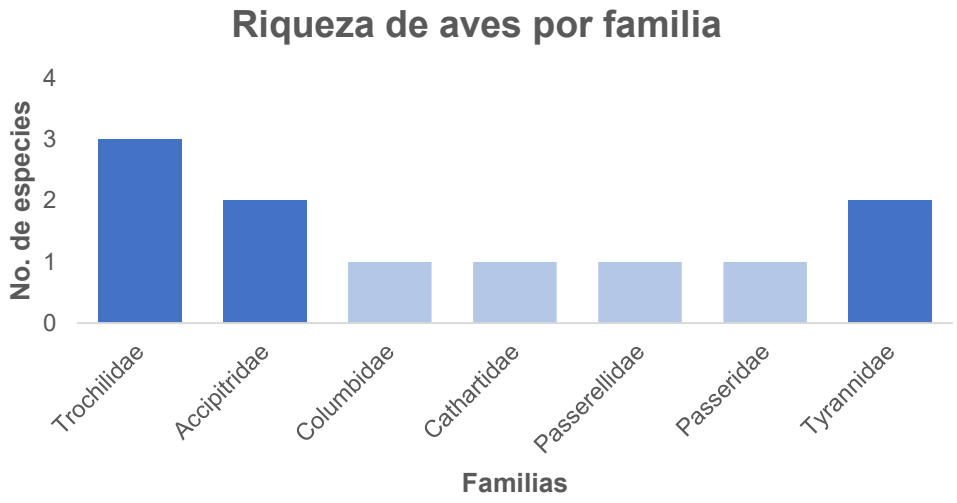


Figura 68. Riqueza de aves por familia.

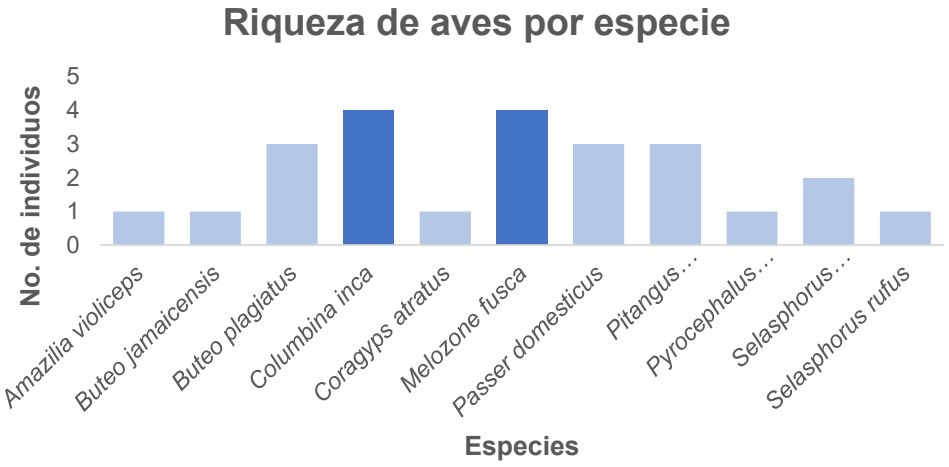


Figura 69. Abundancia de aves por especie.

En ese sentido, sólo se registró a aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo esta la de protección especial (Pr).

- *Mamíferos*

Para este grupo sólo se registró 4 individuos dentro de dos especies, las cuales correspondieron al tlacuache (*Didelphis virginiana*), el ratón de la malinche (*Peromyscus levipes*) y el mapache (*Procyon lotor*) (Figura 57 y 58), ninguna encontrándose dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.56. Mamíferos registrados dentro del SAR.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
Didelphis virginiana	Didelphidae	Tlacuache	-	1
Peromyscus levipes	Cricetidae	Raton de la malinche	-	2
Procyon lotor	Procyonidae	Mapache	-	1
	Total			**4**

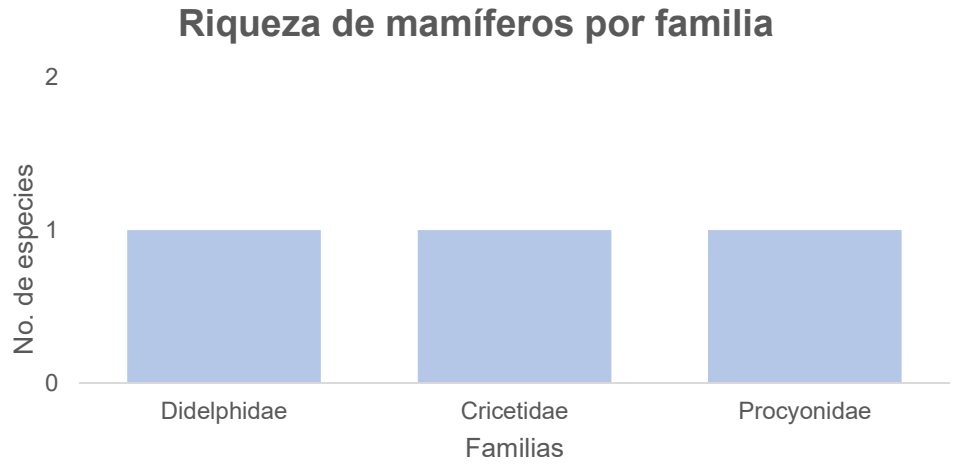


Figura 4.70. Riqueza de mamíferos por familia.

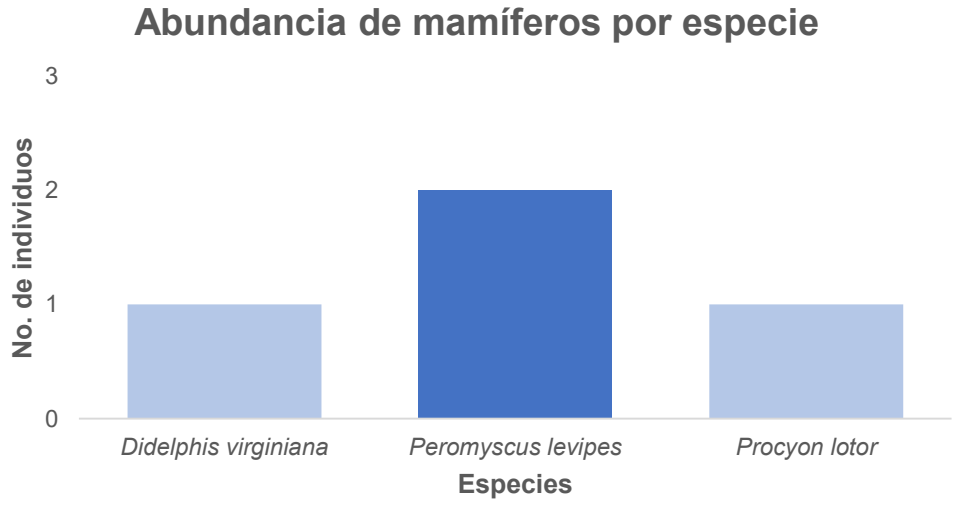


Figura 4.71. Abundancia de mamíferos por especie.

- *Reptiles*

Por parte de los reptiles, sólo se registraron 7 individuos repartidos en 3 familias, 3 géneros y 3 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Sceloporus torquatus* (57.10%) y *Aspidocelis gularis* (28.60%). Por otra parte, sólo la serpiente de cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) se encuentra dentro de la categoría de riesgo de protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.57. Reptiles registrados dentro del SAR.

ESPECIE	*FAMILIA*	*NOMBRE COMÚN*	*CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010*	*CANTIDAD DE INDIVIDUOS*
Aspidoscelis gularis	Teiidae	Huico pinto	-	2
Crotalus molossus	Viperidae	Cascabel de cola negra	Pr	1
Sceloporus torquatus	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa de collar	-	4
		Total		**11**

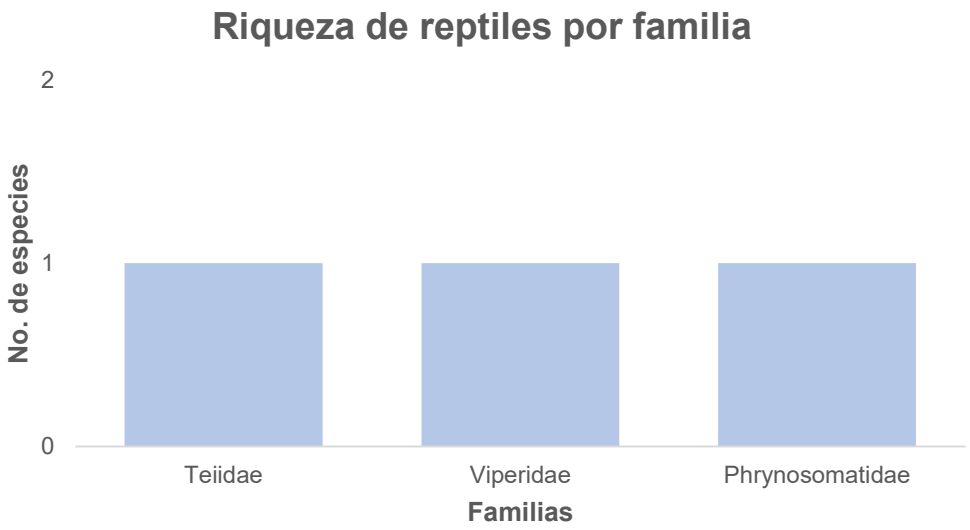


Figura 4.72. Riqueza de reptiles por familia.

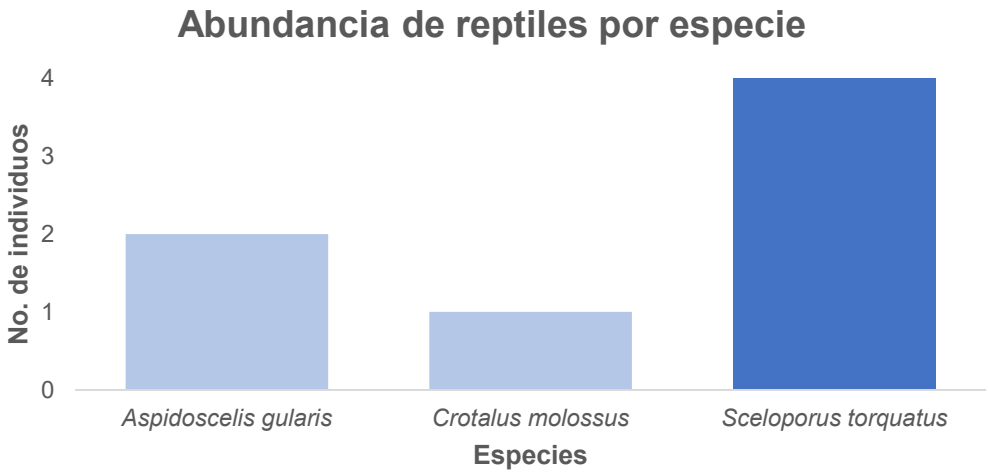


Figura 4.73. Abundancia de reptiles por especie

Análisis de diversidad

Es de destacar que el grupo de las aves fue el que presentó tanto la mayor riqueza como los más altos valores estimados por los índices de diversidad empleados, lo cual es congruente ya que también fue el grupo más abundante dentro de estas actividades de muestreo. En cambio, fue casi nula la presencia de anfibios.

Tabla 4.58. Valores de los índices de diversidad por grupo faunístico.

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H´	H´MAX	DMG	J´
Aves	**11**	**24**	**2.246**	**2.398**	**3.147**	**0.937**
Anfibios	3	5	0.950	1.099	1.243	0.865
Mamíferos	3	4	1.040	1.099	1.443	**0.946**
Reptiles	3	7	0.956	1.099	1.028	0.870
TOTAL	**22**	**41**				

Asimismo, en el caso de los mamíferos y reptiles no se registraron muchas especies, lo cual nos permite inferir que dentro de los sitios de muestreo no se encuentran los microhábitats que suelen albergar a estas especies.

1.1.1. Caracterización de la fauna dentro del AP

Se registró un total de 41 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 22 especies incluidas en 4 grupos faunísticos: anfibios, aves, mamíferos y reptiles. Del total de especies, 13 correspondieron a aves, 2 a anfibios, 3 a mamíferos y 4 a reptiles.

Tabla 59. Listado de especies de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	Anura	Hylidae	*Smilisca*	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-
Anfibios	Anura	Bufonidae	*Anaxyrus*	*Anaxyrus punctatus*	Sapo de puntos rojos	-

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	*Amazilia*	*Amazilia violiceps*	Colibri corona violeta	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*Buteo plagiatus*	Agulilla gris	-
Aves	Passeriformes	Passeridae	*Passer*	*Passer domesticus*	Gorrion europeo	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pitangus*	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	-
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	*Selasphorus*	*Selasphorus rufus*	Zumbador canelo	-
Aves	Caprimulgiformes	Trochilidae	*Selasphorus*	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	-
Aves	Columbiformes	Columbidae	*Columbina*	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	-
Aves	Cathartiformes	Cathartidae	*Coragyps*	*Coragyps atratus*	Zopilote comun	-
Aves	Passeriformes	Tyrannidae	*Pyrocephalus*	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	*Buteo*	*Buteo jamaicensis*	Aguila cola roja	Protección especial (Pr)
Aves	Passeriformes	Icteridae	*Quiscalus*	*Quiscalus mexicanus*	Zanata mayor	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Spizella*	*Spizella atrogularis*	Gorrion barba negra	-
Aves	Passeriformes	Passerellidae	*Melozone*	*Melozone fusca*	Rascador viejita	-
Mamiferos	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus*	*Peromyscus levipes*	Raton de la malinche	-
Mamiferos	Rodentia	Cricetidae	*Peromyscus*	*Peromyscus melanotis*	Raton orejas negras	-
Mamiferos	Carnivora	Procyonidae	*Procyon*	*Procyon lotor*	Mapache	-
Reptiles	Squamata	Viperidae	*Crotalus*	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Protección especial (Pr)
Reptiles	Squamata	Phrynosomatidae	*Sceloporus*	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-
Reptiles	Squamata	Teiidae	*Aspidoscelis*	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto	-
Reptiles	Squamata	Colubridae	*Trimorphodon*	*Trimorphodon tau*	Falsa nauyaca	-

Tabla 4.60. Grupos faunísticos reportados en los muestreos de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	ABUNDANCIA
ANFIBIOS	2	2	**2**
AVES	8	13	**29**
MAMÍFEROS	2	3	**3**
REPTILES	4	4	**4**
TOTAL	**16**	**22**	**41**

Al comparar los resultados de este estudio con los que marca la literatura, dentro del *AP* sólo se registró el 2.68% de la fauna potencial que el estado alberga, siendo el grupo de los anfibios el que alcanzó un porcentaje de relación más alto (3.70%), y el peor relacionado fueron los mamíferos (2.05%).

Tabla 61. Relación de especies registradas dentro del AP y en Hidalgo.

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR DE ESTE PROYECTO	LITERATURA	PORCENTAJE DE RELACIÓN
ANFIBIOS	2	54	3.70%
AVES	13	501	2.59%
MAMÍFEROS	3	146	2.05%
REPTILES	4	119	3.36%
TOTAL	**22**	**820**	**2.68%**

Resultados por grupos faunísticos

- *Anfibios*

Dentro de las actividades de muestreo se registraron 2 individuos repartidos en 2 especies correspondientes a dos familias faunísticas. Asimismo, no se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.62. Anfibios registrados dentro del AP.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
Anaxyrus punctatus	Bufonidae	Sapo de puntos rojos	-	1
Smilisca baudinii	Hylidae	Rana arborícola mexicana	-	1
		Total		**2**

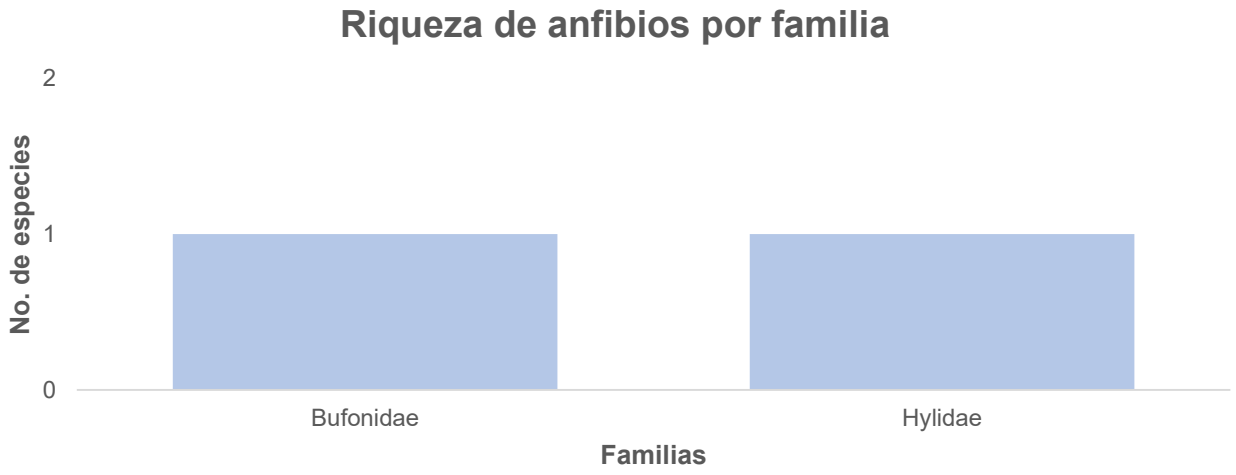


Figura 4.74. Riqueza de anfibios por familia.

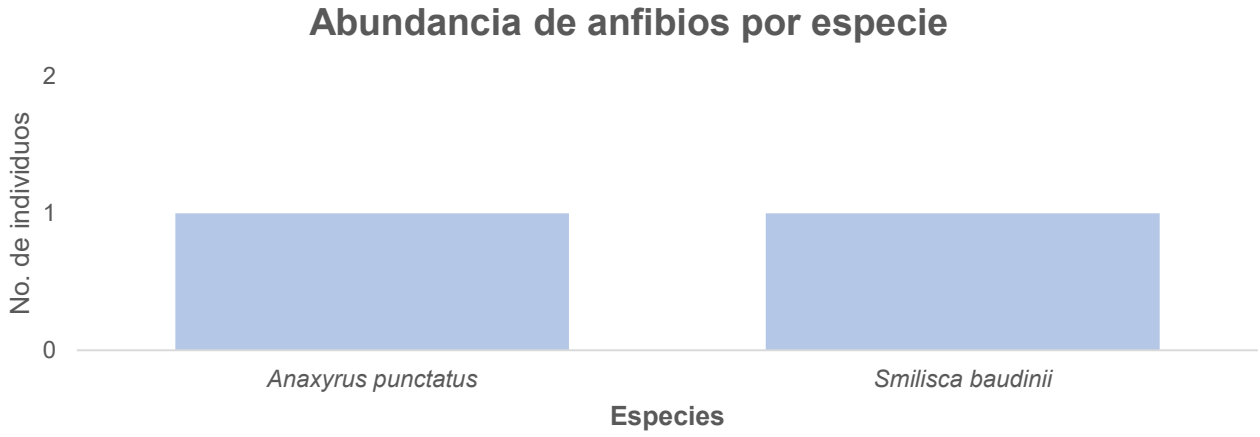


Figura 4.75. Abundancia de anfibios por especie.

- *Aves*

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 29 individuos ubicados en 8 familias, 11 géneros y 13 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Columbina inca* (13.80%) y *Melozone fusca* (13.80%).

Tabla 63. Aves registradas dentro del AP.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
Amazilia violiceps	Trochilidae	Colibri corona violeta	-	1
Buteo jamaicensis	Accipitridae	Aguila cola roja	Protección especial (Pr)	1
Buteo plagiatus	Accipitridae	Agulilla gris	-	3
Columbina inca	Columbidae	Tortolita cola larga	-	4
Coragyps atratus	Cathartidae	Zopilote comun	-	1
Melozone fusca	Passerellidae	Rascador viejita	-	4
Passer domesticus	Passeridae	Gorrion europeo	-	3
Pitangus sulphuratus	Tyrannidae	Luis bienteveo	-	3
Pyrocephalus rubinus	Tyrannidae	Papamoscas cardenalito	-	1
Selasphorus platycercus	Trochilidae	Zumbador cola ancha	-	2
Spizella atrogularis	Passerellidae	Gorrion barba negra	-	2
Quiscalus mexicanus	Icteridae	Zanate mexicano	-	3
Selasphorus rufus	Trochilidae	Zumbador canelo	-	1
		Total		**29**

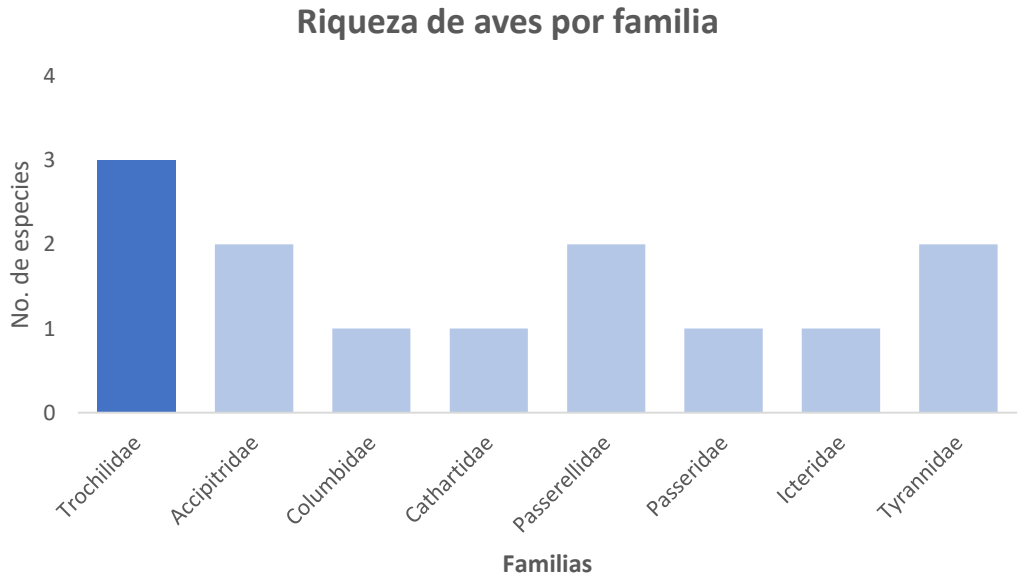


Figura 4.76. Riqueza de aves por familia.

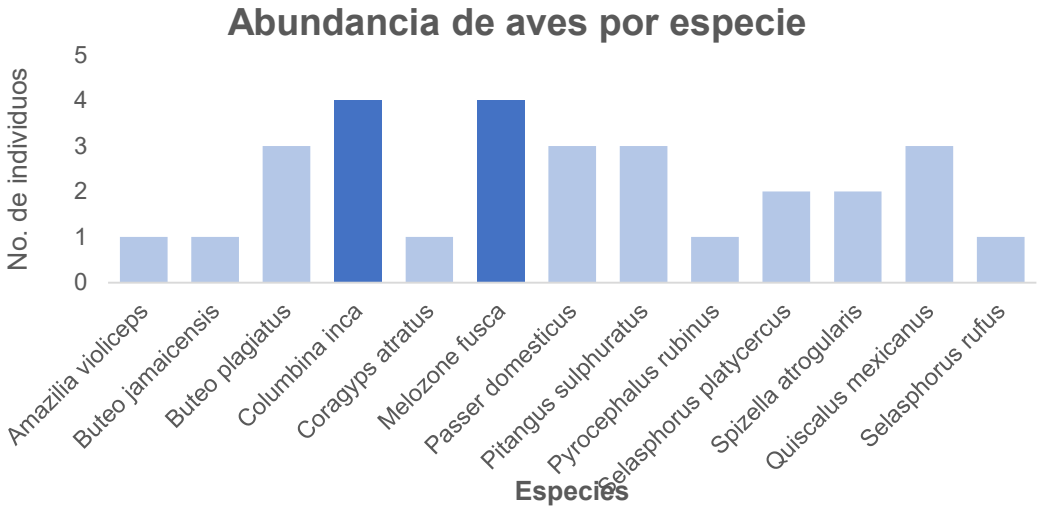


Figura 4.77. Abundancia de aves por especie.

Por otro lado, sólo la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, siendo esta protección especial (Pr).

- *Mamíferos*

Para estas actividades de muestreo sólo se registraron 5 individuos repartidos en 2 familias, 3 géneros y 3 especies siendo *Peromyscus melanotis* la más abundante (60.00%). Por otra parte, ninguna de las especies se encuentra enlistadav dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Tabla 4.64. Mamíferos registrados dentro del AP.

ESPECIE	***FAMILIA***	***NOMBRE COMÚN***	***CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010***	***CANTIDAD DE INDIVIDUOS***
Peromyscus levipes	Cricetidae	Raton de la malinche	-	1
Peromyscus melanotis	Cricetidae	Raton orejas negras	-	3
Procyon lotor	Procyonidae	Mapache	-	1
		Total		**2**

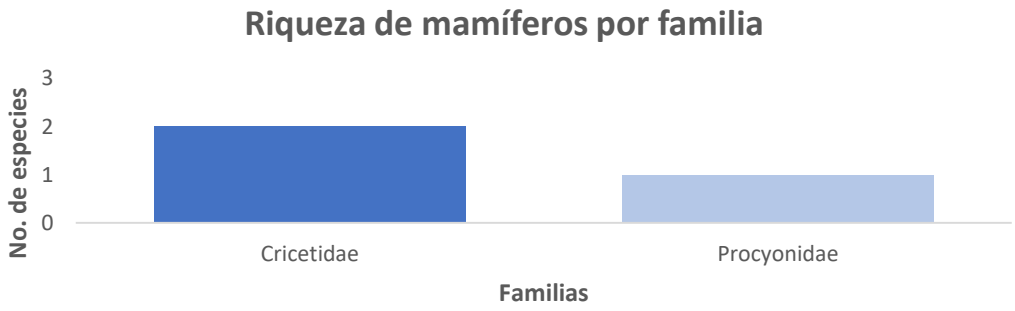


Figura 4.78. Riqueza de mamíferos por familia.

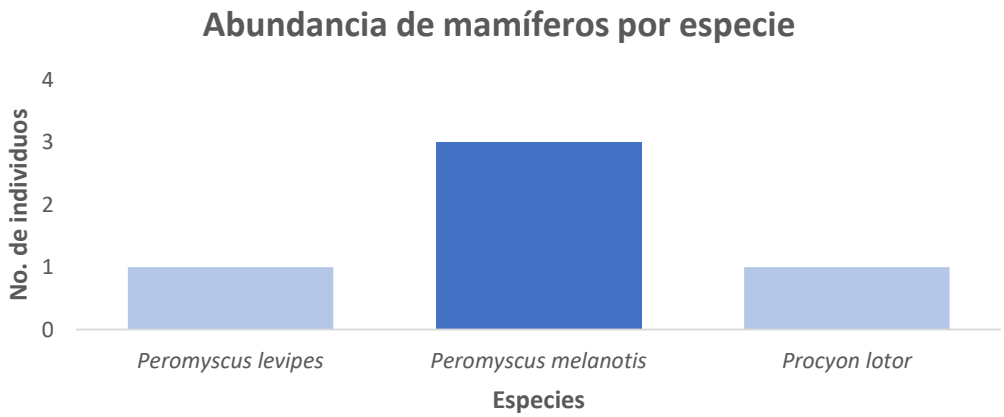


Figura 4.79. Abundancia de mamíferos por especie.

- *Reptiles*

Por parte de los reptiles, se registraron 5 individuo repartido en 4 familia, 4 género y 4 especies, siendo *Aspidocelis gularis* la más abundante (40.00%). En este caso, el cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010 en protección especial (Pr).

Tabla 4.65. Reptiles registrados dentro del AP.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
Aspidoscelis gularis	Teiidae	Huico pinto	-	2
Crotalus molossus	Viperidae	Cascabel de cola negra	Protección especial (Pr)	1
Sceloporus torquatus	Phrynosomatidae	Lagartija espinosa de collar	-	1
Trimorphodon tau	Colubridae	Falsa nauyaca	-	1
		TOTAL		**5**

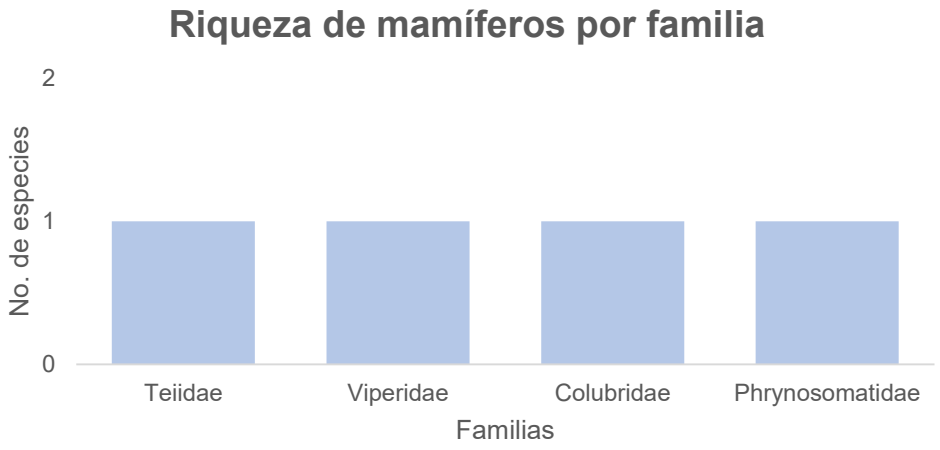


Figura 4.80. Riqueza de mamíferos por familia.

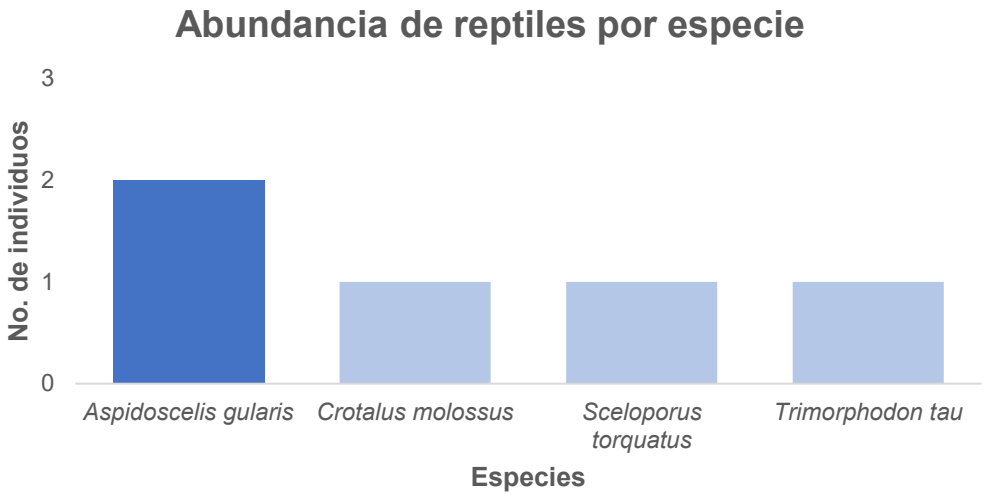


Figura 4.81. Abundancia de mamíferos por especie.

Análisis de diversidad

Es de destacar que el grupo de las aves fue el que presentó tanto la mayor riqueza como los más altos valores arrojados por los índices de diversidad empleado, lo cual es congruente ya que también fue el grupo más abundante dentro de estas actividades de muestreo. En cambio, tanto los reptiles como los anfibios fueron los grupos peor representados.

Tabla 4.66. Valores de los índices de diversidad por grupo faunístico.

GRUPO FAUNÍSTICO	*No DE ESPECIES*	*No INDIVIDUOS*	H´	H´MAX	DMG	J´
Aves	**13**	**29**	**2.435**	**2.565**	**3.564**	**0.949**
Anfibios	2	2	0.693	0.693	1.443	**1.000**
Mamíferos	3	5	0.950	1.099	1.243	0.865
Reptiles	4	5	1.332	1.864	1.864	0.870

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H´	$H´_{MAX}$	D_{MG}	J´
TOTAL	22	41				

Asimismo, en el caso de los mamíferos no se registraron muchas especies, lo cual nos permite inferir que dentro de los sitios de muestreo no se encuentran los microhábitats que suelen albergar a estas especies. Es interesante observar que dentro del grupo de los anfibios se determinó mediante el índice de Pioleu (*J´*) que en estos muestreos se registró toda la diversidad de fauna que es posible se distribuya dentro del *AP,* lo cual es congruente con el tipo de vegetación analizado ya que se caracteriza por no presentar muchas especies de herpetofauna.

Comparación de los resultados de la caracterización de la fauna entre SAR y AP

Al comparar el listado de fauna presente tanto en *SAR* y como en *AP,* se observó que dentro de la primera zona se registraron más especies que en la segunda, mientras que todas las especies registradas dentro del *Área del Proyecto* también se distribuyeron dentro del *SAR,* salvo por aves que aparecen en zonas con un mayor grado de perturbación, como es el caso del zanate mayor (*Quiscalus mexicanus*). Por otra parte, sólo dentro del *Sistema Ambiental Regional* y del *Área del Proyecto* se reportó la presencia de especies enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, tales como la aguililla cola roja (*Buteo jamaicensis*) y la cascabel de cola negra (*Crotalus molossus*) en protección especial (Pr).

Tabla 67. ***Listado de especies de fauna.***

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	RELACIÓN DE PRESENCIA	
					SAR	AP
Anfibios	Hylidae	*Smilisca baudinii*	Rana arborícola mexicana	-	X	X
Anfibios	Bufonidae	*Anaxyrus punctatus*	Sapo de puntos rojos	-	X	X
Anfibios	Bufonidae	*Incilius nebulifer*	Sapo nebuloso	-	X	
Aves	Trochilidae	*Amazilia violiceps*	Colibri corona violeta	-	X	X
Aves	Accipitridae	*Buteo plagiatus*	Agulilla gris	-	X	X
Aves	Passeridae	*Passer domesticus*	Gorrion europeo	-	X	X
Aves	Tyrannidae	*Pitangus sulphuratus*	Luis bienteveo	-	X	X
Aves	Trochilidae	*Selasphorus rufus*	Zumbador canelo	-	X	X
Aves	Trochilidae	*Selasphorus platycercus*	Zumbador cola ancha	-	X	X
Aves	Columbidae	*Columbina inca*	Tortolita cola larga	-	X	X
Aves	Cathartidae	*Coragyps atratus*	Zopilote comun	-	X	X
Aves	Tyrannidae	*Pyrocephalus rubinus*	Papamoscas cardenalito	-	X	X
Aves	Accipitridae	*Buteo jamaicensis*	Aguila cola roja	Protección especial (Pr)	X	X
Aves	Passeriformes	*Quiscalus mexicanus*	Zanate mayor	-		X
Aves	Passeriformes	*Spizella atrogularis*	Gorrión barba negra	-		X
Aves	Passerellidae	*Melozone fusca*	Rascador viejita	-	X	X
Mamiferos	Cricetidae	*Peromyscus levipes*	Raton de la malinche	-	X	X
Mamiferos	Didelphidae	*Didelphis virginiana*	Tlacuache	-	X	X
Mamiferos	Procyonidae	*Procyon lotor*	Mapache	-	X	X
Reptiles	Viperidae	*Crotalus molossus*	Cascabel de cola negra	Protección especial (Pr)	X	X
Reptiles	Phrynosomatidae	*Sceloporus torquatus*	Lagartija espinosa de collar	-	X	X
Reptiles	Teiidae	*Aspidoscelis gularis*	Huico pinto	-	X	X
Reptiles	Colubridae	*Trimorphodon tau*	Falsa nauyaca			X

En el caso de la diversidad, se determinó que dentro del *SAR* se registró una menor abundancia, riqueza y diversidad que dentro del *AP,* lo cual es congruente con el mejor estado de conservación que presenta este primero sobre el segundo ya que estos valores fueron más altos debido a la mayor presencia de aves características de zonas con algún grado de perturbación. En ese sentido, y en ambos casos, el grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza y diversidad.

Tabla 4.68. Comparación de abundancia, riqueza y diversidad entre SAR y AP.

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H´	H´MAX	DMG	J´	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H´	H´MAX	DMG	J´
	Sistema Ambiental Regional (SAR)						Área de Proyecto (AP)					
Aves	11	24	2.246	2.398	3.147	0.937	13	29	2.435	2.565	3.564	0.949
Anfibios	3	5	0.950	1.099	1.243	0.865	2	2	0.693	0.693	1.443	1.000
Mamíferos	3	4	1.040	1.099	1.443	0.946	3	5	0.950	1.099	1.243	0.865
Reptiles	3	7	0.956	1.099	1.028	0.870	4	5	1.332	1.864	1.864	0.870
TOTAL	**20**	**40**					**22**	**41**				

Por otra parte, al agrupar a los sitios de muestreo respectivos de *SAR* y *AP,* se determinó que la relación que existe tanto dentro estas zonas se entrelaza, lo cual es referente de que la fauna no se restringe y se desplaza por todo el *Sistema Ambiental Regional* (*SAR),* incluyendo el sitio específico del proyecto, por lo que de acuerdo con el índice de Jaccard (I_j) estas zonas tienen una relación faunística de 0.75 (75.00%), mientras que el Índice de Bray-Curtis (I_{BC}) reflejó una similitud menor de 0.67 (67.57%). En ese sentido, se observó que al utilizar estos índices se identificó que entre los sitios del *SAR* y *AP* se presentaron una buena relación faunística ya que muchas de las especies fueron compartidas entre ellos, lo nos permite deducir que, ya que este grupo faunístico tiene una gran capacidad de desplazamiento, es muy probable que la taxa no se limite a las zonificaciones artificiales aplicadas en este proyecto.

Tabla 4.69. Comparación de los índices de similitud entre los sitios de muestreo del *SAR* y *AP*.

SITIOS DE MUESTREO		*Ij*																							
		AP1	AP10	AP11	AP12	AP2	AP4	AP5	AP6	AP7	AP8	AP9	SAR1	SAR10	SAR11	SAR12	SAR13	SAR14	SAR2	SAR3	SAR4	SAR5	SAR6	SAR7	SAR8	SAR9
IBC	AP1	1.000	0.000	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.143	0.000	0.000	0.143	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.143	0.167	0.000	0.143	0.200	0.000	0.000	0.400
	AP10	0.000	1.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.200	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.167	0.000	0.333	0.000	0.000
	AP11	0.250	0.000	1.000	0.333	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.400	0.143	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.167
	AP12	0.000	0.000	0.444	1.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.143	0.167	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000
	AP2	0.000	0.500	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	1.000	0.000	0.000
	AP4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
	AP5	0.000	0.000	0.286	0.250	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.333	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000
	AP6	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.143	0.167	0.000	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000
	AP7	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	AP8	0.000	0.286	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.167	0.200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.167	0.000	0.333	0.000	0.200
	AP9	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.286	0.000	0.000	0.250	1.000	0.000	0.000	0.143	0.000	0.143	0.400	0.000	0.000	0.000	0.143	0.200	0.000	0.000	0.000
	SAR1	0.250	0.286	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.250	0.400	0.250	0.000	1.000	0.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.167	0.000	0.333	0.000	0.000
	SAR10	0.000	0.000	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SAR11	0.000	0.000	0.000	0.222	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	0.000	0.250	0.250	0.000	1.000	0.000	0.143	0.167	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	SAR12	0.000	0.333	0.571	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	1.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.000	0.000
	SAR13	0.000	0.000	0.222	0.600	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.222	0.000	0.000	0.222	0.250	1.000	0.167	0.000	0.000	0.000	0.000	0.200	0.000	0.000	0.000
	SAR14	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.571	0.000	0.000	0.286	0.000	0.250	1.000	0.167	0.000	0.000	0.167	0.250	0.000	0.333	0.000
	SAR2	0.250	0.286	0.000	0.000	0.000	0.400	0.000	0.250	0.400	0.000	0.000	0.500	0.000	0.250	0.000	0.000	0.286	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000
	SAR3	0.286	0.000	0.286	0.000	0.000	0.000	0.333	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.333	0.167	0.000	0.000	0.000	0.200
	SAR4	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	1.000	0.250	0.000	0.000	0.000	0.000
	SAR5	0.222	0.250	0.000	0.000	0.333	0.000	0.250	0.222	0.000	0.222	0.222	0.222	0.000	0.000	0.000	0.000	0.250	0.000	0.250	0.333	1.000	0.200	0.250	0.000	0.000
	SAR6	0.333	0.000	0.333	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.400	0.286	0.400	0.000	0.000	0.000	0.286	1.000	0.000	0.000	0.000
	SAR7	0.000	0.500	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.400	0.000	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	1.000	0.000	0.000
	SAR8	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.500	0.400	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000	0.000
	SAR9	0.571	0.000	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.286	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.333	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	1.000

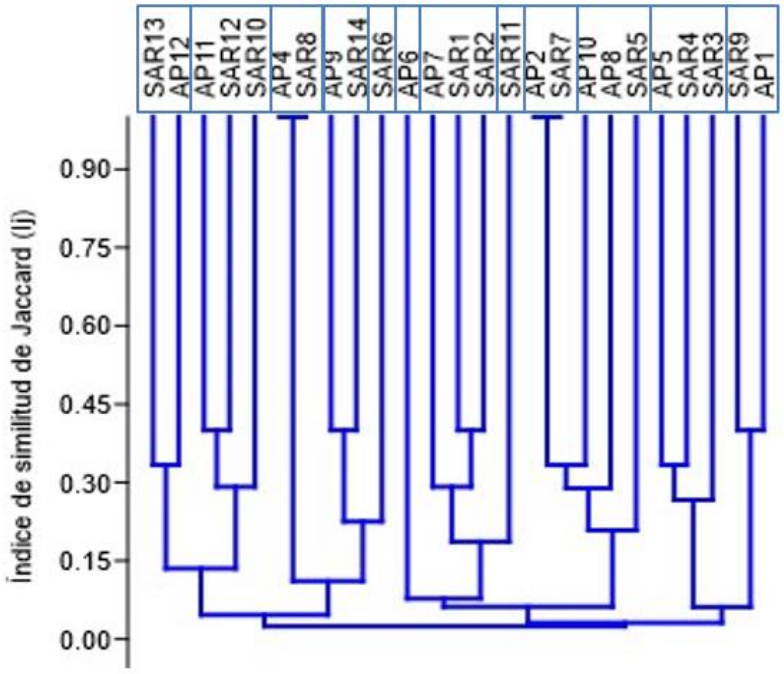


Figura 4.82. Dendrograma con los resultados del índice de Jaccard (I_j) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

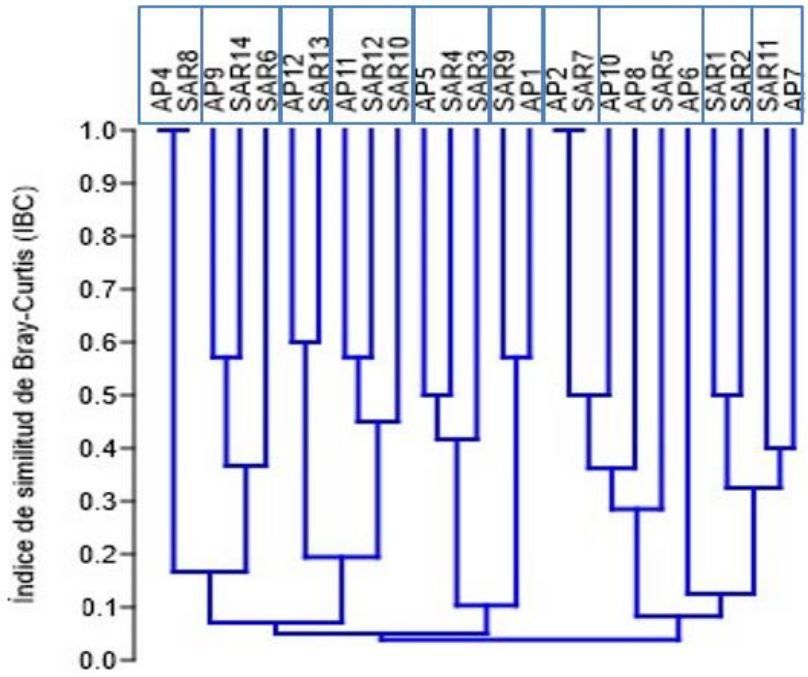


Figura 4.83. Dendrograma con los resultados del índice de Bray-Curtis (I_{BC}) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

Se puede concluir que a pesar de que los muestreos realizados tanto dentro del *SAR* como del *AP,* se identificó que la riqueza, abundancia y diversidad fue menor dentro del este primero que dentro del área específica del proyecto, lo cual es reflejo del estado de conservación de ambos sitios, siendo el *Sistema Ambiental Regional (SAR)* el que alberga las mejores condiciones para el establecimiento y desarrollo de fauna silvestre, lo cual nos permite argumentar que el *AP* presenta peores condiciones de hábitat que la zona específica del proyecto y no su ejecución no representa un peligro para las poblaciones de fauna existentes

4.3 MEDIO SOCIOECONÓMICOS

El SAR se encuentra dentro del municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, la única localidad presente en la delimitación del SAR es Naopa, de la cual el desglose demográfico se representa la tabla siguiente.

Tabla 4.70. Demografía de Naopa, localidad perteneciente al SAR

Población total	**376**
Población masculina	191
Población femenina	185
Total viviendas	147
Total viviendas habitadas	103
Población de 0 a 14 años	107
Población de 15 a 65 años	207
Población de 65 años y mas	62

Siendo una población menor a los 500 habitantes, se considera que se mantiene un alto índice de marginación, sin embargo, por lo registrado es posible estipular que la población perteneciente al SAR del proyecto cuenta con la posibilidad de mejorar sus condiciones de vida mediante la finalidad del proyecto.

Marginación

El concepto de marginación considera cuatro dimensiones estructurales:

- Falta de acceso a la educación (población analfabeta de 15 años o más y población sin primaria completa de 15 años o más,
- Residencia en viviendas inadecuadas (sin disponibilidad de agua entubada, sin drenaje ni servicio sanitario exclusivo, con piso de tierra, sin disponibilidad de energía eléctrica y con algún nivel de hacinamiento),
- Percepción de ingresos monetarios insuficientes (ingresos de hasta 2 salarios mínimos) y
- Residir en localidades pequeñas con menos de 5 mil habitantes.

En cuanto a las cifras de población en Naopa encontramos la siguiente tabla:

Porcentaje de población de 15 años o más analfabeta.	17.39
Porcentaje de población de 15 años o más sin primaria completa	50.60

En relación con las viviendas, contamos con los datos más relevantes relativos a los servicios con los que cuentan las viviendas en Naopa, de esta manera, tenemos el siguiente desglose:

Tabla 4.71. Marginación presente en la localidad perteneciente al SAR

Descripción	Porcentaje
Porcentaje de viviendas particulares sin drenaje ni excusado.	2.04
Porcentaje de viviendas particulares sin energía eléctrica.	7.14
Porcentaje de viviendas particulares sin agua entubada en el ámbito de la vivienda.	4.08
Porcentaje de viviendas particulares con algún nivel de hacinamiento.	47.96
Porcentaje de viviendas particulares con piso de tierra.	22.45
Porcentaje de viviendas particulares sin refrigerador.	97.96

Así, podemos observar que la mayor carencia presentada en las viviendas es la del refrigerador, extrapolando la información podemos notar que de un total de 104 viviendas habitadas es decir solo 2 viviendas cuentan con refrigerador.

Con base en estas variables se indica el índice de marginación, definido como una medida-resumen que permite diferenciar las distintas unidades geográficas del país según el impacto global de las carencias que padece la población.

El índice de marginación encontrado en Naopa es de -0.242885 indicando un alto grado de marginación.

Las cifras de población, vivienda e índice de marginación son estimaciones del CONAPO en base al II Conteo de Población y Vivienda 2005.

4.4 PAISAJE

La visibilidad.

La visibilidad se verá afectada durante las actividades de preparación y construcción del proyecto, por el desprendimiento de partículas, sin embargo, se regará agua en las áreas de trabajo, tratando de atrapar el mayor número de partículas de polvo, también cabe aclarar que esta afectación será solo temporal.

Una vez que se haya concluido el proyecto de modernización del camino la visibilidad en la zona del proyecto mejorará considerablemente, ya que el camino actual se encuentra a nivel de terracerías y en temporada de secas cada que pasa un vehículo se levanta una polvareda considerable que se instala en la vegetación cercana al proyecto y sofoca a la gente que transita a pie por el camino, la puesta en marcha del proyecto permitirá que el transito que realicen los vehículos no implique la generación de polvos al ambiente.

La calidad paisajística.

De acuerdo con la información vectorial contenida dentro de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI de INEGI (2014), los usos de suelo dentro del SAR corresponden a Ecológica-Florística-Fisonómica y Agrícola-Pecuaria-Forestal. Dentro de esta primera sólo se distribuye el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) tanto en estado sucesional primario

como secundario. El proyecto se distribuye en vegetación Bosque Mesófilo de Montaña, y zonas agrícolas-Pecuarias por lo tanto la calidad del paisaje del sitio en que se va a ubicar el proyecto presenta las características de este tipo de vegetación en que se distribuye con la afectación o alteración que representa el hecho de que actualmente existe en el sitio un camino a nivel de terracerías. Por lo que se estima que la puesta en marcha del proyecto no va a alterar la calidad del paisaje más bien se puede considerar que la calidad del paisaje en el sitio del proyecto y áreas próximas va a mejorar considerablemente ya que el desarrollo del proyecto implica actividades de reforestación en las orillas del camino con especies nativas de la zona, lo que mejorará la calidad del paisaje en la zona además de servir como barrera natural entre el camino y los predios adyacentes.

Cabe hacer mención que durante la trayectoria del camino cruzan escorrentías, sin embargo, el desarrollo del proyecto no implica alteración en los causes de las mismas, ya que el cruce será librado a través de obras de drenaje menor (losas y tubos de concretos), por lo que no se pretende en ningún momento alterar la calidad del paisaje.

La fragilidad.

La capacidad del sitio para absorber el desarrollo del proyecto es alta, debido a que el sitio actualmente cuenta con un camino a nivel de terracerías, por lo que la modernización del camino es absorbible por el sitio ya que se desarrollará en su mayoría en el camino existe solo saliéndose del camino para mejorar curvas y afinar pendientes.

Una vez puesto en marcha el proyecto, el sitio en que se desarrollará contara con condiciones de camino que actualmente tiene y mejorará en cuanto a la seguridad para transitar por el camino tanto a pie como en vehículos.

Otra variable importante a considerar es la frecuencia de la presencia humana.

La frecuencia humana en el sitio del proyecto ya es alta debido a que se trata de un camino que es utilizado para acceso las localidades Naopa Tlatzintla, de Municipio de Molango.

Actualmente en el sitio del proyecto existe un camino de terracería por lo que la presencia humana es constante, existen consideraciones a tomar en cuenta, como que cuando hay temporada de lluvias el tránsito vehicular en el camino es muy difícil ya sea por atascamientos o por el simple riesgo de derrape debido a las pendientes y lo lodoso del camino, además de que el tránsito a pie también presenta sus complicaciones por lo que la gente que transita a pie se ve en la necesidad de abrir veredas que les permitan trasladarse, esta situación implica la presencia humana en áreas de vegetación que deberían ser conservadas.

La puesta en marcha del proyecto implica la existencia de un camino en condiciones de transitabilidad cómoda y segura tanto a pie como en vehículos, situación que atraerá la presencia humana al camino y reducirá la misma en áreas verdes.

El inventario del paisaje se complementa con la inclusión de las singularidades paisajísticas o elementos sobresalientes de carácter natural o artificial. Por último,

se suelen incluir en el inventario del paisaje los elementos que contienen recursos de carácter científico, cultural e histórico.

La afectación al paisaje será por el derribo de árboles, los cortes y el retiro vegetal. En la zona, el paisaje ya presenta algunos problemas de modificación, ya sea por fenómenos naturales o por actividades humanas, por lo que si bien, la afectación va a ser evidente, se llevaran a cabo programas de reubicación de especies vegetales y la reforestación sobre el derecho de vía existente o en sitios degradados con especies nativas de la zona.

Antes de iniciar las actividades de preparación del sitio, se llevará a cabo el ahuyentamiento de fauna, esto para que en caso de que se encuentre organismos en el lugar, se desplace a las áreas que no serán ocupadas para el desarrollo del proyecto.

Los impactos negativos que se generen al paisaje serán absorbidos por el medio a mediano plazo, ya que la recuperación será poco a poco.

4.5 DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Con el propósito de realizar un diagnóstico ambiental, primeramente, se presenta una descripción general que guarda el sitio en que se va a desarrollar el proyecto:

Uso de suelo y vegetación:

Como ya se mencionó en apartados anteriores, el proyecto se ubica de acuerdo con la información vectorial contenida dentro de la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI de INEGI (2014), en un uso de suelo de a Ecológica-Florística-Fisonómica y Agrícola-Pecuaria-Forestal. Dentro de esta primera sólo se distribuye el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) tanto en estado sucesional primario como secundario.

En el SAR para Bosque Mesófilo de Montaña se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: arbóreo (11 spp.), arbustivo (43 spp.), herbáceo (28 spp.) y epífito-trepador (15 spp.). Dentro de esta comunidad forestal se observó que el estrato arbustivo presentaba una gran cantidad de individuos, siendo un indicador de que esta comunidad se encuentra en un estado sucesional primario y secundario, tal como se indica en apartados anteriores. Dentro del estrato arbóreo se registraron individuos con alturas máximas de hasta 19.80 m de altura y DN de alcanzaron los 58.25 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 11.03 m y para el DN fue de 23.68 cm.

En el AP también se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: arbóreo (15 spp.), arbustivo (37 spp.), herbáceo (26 spp.) y epífito-trepador (18 spp.). Dentro de esta comunidad forestal se observó que el estrato arbustivo presentaba una gran cantidad de individuos, siendo un indicador de que esta comunidad se encuentra en un estado sucesional secundario relicto de la vegetación proveniente de la BMM original, tal como se indica en apartados anteriores.

Dentro del estrato arbóreo se registraron individuos con alturas máximas de hasta 20.00 m de altura y DN de alcanzaron los 66.85 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 8.32 m y para el DN fue de 21.28 cm.

En general el área de estudio presenta un grado medio de perturbación en Bosque Mesófilo de Montaña, sin embargo en las partes cercanas al paso de vehículo se ve una extracción significativa de leña que de continuar esta tendencia, la deforestación y desertificación avanzarán irremediablemente. Esto puede ser manejado con un programa de manejo forestal, de aplicarse, se podría recuperar y este tipo de vegetación tendría las condiciones óptimas. El sitio en estudio no presenta grado de aislamiento alguno, ya que como se mencionó anteriormente, los habitantes lo frecuentan para extraer la leña seca que se encuentra en él, además de que se trata de un camino que actualmente es utilizado por los habitantes de diferentes localidades.

De acuerdo con la información resumida en el presente apartado a continuación de enuncian los aspectos ambientales en los que se considera el desarrollo del proyecto puede incidir en algún momento, considerando las condiciones actuales y las modificaciones esperadas:

Aire

Actualmente en el sitio del proyecto existe el camino a nivel de terracería, lo que implica la adición de polvos a la atmosfera, además de implicar una mayor generación de gases producto de la combustión debido al esfuerzo realizado por los vehículos (por las condiciones del camino) y debido a la muy reducida velocidad con la que se transita el camino actual.

Con el desarrollo del proyecto se estima que la generación de polvos se reducirá significativamente, ya que el camino se encontrará pavimentado. En lo que se refiere a la generación de gases producto de la combustión de los vehículos, esta también se verá disminuida ya que los vehículos podrán transitar con menor desgaste y a una velocidad mayor, lo que reducirá la generación de gases.

Por lo que se refiere a la etapa de construcción (modernización) del camino, la calidad del aire no se verá alterada por las actividades del proyecto, ya que la remoción de tierras y las emisiones a la atmósfera, serán controlados y las fugitivas son fácilmente absorbidas por el medio ya que es una zona netamente rural. Con respecto a las actividades involucradas en el proyecto, se prevé que la maquinaria a emplear presente condiciones de afinación de motor y partes asociadas adecuadas, para evitar que durante su utilización se rebasen los límites máximos permisibles de contaminantes emitidos a la atmósfera.

Agua

A la altura los cadenamientos km 0+260.00, km 0+680.00, km 0+958.30, km 1+260.00, km 1+600.00, km 1+880.30, km 2+160.00, km 2+324.50, km 2+428.44, km 2+740.00, km 3+000.00, km 3+387.45, km 3+700.00, km 3+980.00, km 4+214.74, km 4+530.18, km 5+100.00, km 5+200.00, km 5+580.00, km 5+900.00, km 6+236.59, km 6+440.00 y km 6+630.00 del proyecto, se encuentran escorrentías que serán interceptadas, sin embargo el desarrollo del proyecto no implica interacción alguna, sin embargo se llevaran a cabo la construcción de la obras de drenaje de drenaje menor para mantener la dinámica hidrológica. Sin bien en ningún momento se estima que haya algún tipo de interacción con los causes, se considera importante mencionar que durante el desarrollo de las actividades de construcción pudiera ocurrir el derrame de residuos peligrosos a estos, por lo que se

hace especial énfasis en que el manejo de este tipo de residuos se realice de forma segura, considerando las siguientes recomendaciones:

- Que los contenedores de aceites usados o residuos líquidos sean de tipo cerrado contando únicamente para su disposición con un tapón roscado que impida derrames.
- Que el movimiento y almacenamiento de residuos sólidos sea en almacenamiento hermético, ya sea en tambos con arillo y debidamente cerrados, o en bolsas de polietilenos cerradas herméticamente, para evitar cualquier tipo de contaminación en caso de accidente.

Por lo que se refiere a aguas subterráneas, el desarrollo del proyecto si representa una afectación debido a que al pavimentar se reduce la superficie de recarga de los mantos acuíferos de la zona, sin embargo, el proyecto contempla obras de drenaje que permitan que el agua llegue a terreno natural en el cual se pueda filtrar el agua de lluvia.

Suelo

La susceptibilidad de un suelo a erosionarse depende del tipo de agente erosivo (pluvial o eólico), y de las características intrínsecas (tamaño, diámetro, forma, porosidad, compactación, humedad, tipo y abundancia de vegetación, etc.) del suelo en sí. En la zona del proyecto, la cubierta vegetal y los lomeríos amortiguan la acción del viento, por lo que la erosión producida por este agente es muy baja. La acción pluvial es la que parece tener mayor impacto sobre la erosión del suelo.

No se considera que la realización del proyecto incremente el índice de erosión de los sitios colindantes ya que no modifica patrones de escurrimiento actuales, además se considera un programa de reforestación que contribuirá a reducir los problemas de erosión en los predios colindantes al proyecto. En la zona del proyecto, se prevén cambios, sin embargo, se darán de manera localizada en las zonas donde se removerá cobertura vegetal para la realización del proyecto.

Vegetación

Actualmente la pérdida de vegetación se ha atribuido a las actividades agrícolas, a fenómenos naturales, como son las lluvias fuertes que se llegan a presentar temporalmente, lo que también ha ocasionado la erosión del suelo. Como se ha mencionado anteriormente, en algunas partes el camino no cuenta con el ancho requerido por el proyecto, por lo que será necesario realizar cortes en superficies que cuentan con cobertura vegetal, para la modernización del proyecto existirá una remoción de cobertura vegetal en 8.08 ha.

Paisaje

La calidad del paisaje en el municipio se ha visto alterada con las actividades agrícolas, de ganado y la extracción de leña. El presente proyecto se refiere a la modernización de un camino existente, sin embargo, al no contar con el ancho requerido, se afectará la cobertura vegetal presente, por lo que, al concluirse esta obra, se llevaran a cabo actividades de reforestación en las orillas del camino con especies nativa. De esta forma se pretende compensar un poco al paisaje de la zona.

Geología y Morfología

No se ocasionará desestabilización de terrenos en la zona donde se pretende realizar el proyecto ni en las zonas del derecho de vía del proyecto. Sin embargo, existen indicios de

inestabilidad en varias zonas, sobre todo provocados por la acción de la lluvia, que reblandece los suelos poco consolidados.

CAPITULO 5

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 177
5.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. 177
5.1.3 Estimaciones cualitativas y cuantitativas de los cambios generados en el sistema ambiental regional. 190
5.2 CRITERIOS Y TÉCNICAS PARA EVALUAR IMPACTOS AMBIENTALES. 192
5.2.1 Identificación de impactos 196
5.2.2 Selección y descripción de los impactos significativos. 198
5.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES. 222
5.3.1 Valoración jerárquica de los impactos. 222
5.3.2. Selección y descripción de los impactos significativos. 229
5.3.3. Indicadores de impacto. 235
5.3.4. Ponderación de los impactos ambientales 238

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Los proyectos viales han sido considerados como obras que representan un beneficio social y económico para la sociedad y mejoran la calidad de vida de los habitantes de las regiones cercanas a estas vialidades; por lo tanto, se constituyen como un elemento importante de desarrollo. Sin embargo, la apertura de carreteras o infraestructura vial puede causar efectos negativos sobre el ambiente, cuya identificación y evaluación oportuna es importante para diseñar estrategias que eviten, mitiguen y compensen los impactos generados. Entre los efectos ecológicos más significativos de los proyectos carreteros pueden citarse la fragmentación de ecosistemas, dispersión de especies exóticas y disminución de las poblaciones de especies de flora y fauna nativas (Arroyave et al. 2006). Cabe señalar que la Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo traerá beneficios importantes a para las localidades del SAR y del municipio de Molango de Escamilla.

El área de estudio pertenece a la región Sierra Alta del estado de Hidalgo, esta zona se caracteriza por las sus actividades agrícolas. Uno de los principales impactos acumulativo y residual que se presenta en el sistema ambiental regional, es la pérdida de suelo por el proceso hídrico y eólico erosivo, debido a que cada vez va en aumento la cantidad de superficies desmontadas para cambiar el uso de suelo, en muchos casos forestal, a terrenos agrícolas y agropecuarios, ya que estas son las actividades que predominan en el Sistema Ambiental Regional delimitado.

5.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS AFECTACIONES A LA ESTRUCTURA Y FUNCIONES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

Las fuentes de cambio de provocados por la obra y que afectan al Sistema Ambiental Regional se presentan en la lista de cotejo correspondientes a las actividades del proyecto Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo. Las perturbaciones de estas fuentes de cambio se analizan en las matrices de identificación, así como los procesos a través de los cuales ocurren las modificaciones del Sistema Ambiental Regional, a partir de las acciones del proyecto, con la secuencia de los impactos analizados en la red de los eventos. Las etapas y actividades del listado de chequeo que a continuación se presentan.

Etapa de preparación del sitio del proyecto

Esta etapa tiene como finalidad iniciar las actividades de preparación del terreno, con la finalidad de realizar el análisis respectivo del factor ambiental sobre el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

- Delimitación del derecho de vía
- Indemnización a los propietarios afectados
- Desmonte
- Despalme
- Movimientos de materiales
- Nivelación y rellenos
- Compactación
- Trabajo y presencia humana en campo

- Corte de lomeríos

Tabla 5.1. Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto

ACTIVIDAD	*FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS*	*IMPACTO*
Delimitación del derecho de vía	Vegetación	Afectación a la vegetación de manera puntual y desplazamiento esporádico de la fauna silvestre.
	Uso de suelo	Cambio de uso de suelo de las actividades agropecuarias, y zonas de agricultura temporal para ser dedicadas únicamente a la comunicación y transporte.
Indemnización a los propietarios afectados	Calidad de vida	Aceptación social que evita posibles problemas a corto plazo
Desmonte	Vegetación	Eliminación a lo largo del trazo donde sea necesario remover la vegetación, siendo un efecto negativo.
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre.
	Paisaje	Modificación del paisaje
Despalme	Calidad de vida	Generación de empleos
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Suelo	Erosión del suelo y perdida de horizontes
		Remoción de la capa fértil
	Aire	Contaminación del aire por partículas suspendidas y empleo de maquinaria
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna
	Paisaje	Alteración por los movimientos de las capas edáficas con equipo pesado y camiones de carga en los lomeríos y ruptura de la continuidad vegetal.
Corte de lomeríos	Calidad de vida	Generación de empleos
		Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
	Geomorfología	Modificación del relieve original, siendo más acentuada en lomeríos
	Vegetación	Eliminación de la cobertura vegetal en el margen del corte, acentuando fragmentación de las comunidades vegetales.
	Suelos	Remoción de los suelos en la trayectoria y áreas aledañas
	Paisaje	Modificación permanente e irreversible del relieve, dando como producto un talud muy inestable, que pudiera producir movimientos y caída de materiales geológicos en los lomeríos.
	Aire	Presencia de partículas suspendidas por el acarreo de materiales.
	Seguridad en el trabajo	Riesgo de accidentes por a los trabajadores, en virtud del uso de maquinaria equipo pesado o falta de capación en el trabajo.
Movimientos de materiales	Suelo	Eliminación de suelo
	Aire	Presencia de partículas sólidas por acarreo de materiales
	Acústica	Generación de ruido por los camiones de transporte
	Generación de empleos	Uso de servicio locales de transporte de carga
Nivelación y rellenos	Calidad del aire	Contaminación del aire con partículas minerales, por el movimiento de tierras
		Contaminación del aire por la generación de gases de combustión interna.
	Seguridad en el trabajo	Riesgo de accidentes para los trabajadores, por el uso de maquinaria y equipo pesado falta de capacitaciones en el trabajo.
	Paisaje	Modificación total de la geoforma de los lomeríos los cuales serán transformas de manera permanente e irreversible.

ACTIVIDAD	*FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS*	*IMPACTO*
Compactación	Hidrología	Modificación y/o afectación del comportamiento actual de la hidrología superficial de manera permanente e irreversible
		Contaminación de la caída del agua por caída de materiales debido a movimientos de tierra por terraplenes.
	Calidad de vida	Generación de empleos para diferentes tipos de población trabajadora.
	Aire	Generación de polvos
	Fauna	Ahuyentamiento y desplazamiento de la fauna por el ruido
	Calidad de vida	Generación de empleos de mano de obra poco especializada
	Acústica	Generación de ruido por la maquinaria empelada
	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica, tanto superficial como subterránea.
Trabajo y presencia humana en campo	Suelo	Fecalismo al aire libre
		Contaminación del aire por actividades inherentes a la presencia humana
	Calidad del aire	Contaminación del suelo, por el uso de diferentes sustancias químicas y la generación de residuos domésticos y de tipo industrial.
		Contaminación del aire provocado por los motores de plantas generadoras.

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO.

En esta etapa se tiene como finalidad integrar la modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000 sobre el terreno previamente preparado para soportar dicha infraestructura, donde se vuelve a reiterar que el mayor impacto ya se ha presentado por que el proyecto se realizará sobre un camino rural de terracería con un ancho que cumple la normatividad requerida, sin embargo es importante aclarar que será necesario la introducción y adecuación de algunas modificaciones a este trayecto para lograr la calidad y seguridad de esta vialidad, favoreciendo la demanda de un incremento vehicular así como un tráfico seguro y de mayor fluidez, principalmente de la localidad Naopa-Tlatzontla, así como otros circunvecinos del municipio de Molango de Escamilla, asegurando la protección a los usuarios y beneficiados directamente. Las actividades para esta etapa del proyecto se indican en la siguiente relación, y posteriormente se hace el análisis respectivo del factor en el cual inciden sus efectos y los impactos ambientales producidos.

- Obras de drenaje y subdrenaje
- Colocación de base y subbase
- Construcción de Terraplenes
- Estabilidad de taludes
- Operación de maquinaria y equipo
- Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patíos de servicio
- Colocación de carpeta asfáltica, incluye riesgos de liga y sello
- Manejo y disposición de residuos de obra

- Explotación de bancos de material
- Acarreos de material
- Señalamientos
- Áreas verdes.

Tabla 5.2. Listado de la preparación del sitio del proyecto

ACTIVIDAD	*FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS*	*IMPACTO*
Obras de drenaje y subdrenaje	Suelo	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, existe una exposición de la superficie del suelo y horizontes
	Geomorfología	Socavación de las bases de las obras
	Hidrología	Contaminación temporal de aguas superficiales, se presenta modificaciones del patrón de escurrimiento superficial y del gasto hidrológico
	Calidad de vida	Generación de empleos
Colocación de base y subbase.	Hidrología	Alteración de la dinámica hidrológica tanto superficial como subterránea. Contaminación de los acuíferos por partículas sólidas y otros residuos contaminantes.
	Suelo	Erosión y cambio de las características del suelo, con riesgos potenciales de contaminación.
	Generación de empleo	Uso de mano de obra local y poco calificada.
Construcción de Terraplenes.	Hidrología	Modificación temporal de la calidad del agua por caída accidental de materiales particulados finos en los cauces. Generación del efecto dique en las cañadas y posibilidades de inundación aguas arriba de la carretera
	Suelo	Erosión gravitacional, eólica e hídrica por desaparición de la cubierta vegetal. Modificación de la calidad del suelo, por contaminación con residuos sólidos, material de construcción y residuos.
	Calidad de vida.	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
Estabilidad de Taludes	Vegetación	Eliminación de la vegetación adyacente al corte
	Geomorfología	Alteración de las geoformas de las laderas, otorgando mayor estabilidad a materiales geológicos.
	Calidad de vida	Generación de empleos temporales a mano de obra calificada y no calificada.
Explotación de bancos de material	Calidad del aire	Emisión de gases de combustión por equipo pesado, maquinaria y vehículos de carga. Afectación de la zona de influencia por la deposición de polvo, que tendrá una afectación local.
	Geomorfología y paisaje	Modificación al paisaje geomorfológico, generando un socavón en el sitio del banco de extracción de materiales. Cabe destacar que este impacto se produce fuera de la trayectoria del proyecto y que debe ser sancionado por las Autoridades Locales.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
Acarreos de material	Calidad del aire	Contaminación por ruido. Generación de polvos. Contaminación atmosférica por los gases de combustión.
	Calidad de vida	Generación de empleos locales, por la contratación de vehículos de carga y operarios.
Operación de maquinaria y equipo	Calidad del aire	Contaminación por ruido durante la operación de los equipos y maquinaria pesada. Generación de polvos por el movimiento de materiales de construcción.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio		Contaminación atmosférica, por la generación de gases de combustión durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Suelo	Contaminación del suelo y subsuelo por derrames ocasionales de combustibles, aditivos y lubricantes.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada.
	Seguridad	Riesgo de accidentes durante la operación de los equipos y maquinaria pesada.
	Calidad del agua	Afectación de los atributos del agua, por derrames accidentales de sustancias contaminantes en el drenaje, (aceites, aditivos y lubricantes) utilizadas para el equipo y maquinaria pesada.
	Calidad del aire	Generación de polvos. Contaminación por ruido
	Suelo	Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames incidentales sustancias químicas para el equipo utilizado.
	Geomorfología y paisaje	Alteración y modificación temporal del paisaje.
	Seguridad	Riesgos de accidentes para la población trabajadora.
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada de la región.
	Calidad del aire	Generación de polvos y gases de combustión. Contaminación por ruido.
	Hidrología superficial	Formación de una barrera física que obstaculiza el drenaje superficial que puede provocar encharcamientos y la posibilidad de accidentes y procesos erosivos
	Calidad de vida	Generación de empleos temporales de mano de obra calificada y no calificada de la región
	Fauna	Producción del efecto barrera que impide el libre tránsito de la fauna, sobre todo la de lento desplazamiento.
Manejo y disposición de residuos de obra	Suelo	Contaminación del suelo y subsuelo por la presencia de sustancias contaminantes, asociados a un mal manejo y derrames ocasionales
	Paisaje	La presencia de residuos sólidos, aunado a un manejo inadecuado, provoca un deterioro local y temporal de la estética del paisaje
Señalamientos	Paisaje	La presencia de señalamientos provoca una alteración visual del paisaje, sin embargo, por otro lado favorece la seguridad de la Carretera y da cumplimiento con la Normatividad de la SCT.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra no calificada.
Áreas verdes	Vegetación	Integración de especies para incrementar su densidad.
	Paisaje	Embellecimiento de la zona
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra no calificada

ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL PROYECTO

Dentro de las actividades de operación y mantenimiento resaltan la revisión y valoración, de manera periódica, de las condiciones mecánicas de las terracerías, condiciones de la carpeta asfáltica y obras de drenaje, con lo cual se prolonga la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistas las actividades tentativas de esta etapa.

- Tránsito vehicular.
- Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).
- Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.

Tabla 5.3. Listado de cotejo de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

ACTIVIDAD	*FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS*	*IMPACTO*
Tránsito vehicular	Calidad del aire	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos que circulen por la carretera
	Suelo y agua	
	Fauna	
	Seguridad durante el transporte	Emisión constante de ruido por el tráfico vehicular
	Asentamientos irregulares	Contaminación del suelo y agua, por derrames ocasionales de aditivos, aceites lubricantes, gasolina que son transportados por el agua pluvial hacia los escurrimientos superficiales o al suelo.
	Desarrollo urbano	Atropellamiento de la fauna silvestre terrestre. Riesgo de accidentes por la circulación de los vehículos e imprudencia de conductores, sobre todo en los cruces con carretera existente. Crecimiento urbano irregular a la orilla del camino Incremento en la demanda de bienes y servicios.
Mantenimiento (Limpieza, bacheo y señalización).	Suelo	Es benéfica la recolección y disposición de los residuos de asfalto y otros materiales, escombro y residuos sólidos, derivados del uso de la carretera y mantenimiento.
	Calidad de aire	
	Seguridad	
	Calidad de vida	Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames ocasionales de sustancias como pintura y aceites.
Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	Suelo	Dispersión de partículas fugitivas a la atmósfera.
	Calidad del aire	Generación de ruidos y emisión de sustancias a la atmósfera.
	Vialidades utilizadas	Caída de residuos en la superficie de las vialidades.
	Accesos inmediatos de entrada y salida	Accidentes viales potenciales por la presencia de residuos de gran tamaño o que puedan obstaculizar la visibilidad.

Con esta primera aproximación de las modificaciones potenciales a los elementos del Sistema Ambiental Regional, se pueden establecer los impactos primarios, secundarios y terciarios más relevantes, así como la temporalidad y espacialidad del efecto. En ese sentido se presentan el siguiente cuadro con los principales efectos negativos, así como los principales componentes ambientales afectados.

Tabla 5.4. Principales impactos y factores ambientales afectados

PRESION O CAUSA DE MODIFICACION	*ESPECIALIAD Y TEMPORALIDAD*	*EFECTOS*		
		PRIMARIOS	*SECUNDARIOS*	*TERCIARIOS*
Despalme del suelo	Local y permanente	Remoción de los horizontes edáficos	Pérdida del suelo y horizontes fértiles	Carencia de un sustrato para restablecer a organismos vegetales.
		Paisaje	Modificación del paisaje.	Alteración del paisaje geomorfológico y

PRESION O CAUSA DE MODIFICACION	ESPECIALIAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS PRIMARIOS	EFECTOS SECUNDARIOS	EFECTOS TERCIARIOS
				del patrón de la escorrentía superficial.
	Local y temporal	Calidad del aire	Contaminación del aire por la generación de ruido y gases de combustión.	Ahuyentamiento permanente e intermitente de la fauna.
Excavación y nivelación	Local y permanente	Paisaje	Modificación del paisaje en la nueva trayectoria del proyecto	Conformación de un paisaje más artificial y nueva dinámica hidrológica.
		Suelo	Eliminación de las capas superficiales del suelo.	Se produce la imposibilidad del retorno de la vegetación e infiltración del agua.
	Local y temporal	Calidad del aire	Generación de ruido y contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el uso de maquinaria y equipo pesado.	Ahuyentamiento temporal de la fauna.
Incorporación de los terraplenes.	Puntual e intermitente.	Hidrología	Modificación de la dinámica hidrológica superficial, principalmente sobre los cauces perennes y los intermitentes que se forman en época de lluvia.	Posibles inundaciones y desbordamientos temporales.
		Paisaje	Modificación del paisaje por la colocación de estructuras y terraplenes que servirán para el cruce del proyecto.	Afectación sobre la vialidad correspondiente al camino actual, modificando el tráfico vehicular.
Pavimentación y operación del proyecto	Regional y permanente.	Conformación de una barrera física de la fauna	Atropellamiento de organismos de la fauna (en su mayoría pequeños mamíferos y reptiles)	Disminución de las poblaciones faunísticas y desplazamiento hacia las partes más altas de los lomeríos. Durante el arrastre de los troncos, se acentúa la escorrentía superficial y mayor poder erosivo.
Desmonte de la cobertura vegetal.	Local y permanente.	Perdida de la cobertura vegetal, extracción de	Erosión del suelo.	Durante el arrastre de los troncos, se acentúa la escorrentía

PRESION O CAUSA DE MODIFICACION	ESPECIALIAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS PRIMARIOS	EFECTOS SECUNDARIOS	EFECTOS TERCIARIOS
		raíces y arrastre de troncos.		superficial y mayor poder erosivo. Aumento en una emisión local de aeropartículas. Ingreso a corrientes superficiales, provocando un incremento local los sólidos suspendidos.
Cortes	Puntual y permanente.	Paisaje geomorfológico.	Movimiento de rocas superficiales.	Inestabilidad de taludes y caída de materiales sueltos o fragmentados.
			Modificación de los lomeríos.	Inestabilidad de los cuerpos sobrantes de esta geoforma, en ambos márgenes del derecho de vía
			Inestabilidad de los taludes	Movimientos y caídas de materiales y fragmentos de roca en el cuerpo del proyecto, cuneta y en la ladera baja.
		Suelo.	Eliminación de las capas superficiales del suelo.	Carencia de un sustrato fértil para la reincorporación de la vegetación.
	Puntual y temporal.	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de combustión interna, por el uso de maquinaria y equipo pesado.	Ahuyentamiento temporal de la fauna
Aprovechamiento de Bancos de material.	Local y permanente.	Paisaje.	Modificación del paisaje en toda la superficie del banco.	Conformación de un paisaje estéril modificado en todos sus atributos
	Local y temporal	Calidad de aire.	Contaminación del aire con partículas y gases de vehículos y maquinaria pesada	Depositación de partículas sólidas en los predios adyacentes.

En el presente estudio de impacto ambiental se adoptan a partir de la discusión del Listado de Chequeo, los siguientes factores del medio natural y socioeconómico para conformar las matrices de identificación o de interacción, de impactos, así como su evaluación:

Tabla 5.5. Factores y atributos del medio físico, biótico y socioeconómico, para la construcción de la matriz de interacción de impactos

MEDIO	*FACTOR AMBIENTAL*	*ATRIBUTOS AMBIENTALES*
Físico	Geomorfología	1. Movimientos de materiales.
		2. Relieve.
	Geología.	3. Tipo de material.
		4. Inestabilidad
	Suelo.	5 Contaminación
		6. Erodabilidad.
	Aire.	7. Composición gaseosa.
		8. Aeropartículas minerales.
		9. Acústica.
	Hidrología	10. Infiltración.
		11. Dinámica hidrológica.
		12. Calidad del agua.
Biótico.	Vegetación.	13. Diversidad de la vegetación.
		14. Abundancia de la vegetación.
	Fauna.	15. Diversidad de la fauna.
		16. Abundancia de la fauna.
Paisaje.	Fondo escénico y estético.	17. Calidad visual.
		18. Fragilidad.
	Uso del suelo.	19. Tenencia de la tierra.
		20. Uso potencial del suelo.
	Elementos Urbanos.	21. Vialidad y transporte.
		22. Asentamientos humanos.
Socioeconómico.	Salud y Seguridad social.	23. Seguridad en el trabajo.
		24. Calidad de vida.
		25. Generación de empleo.
		26. Medios de comunicación.
	Económicos.	27. Consumo de bienes y servicios locales.
		28.Actividades Agrícolas, Forestales y Urbanas

5.1.2.1. Red de eventos

Se presenta la red de eventos donde se introduce el concepto causa- condición-efecto, que permite la identificación de impactos acumulativos que suceden a lo largo del tiempo. La causa son las distintas actividades de la que se generaran por la Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, que actúa particularmente sobre un atributo ambiental y el efecto producido que se entiende como el impacto generado a lo largo del tiempo, que se encadena a otros efectos secundarios y terciarios. Esta red de eventos se construye a partir de las actividades y factores ambientales de la lista de chequeo y matriz de interacción, seleccionando y resaltando los aspectos más importantes. La descripción y análisis se presenta por factor ambiental y se discute su interrelación con las actividades del proyecto por factor analizado.

5.1.2.1.1 Descripción de la red de eventos para la construcción del Proyecto

La justificante para el proyecto, localizado en el municipio de Molango de Escamilla, dentro del territorio del Estado de Hidalgo, se basa en la necesidad de mejorar la comunicación entre la zona, que ofrezca una alternativa más segura y de mejor calidad dentro de la zona urbana y agrícola donde se presenta el proyecto principalmente para los pobladores de Naopa y Tlatzintla, así como otros circunvecinos, favoreciendo las diferente localidades aledañas, que además de dar solución a la comunicación terrestre, evite la existencia zonas

inseguras, albergue la concentración de nuevos vehículos, que se habrán de incorporar en el futuro, tomando en cuenta el crecimiento constante del parque vehicular, así como el comercio regional de la zona por la actividad agrícola.

Al considerar el crecimiento del parque vehicular, el movimiento entre personas de las diferentes localidades que conforman los municipios antes mencionados, sino todos los que integran de manera normal el sistema de ciudades, será necesario contar con más y mejores vías de comunicación que movilicen a las materias primas, productos y personas. Dentro de la planeación y gestión de gobierno Estatal se contempla la integración de proyectos de esta índole, donde en este apartado se procederá a la descripción de los impactos ambientales generados por el proyecto mediante la técnica de red de eventos.

5.1.2.1.1.1. Descripción de la red por factor ambiental

Bióticos

La zona que atraviesa el proyecto se localiza en ecosistemas con clima Semicálido húmedo (A)C(fm); y sierras altas y bajas, de acuerdo con la Carta de Uso de Suelo y Vegetación serie VI de INEGI (2014), los usos de suelo dentro del SAR corresponden a Ecológica-Florística-Fisonómica y Agrícola-Pecuaria-Forestal. Dentro de esta primera sólo se distribuye el Bosque Mesófilo de Montaña (BMM) en un estado sucesional primario como secundario. En estos ecosistemas las especies que conforman el estrato arbóreo son pino ocote (*Pinus oocarpa*), el encino quebracha (*Quercus crassifolia*) y el drago (*Croton draco*). La dinámica socioeconómica y demográfica regional influyen en la transformación del medio físico, las condiciones ecológicas y en la integridad del medio biótico. Esto deriva en cambios de uso de suelo a lo largo del trazo por zonas agrícolas abiertas destinadas para el cultivo, así como la práctica de la ganadería. Un aspecto también importante, desde la perspectiva de la producción agrícola, es la tendencia de crecimiento de los asentamientos humanos sobre las tierras de cultivo, que en el contexto regional deben considerarse como un recurso escaso. Prácticamente ya no existe una frontera agrícola en la región, que en términos de producción alimentaria y bajo las condiciones tecnológicas actuales ha alcanzado el límite de la capacidad de carga y comienza a atravesar el umbral del deterioro ecológico. Como consecuencia se registran, a lo largo de la zona del proyecto, cambios permanentes de uso del suelo, debido al desmonte, erosión, entre otros tipos de aprovechamiento del territorio.

El principal tipo de vegetación dentro del SAR, con base en el trabajo de campo y como antecedente la cartografía serie V del INEGI es Bosque Mesófilo de Montaña con vegetación primaria y secundaria, zonas agrícolas con pastizal inducido y agricultura de temporal. La delimitación de una región con base en la cubierta vegetal y el clima, no siempre es fácil y clara, ya que los límites de distribución geográfica y altitudinal de las especies son distintos. Del mismo modo el aspecto faunístico del Estado de Hidalgo es poco conocido, existen pocas referencias de estudios particulares de vertebrados terrestres (anfibios, reptiles, aves y mamíferos); sin embargo, se cuenta con trabajos generales en los que se reportan especies típicas de la entidad, así como el trabajo de campo realizado.

En la integración del proyecto será necesario derribar organismos arbóreos en una superficie de 8.082 ha, principalmente elementos empleados como cerco vegetal en algunos tramos de trazo del proyecto y en las rectificaciones del camino existente. En consecuencia, a la eliminación de la vegetación en el trazo, las especies arbóreas de serán

afectdas a lo largo del trazo serán *Bursera simaruba, Croton draco, Dendropanax arboreus Eugenia xalapensis, Gliricidia sepium, Guazuma ulmifolia, Leucaena collinsii, Liquidambar, styraciflua, Lonchocarpus rugosus, Ostrya virginiana, Pinus oocarpa, Psidium guajava,, Quercus crassifolia, Quercus laurina y Trophis mexicana*; por otro parte existarn afectaciones directas a la fauna silvestre, por lo que la fauna tendera a desplazarse hacia zonas con una cobertura vegetal que se encuentra en los lomeríos principalmente, ya que brinda una estructura servicios ecológicos mayores a las especies.

La remoción de organismos arbóreos y arbustivos estos últimos en su mayoría, en consecuencia, tendrán afectaciones directas a la fauna silvestre, como el ahuyentamiento de organismos, desaparición de madrigueras y sitios de anidación, repercutiendo en la disminución de la abundancia de la poblaciones, destacando aquellas especies de lento desplazamiento, como los reptiles; los organismos tenderán a movilizarse hacia sitios con menor perturbación, como son las partes altas de los lomeríos adyacentes con cobertura vegetal con una ligera densidad mayor y con menor presencia humana, incrementando la competencia intereintraespecífica por los recursos y el espacio. Durante la operación y mantenimiento de este proyecto carretero, el riesgo de atropellamiento de la fauna silvestre será mínima, por lo cual para reducir este impacto sería muy importante establecer una comunicación entre ambos márgenes de la carretera, aprovechando la presencia de los arroyos intermitentes y permanentes, donde se pueden incorporar obras de drenaje que a su vez pueden funcionar como pasos de fauna, protegidos con vegetación nativa para otorgar cierta protección adicional de las presas, ante los depredadores normales de las redes alimenticias existentes. Los impactos ambientales identificados serán directos, mitigables, reversibles, intermitentes y presentes a lo largo del tiempo de duración del proyecto.

Para la identificación de los impactos ambientales que el proyecto de interés generará dentro del Sistema Ambiental Regional, se realizó un análisis de la información generada y disponible hasta el momento, donde el procedimiento efectuado, se menciona a continuación:

- Verificación del diagnóstico del SAR realizado en el Capítulo IV.
- Revisión, conjunción y análisis de la información bibliográfica, cartográfica, así como de muestreos, observaciones y entrevistas en campo.
- Verificación de las actividades principales que se relacionan con la realización de la obra.
- Evaluación de los factores ambientales del SAR sobre los cuales incidirán los impactos producidos por las actividades de los proyectos.
- Elaboración del escenario ambiental con modificaciones provocadas por la inserción del proyecto.
- Evaluación de aquellos impactos que por su naturaleza, pudieran presentar acumulación y/o sinergia dentro del SAR, derivados de las afectaciones detectadas.
-

Geomorfología

El SAR se ubica en la en la Región Sierra alta del estado de Hidalgo, dentro de la provincia geográfica denominada Sierra Madre Oriental. Las provincias fisiográficas son áreas

homogéneas de la superficie terrestre, creadas por el medio, y difieren de las regiones geográficas en que éstas son más una creación del hombre que de la naturaleza.

En este sentido el estado de Hidalgo está formado por una gran variedad de paisajes naturales, cuyas características de relieve, es decir valles, montañas, ríos, etc., y condiciones de clima han permitido el desarrollo estas regiones que agrupan a sus municipios del estado. Los principales efectos sobre la Geomorfología se derivan de los cortes proyectados sobre los valles y los lomeríos suaves y medianos que se ubican a lo largo del trazo, provocando la modificando permanente del relieve y generando la inestabilidad de los taludes, que habrán de producir movimientos gravitacionales de fragmentos de roca y materiales edáficos, de manera paulatina hasta alcanzar su estabilidad, en ese sentido se debe ponderar la integración de las medidas de ingeniería y la incorporación de vegetación en los taludes, hasta promover una estabilidad estructural.

No debe olvidarse que para la construcción de los terraplenes del proyecto, serán necesarios cantidades significativas de materiales, los cuales se obtendrán a partir de material de los cortes realizados y adicionalmente y en mínimas cantidades de los bancos de préstamo y que para su explotación requerirá de los permisos y autorizaciones Estatales y Municipales, provocando impactos específicos a la geomorfología de ese sitio, así como una erosión local y la modificación drástica del hábitat, impidiendo la colonización vegetal en el sitio de explotación, al menos a mediano plazo.

Suelo

En términos generales las unidades del suelo de importancia dentro del SAR son mezclas Leptosol acompañados de otras unidades de suelos de textura media con características topográficas de lomerío a terreno con pendientes pronunciadas. Por otra parte, la morfología de los suelos está constituido por una capa de material fragmentado no consolidado y es un sistema complejo que se forma por la interacción continua y simultánea de la materia orgánica. La importancia de los suelos es que a partir de ellos se origina el clima, el tipo de vegetación y fauna características del estado. En especial el uso actual de suelo está determinado por la presencia de áreas con agricultura que incluye los terrenos que se mantienen año con año bajo cultivo, principalmente en los terrenos planos de la cuenca, sin embargo, los cultivos se empiezan a expandir hacia las zonas altas.

Durante la ejecución del proyecto el suelo será removido durante el despalme, previo a la nivelación y colocación de las diferentes capas compactadas para recibir el asfalto y/o concreto, con ello se afectará la estructura física del suelo y se creará un efecto barrera sobre los proceso ecosistémicos en la zona del trazo.

Recursos hídricos

La presión sobre los recursos hídricos se asocia a la demanda del líquido para los trabajos de conformación de los terraplenes y riego para su compactación de las diferentes capas antes de recibir el asfalto; se vuelve adicional la demanda de agua para el control de polvos. Durante la construcción del tramo carretero es probable que pudiera caer material de construcción, principalmente al lecho de los arroyos perennes, lo cual es considerado como un impacto de puntual, intermitente y temporal, de mediana frecuencia e importancia, no obstante, se deberá extremar precauciones y recuperar el material grueso que pudiera

llegar a integrarse a los causes de los escurrimientos. El escurrimiento por el interior del pavimento y lavaderos del trazo carretero encontrará un "efecto dique" que alterará la hidrodinámica natural, pero rápidamente encontrará su flujo para continuar con su infiltración y dados los procesos de evapotranspiración, se integrara a corto plazo al ciclo hidrológico.

Calidad del aire

Durante la nivelación, despalme, movimiento de tierras, extracción de materiales en el banco de préstamo, transporte de materiales, colocación de sub-base y base así como durante toda la operación de maquinaria pesada existirán emisiones a la atmósfera producto de la combustión de los automotores y el movimiento de los materiales para conformar las diferentes capas antes de colocar el asfalto. Todas estas actividades estarán asociadas a la generación de niveles de ruido que tendrán como principal zona de afectación local las áreas específicas de los distintos frentes de trabajo del proyecto. El aporte de material para las capas mencionadas se realizará a través de camiones de volteo que también generan emisiones a la atmósfera y que además pueden disgregar el material en su trayecto desde el banco de materiales hasta el frente de trabajo. Todas estas afectaciones serán temporales, intermitentes, puntuales, y cesarán al momento de conclusión del proyecto. En la etapa de operación, los vehículos que circulen sobre el trazo en construcción como los automóviles particulares y camiones de carga producirán diferentes niveles de ruido y desprenderán emisiones a la atmósfera, producto de la combustión de gasolina o diésel, no obstante, una vez al depositar los contaminantes a la atmósfera, la resiliencia del SAR los absorberá retornando a su condición original, en virtud de la intensa dinámica atmosférica que ocurre en el SAR.

Socioeconómicos

Resulta el elemento de mayor impacto positivo de gran magnitud e importancia ya que generará empleos temporales y fijos, que incidirá en una mejor economía y calidad de vida de los trabajadores. Este efecto será positivo al considerar el impacto y calidad de vida de la población, social y ambiental, en este rubro destaca la importancia de la sinergia socioeconómica y de comunicación. Otro aspecto económico beneficiado, es el ahorro de tiempo en el trayecto, gastos de combustible y del desgaste del vehículo, disminución del estrés, agilidad en el transporte de materias primas y comercialización de productos, así como la disminución de averías en los vehículos que circularán por el proyecto. El objetivo es contar con una vialidad ágil, que comunique los extremos de inicio y fin del SAR, lo cual repercute principalmente en el desarrollo económico de la región. Otros beneficios que se observarán será el pago por la indemnización de la expropiación de los terrenos para el proyecto, a los propietarios quienes podrán usar el recurso financiero para el mejoramiento de sus estilos de vida, reflejando una mejoría en la calidad de vida, de manera permanente y a largo plazo.

Todas las actividades relacionadas con la operación de la maquinaria, equipo pesado y camiones de carga demandaran la adquisición de combustible (principalmente diésel), así como la adquisición de material pétreo para las diferentes capas antes del asfalto, concreto e insumos para las plantas de asfalto. Todos estos aspectos implican un movimiento económico importante en el SAR aunque de manera temporal, en este mismo lapso de tiempo habrá beneficios económicos por la dotación de servicios: alimentos, hospedaje y

otros para los trabajadores de la constructora; el proyecto en operación mejorará las condiciones de comunicación de los Municipios involucrados.

El proyecto tendrá señalamientos y todos los componentes necesarios para que el usuario: conductor, pasajero, transportista, peatón, motociclista, maquinaría agrícola, ciclista, entre otros, pueda contar con la seguridad de su integridad física, sus mercancías, productos, insumos y sus bienes. Este grupo de modificaciones ambientales será benéfico en la región, permanente, a largo plazo, y podrán ser beneficiados tanto los usuarios locales como los usuarios esporádicos que circulen por esta vialidad.

Ingresos fiscales

La construcción de la obra obligará a las empresas responsables de la construcción y de la operación y mantenimiento, a dar cumplimiento del pago de las obligaciones fiscales, estatales y federales, efecto que será similar con los ingresos de los trabajadores temporales y permanentes. Es un impacto positivo, sinérgico, temporal, puntual y reversible.

Global

Todas las acciones de trabajo generarán empleos desencadenando una mejor calidad de vida de los trabajadores o bien solo manteniendo su actual estatus; al mismo tiempo, existen actividades que tienen la posibilidad de que ocurra un accidente relacionado con la seguridad ocupacional. Se produce un flujo económico local y temporal, pero también los equipos, maquinaria y vehículos de carga y de transporte de personal, habrían de generar emisiones a la atmósfera y la presencia humana desarrollando las diferentes actividades, representan la posibilidad de accidentes de trabajo.

El proyecto "Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, contempla la construcción e integración de señalización y medidas de prevención de accidentes, que favorece la seguridad de todos los usuarios de esta vía de comunicación. Es importante mencionar que el detallado del pavimento del trazo principalmente en la aplicación de pintura, podrán quedar restos o residuos de pintura o materiales impregnados con ella, lo cual se considera como un residuo peligroso, que habrá de requerir un manejo especializado y una disposición adecuada, misma que debe ser atendida dentro del programa integral de residuos peligrosos.

La modernización de esta vialidad mejorará la comunicación en toda la Región beneficiando a las poblaciones locales, disminuyendo la posibilidad de accidentes viales, ofreciendo mejores alternativas ágiles de comunicación, mayor y mejor cobertura a las poblaciones de la región y coadyuvará con la consolidación de nuevos espacios de desarrollo social y económico, favoreciendo la consolidación de la traza urbana, tanto local como municipales.

5.1.3 Estimaciones cualitativas y cuantitativas de los cambios generados en el sistema ambiental regional.

5.1.3.1. Simulación de Escenarios Potenciales

El SAR del proyecto tiene atributos que han sido modificados, debido a las actividades previas de la vialidad existente de terracería, aprovechamiento ganadero y de agricultura, así como el crecimiento rural de diferentes localidades, ubicadas a lo largo del trayecto del proyecto, que dispara una demanda de servicios y actividades diversas como el comercio, transporte, educativas, turísticas, movimiento de materias primas y productos, generación de aguas residuales y residuos sólidos municipales y la demanda de empleo en la región. En función de establecer los elementos ambientales críticos y los procesos relevantes del SAR, dentro de su ponderación se habrán de considerar aquellos donde la interacción e influencia tenga efectos notorios y evaluables derivados por las actividades del proyecto sobre sus atributos ambientales. En ese sentido los efectos del proyecto sobre los factores climáticos son prácticamente incipientes, ya que la calidad del aire y las características climáticas de la región, están definidas por la influencia de los factores meteorológicos regionales, que propician la prevalencia de la buena calidad del aire y estabilidad de los fenómenos microclimáticos.

El componente Geología es un elemento relevante para la incorporación del proyecto, dado que existen tramos del proyecto que serán modificados, que son aquellos sitios donde será necesario hacer los cortes, nivelación, excavación y colocación de las terracerías. Es ampliamente recomendable que los materiales derivados de los cortes sean utilizados para la conformación de las estructuras y terraplenes necesarios. Las rocas que afloran son sedimentarias e ígneas. Estas rocas poseen baja permeabilidad.

Con relación al componente hidrológico, dada la cantidad del agua que es conducida en los corrientes, que tienen su origen en los escurrimientos temporales de los cerros ubicados son de uso doméstico y pecuario, por consiguiente, se tienen consideradas afectaciones temporales, durante la construcción de plataformas y terracerías, y posteriormente regresará a su condición normal. Los componentes bióticos, vegetación y fauna, han sido modificados a lo largo del trayecto del proyecto, sustituyendo totalmente en algunos tramos de la vegetación original por zonas agrícolas eliminando todos los elementos vegetales. Como un resultado directo, la fauna terrestre original, ha sido eliminada y erradicada, dejando paso a aquella fauna habituada a la presencia humana, principalmente la mastofauna, avifauna y herpetofauna, que tiene una forma amplia de desplazamiento y la fauna nociva, adaptada a las condiciones extremas de deterioro. En conclusión, los componentes bióticos originales han sido afectados y la fauna resistente domina las condiciones del ambiente donde se desarrollará el proyecto. Mientras en las porciones más altas, la cuales no tendrán interacción con el proyecto, se tienen comunidades vegetales y poblaciones faunísticas con un buen grado de conservación.

Finalmente, los componentes socioeconómicos son parte de la dinámica de la región, con la fuerte influencia de los municipios y las localidades cercanas, matizadas por una economía regional, con un conglomerado urbano en paulatino pero lento crecimiento y conflictos regionales, como el desempleo y subempleo, escasos conflictos viales, baja accidentabillidad y escasas alternativas de comunicación para movilizar la población y los productos que circulan por la región. El diagnóstico ambiental regional del trazo, muestra una modificación importante de los componentes del SAR, como son el suelo, calidad del agua, vegetación, fauna y socioeconomía, lo cual conduce a considerar que el sistema en la actualidad presenta una condición de Degradación Progresiva en sitios de moderada fragilidad, definida como aquellos sistemas perturbados, frágiles y sujetos a presiones naturales y culturales, que favorecen el desarrollo de paisajes que tienden hacia un

empobrecimiento e inestabilidad. Las actividades humanas presentes aceleran la perturbación física, química y biológica, con la creciente pérdida de la calidad edáfica y desaparición de comunidades vegetales, incremento de su inestabilidad y una mayor degradación. El paisaje presenta una degradación regresiva por causas antrópicas, al ser áreas periurbanas y agrícolas, fuertemente presionadas y perturbadas.

5.2 CRITERIOS Y TÉCNICAS PARA EVALUAR IMPACTOS AMBIENTALES.

Para la estimación cualitativa de los cambios generados, se utiliza una metodología combinada que consiste en desarrollar listados de chequeo, matrices y sobreposición de mapas; para la estimación cuantitativa se trabajó con un modelo de simulación.

Para la ponderación de los impactos residuales se aplicó la Técnica de evaluación sistemática de los impactos ambientales de Bojorquez-Tapia (1998). Como punto de partida se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo en el proyecto, lo cual requiere especificaciones muy puntales, tanto en tiempo como en espacio, así como en la intensidad de las modificaciones sobre los factores ambientales.

Los métodos de evaluación cualitativa inician con un listado de chequeo o de cotejo, que consiste en desarrollar la lista de factores ambientales y la lista de actividades del proyecto, estas se elaboraron de acuerdo a las características de cada una de las obras a desarrollar en el SAR y por la discusión interdisciplinarias de los factores del medio físico, biológico y socio-económico.

El listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual quedo agrupado en los siguientes rubros:

- Preparación del sitio
- Construcción
- Operación y mantenimiento

Los factores ambientales listados son: geomorfología, suelo, geología, hidrología, vegetación, fauna y paisaje, factores sociales y económicos. Una vez obtenidas estas listas se procede a realizar el análisis de las interacciones, para lo cual se construye una matriz, en la cual los atributos ambientales se colocan en el eje vertical y las diferentes etapas del proyecto en columnas de manera horizontal.

Para realizar una identificación completa de las posibles interacciones se procederá a la construcción de matrices, que son:

Matriz de identificación. En esta matriz se identifican las interacciones potenciales generadas por las actividades de la obra, para completar un primer listado de hipótesis de cambios ambientales.

Posteriormente se realiza una breve descripción de la afectación de los impactos evaluados y las consecuencias que podría tener a largo plazo.

Después de la matriz de cribado y una vez identificadas las interacciones posibles, que representa una afectación al medio natural, se proceden a eliminar los atributos ambientales y actividades de la obra que no presenten interacción.

Una vez identificados los impactos ambientales, se elabora la matriz de evaluación de criterios ponderados, en esta matriz se califica el grado de afectación de las distintas actividades sobre cada atributo ambiental basándose en criterios que se acuerdan entre los especialistas, basados en los siguientes diez criterios, incluyendo el criterio de Naturaleza, indicando si el impacto es Negativo o Positivo:

a) **Naturaleza.** Carácter de beneficioso o perjudicial Signo "+" o "-".- Se utiliza el signo "-" para identificar un impacto perjudicial (negativo) y el signo "+", o la ausencia de signo para la identificación de un impacto benéfico (positivo). Impacto positivo (+) es aquél admitido como tal por el evaluador, en el contexto de un análisis completo de las afectaciones y beneficios generados y de los aspectos externos de la actuación contemplada. Impacto negativo (-) es aquél cuyo efecto se traduce en pérdida de valor natural, estético-cultural, paisajístico, de productividad ecológica o en aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, erosión y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica, el carácter y funcionalidad de una zona determinada.

b) **Intensidad (IN).-** Este término se refiere al grado de incidencia de la acción o actividad sobre el factor ambiental, en el ámbito específico de actuación. La escala de valores es entre 0 y 2, en el que 2 expresará una destruc1ción total del factor en el área en que se produce el efecto y el 1 una afectación media y 0 una afectación mínima.

c) **Extensión (EX).-** Es el área de influencia teórica del impacto en relación con el entorno del proyecto (% de área respecto al entorno, donde se manifiesta el efecto). Si la acción produce un efecto muy localizado, el impacto tiene un carácter Puntual (0). Si el efecto no tiene una ubicación precisa dentro del entorno del proyecto, teniendo una influencia generalizada, el valor es (2), considerando las situaciones intermedias, como impacto parcial y extenso (1). En el caso de que el efecto sea puntual pero se produzca en un lugar crítico (como la descarga de aguas residuales y aguas arriba de una toma de agua, degradación paisajística en una zona muy visitada o cerca de un centro urbano, etc.) se le atribuirá un valor máximo por encima del que le correspondería en función del porcentaje de extensión y, en el caso de considerar que es peligroso y sin posibilidad de introducir medidas de mitigación, se recomienda buscar otra alternativa al proyecto, anulando este impacto.

d) **Momento (MO).-** El plazo de manifestación del impacto alude al tiempo transcurrido entre la ejecución de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental. Cuando el tiempo transcurrido sea nulo, el momento será inmediato y si es inferior a un año, corto plazo, asignando un valor (0); si el periodo transcurrido va de 1 a 5 años, el momento se considera de mediano plazo con un valor (1) y si el efecto tarda en manifestarse más de cinco años, se considera de largo plazo, asignándosele un valor de 2.

e) **Persistencia (PE).-** Es el tiempo de permanencia del efecto desde su aparición y a partir del cual el efecto retornaría a sus condiciones originales por medios naturales, o mediante la acción de medidas de mitigación. Si la permanece durante menos de un año, se considera un efecto fugaz, tiene un valor (0). Si dura entre 1 y 10 años

se considera temporal (1) y si el efecto tiene una duración superior a los 10 años, se considera permanente, con valor de (2). La persistencia es independiente de la reversibilidad.

f) Reversibilidad (RV).- Se refiere a la posibilidad de reconstrucción o recomposición del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones iniciales por medios naturales una vez que la acción ha dejado de actuar. Si esto sucede a corto plazo, se le asigna un valor de (0). Los intervalos de tiempo comprendidos si es reversible entre 1 y 10 años se le asignan el valor de (1) y si el efecto tarda en regresar a sus condiciones naturales con una duración superior a los 10 años o no regresa a sus condiciones originales, se considera el efecto como irreversible, teniendo un valor de (2).

g) Recuperabilidad (MC).- Es la posibilidad de reconstrucción total o parcial del factor afectado por el proyecto, es decir, la posibilidad de retornar a las condiciones previas a la actuación, por medio de la intervención humana (introduciendo medidas correctivas o de mitigación) y por lo tanto siempre tendrá una naturaleza benéfica. Si el efecto es totalmente recuperable, se le asigna un valor (0) según sea de corto o mediano plazo, si lo es parcialmente, el efecto es mitigable, tomando un valor de (1). Cuando el efecto es irrecuperable (alteración imposible de reparar, tanto por la acción natural como por la acción humana) se le asigna un valor (2). En el caso de ser irrecuperable, pero con posibilidad de introducir medidas compensatorias, el valor asignado será 2.

h) Sinergia (SI).- Este atributo contempla el reforzamiento de dos o más efectos o impactos singulares o aislados. La componente total de la manifestación de los efectos simples, provocados por acciones que actúan simultáneamente, es superior a la que cabría de esperar de la manifestación de efectos cuando las acciones que las provocan actúan de manera independiente no simultánea. Cuando una acción actuando sobre un factor no es sinérgica con otras acciones que actúan sobre el mismo factor, el valor es (0). Si presenta un sinergismo moderado se le asigna un valor de 1 y si es altamente sinérgico un valor de 2. En casos de debilitamiento del atributo ambiental, la valoración del efecto tiene valores negativos, incrementando la importancia del impacto.

i) Acumulación (AC).- Bajo este criterio se evalúa al incremento progresivo de la manifestación del efecto cuando persiste de manera continuada o reiterada la acción que lo genera. Cuando una acción no produce efectos acumulativos (acumulación simple), el efecto se valora como (0), Si el efecto producido es acumulativo el valor se incrementa a (2), un efecto acumulativo incipiente o que existe una cierta posibilidad de ocurrencia tendrá un valor de (1).

j) Efecto (EF).- Se refiere a la relación causa-efecto, o sea, la forma de manifestación del efecto sobre un factor a consecuencia de la acción. El efecto puede ser directo o primario, siendo en este caso la acción es una consecuencia directa. En el caso de que el efecto sea indirecto o secundario y tiene lugar a partir de un efecto primario, actuando como una acción de segundo orden. El término toma un valor de (0) cuando el efecto sea primario, (1) cuando sea secundario y un valor (2) cuando sea directo.

k) **Periodicidad (PR).-** Se refiere a la regularidad de manifestación del efecto ya sea de manera cíclica o recurrente (efecto periódico), de forma impredecible en el tiempo (efecto irregular) o constante en el tiempo (efecto continuo). A los efectos continuos se les asigna un valor (2), a los periódicos (1) y a los impactos de aparición irregular o intermitente y los que deben evaluarse en términos de probabilidad de ocurrencia como discontinuos, se les asigna un valor de (0)

l) **Importancia del impacto (I).-** El valor de la importancia del impacto (I) se obtiene a partir de la relación aritmética de los diferentes atributos considerados anteriormente y con la siguiente expresión matemática:

I = + / - (IN+EX+MO+PE+RV+MC+SI+AC+EF+PR)

Tabla 5.6. Síntesis de ponderación de impactos

TIPO DE IMPACTO	*CATEGORIA*	*PONDERACION*
NATURALEZA	POSITIVO "+" (BENÉFICO)	+
	NEGATIVO "-" (PERJUDICIAL)	-
INTENSIDAD (IN)	BAJA	0
	MEDIA	1
	ALTA	2
EXTENSIÓN (EX)	PUNTUAL O PARCIAL	0
	EXTENSO	1
	REGIONAL O CRÍTICO	2
MOMENTO (MO)	CORTO PLAZO O INMEDIATO	0
	MEDIANO PLAZO	1
	LARGO PLAZO O CRITICO	2
PERSISTENCIA (PE)	FUGAZ	0
	TEMPORAL	1
	PERMANENTE	2
REVERSIBILIDAD (RV)	CORTO PLAZO	0
	MEDIANO PLAZO	1
	IRREVERSIBLE	2
RECUPERABILIDAD (MC)	RECUPERABLE DE MANERA INMEDIATA	0
	RECUPERABLE A MEDIANO PLAZO O MITIGABLE	1
	IRRECUPERABLE	2
SINERGIA(SI)	SIN SINERGISMO (SIMPLE)	0
	SINÉRGICO	1
	MUY SINÉRGICO	2
ACUMULACIÓN (AC)	SIMPLE	0
	ACUMULATIVO INCIPIENTE	1
	ACUMULATIVO	2
EFECTO (EF)	INDIRECTO PRIMARIO	1
	INDIRECTO (SECUNDARIO)	2
	DIRECTO	0
PERIODICIDAD (PR)	IRREGULAR O APERIÓDICO Y DISCONTINUO	2
	PERIÓDICO	0
	CONTINUO	2

Una vez calificados todos los impactos identificados, se suman los valores obtenidos en los diez rubros para cada atributo ambiental, obteniendo un valor total para cada uno. Con los valores obtenidos, se colocan los resultados de la categorización realizada en cada factor. Posteriormente se procede a realizar una descripción de los impactos identificados,

incluyendo la recomendación de cómo se puede cuantificar el efecto sobre el factor ambiental analizado. Para la evaluación del proyecto se aplica el concepto causa-condición-efecto a través de la metodología de Red de Eventos, la cual, que permite identificar impactos acumulativos, directos, indirectos y sinérgicos que suceden a lo largo del tiempo. En esta técnica la causa está representada por la actividad derivada del proyecto, que actúa sobre un atributo ambiental y el efecto es el impacto generado a través del tiempo, el cual se esquematiza mediante en diagramas de flujo. Esta red de eventos se construye a partir de la matriz de interacción seleccionando y resaltando los aspectos más relevantes.

5.2.1 Identificación de impactos

Para la identificación de impactos ambientales se realiza una descripción y análisis del conjunto de actividades que se llevarán a cabo, dentro del Proyecto, lo cual requiere las especificaciones particulares muy puntales, tanto en tiempo como en espacio, así como en la intensidad de las modificaciones de los factores ambientales. A continuación, se procede a la elaboración de un listado de actividades de cada etapa del proyecto, el cual se agrupan en los siguientes rubros: Preparación del sitio, Construcción y Operación y Mantenimiento.

En cada uno de los rubros se describen las distintas actividades a realizar, lo que permite un mayor entendimiento de los efectos sobre el ambiente. Se enlistan los factores y atributos ambientales que se considera pueden llegar a ser afectados por una o varias etapas de la obra, lo que permitirá elaborar un listado de cotejo para cada una de la obra tipo.

Los factores ambientales listados son: geomorfología, geología, suelo, agua, hidrología, vegetación, fauna, paisaje, factores sociales y económicos. Una vez obtenido el listado de cotejo de la actividad se procede al análisis de interacciones con los atributos ambientales. Para la aplicación de la técnica de Matriz de interacción Tipo Leopold, se usaron los siguientes factores ambientales:

Tabla 5.7. Factores y atributos del medio físico y biótico, para la construcción de la matriz de interacción de impactos

MEDIO	*FACTOR AMBIENTAL*	*ATRIBUTOS AMBIENTALES*
Físico	Geomorfología	Movimientos de materiales.
		Relieve.
	Geología	Tipo de material
		Inestabilidad
	Suelo	Contaminación
		Erodabilidad
	Aire	Composición gaseosa.
		Aeropartículas minerales.
		Acústica.
	Hidrología	Infiltración
		Dinámica hidrológica.
		Calidad del agua.
Biótico	Vegetación	Diversidad de la vegetación.
		Abundancia de la vegetación.
	Fauna	Diversidad de la fauna.
		Abundancia de la fauna.
Paisaje	Fondo escénico y estético	Calidad visual.

MEDIO	*FACTOR AMBIENTAL*	*ATRIBUTOS AMBIENTALES*
Socioeconómico	Uso del suelo	Fragilidad.
		Tenencia de la tierra.
		Uso potencial del suelo.
	Elementos Urbanos.	Vialidad y transporte.
		Asentamientos humanos.
	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo.
		Calidad de vida.
	Económicos	Generación de empleo.
		Medios de comunicación.
		Consumo de bienes y servicios locales.
		Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.

Dado lo anterior, a continuación, se presentan las siguientes matrices realizadas, con las interacciones de impactos identificados, evaluación, ponderación y descripción.

De manera complementaria, se presentan los cuadros con la base de la calificación de diez criterios, donde se evalúa de manera cuantitativa la presencia del impacto sobre los factores físicos, biológicos y socioeconómicos.

De esta forma se incluyen por cada obra, los siguientes productos:

- Matriz de identificación de impactos, que incluye solo la interacción entre las actividades del proyecto y los atributos del medio.

- Cuadro de descripción de los impactos identificados, donde se señalan las modificaciones positivas y negativas que producirán las distintas actividades del proyecto sobre los atributos del medio

- Cuadro de evaluación del impacto, donde se utilizan diez criterios, con valores de 0 a 2, negativos y positivos, que se asignan a las 10 categorías respectivas de los impactos ambientales.

Al final de cada evaluación, se pondera el rango en el que se presenta el impacto, y se relaciona la sumatoria de la evaluación con la siguiente clasificación de los impactos identificados

Tabla 5.8. Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación

Impacto Bajo	*Impacto Medio*	*Impacto Alto*
0-7	8-14	15-20

5.2.2 Selección y descripción de los impactos significativos.

Tabla 5.9. Matriz de identificación de impactos ambientales del Proyecto

			Preparación del sitio										*Construcción*															*Operación y mantenimiento*					
MEDIO	***FACTOR AMBIENTAL***	***ATRIBUTOS AMBIENTALES***	**Delimitación del derecho de vía**	**Indemnización a los propietarios afectados**	**Desmonte**	**Despalme**	**Corte de lomeríos**	**Movimientos de tierra**	**Nivelación y rellenos**	**Compactación**	**Trabajo y presencia humana en campo**	**TOTAL**	**Obras de drenaje y subdrenaje.**	**Colocación de base y subbase.**	**Construcción de Terraplenes.**	**Estabilidad de taludes.**	**Explotación de bancos de material.**	**Acarreos de material.**	**Operación de maquinaria y equipo.**	**Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de**	**Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.**	**Manejo y disposición de residuos de obra**	**Señalamientos.**	**Áreas verdes.**	**TOTAL**	**Tránsito vehicular.**	**Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).**	**Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.**	**TOTAL**	**TOTALES**
			1	2	3	4	5	6	7	8	9		10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		22	23	24		
físico	Geomorfología	Movimientos de materiales.			X	X	X	X	X			**5**		X	X	X									**3**				**0**	**8**
	Geología	Relieve.				X	X		X			**3**		X	X		X								**3**				**0**	**6**
		Tipo de material				X	X		X			**3**			X	X	X	X							**4**				**0**	**7**
		Inestabilidad					X					**1**				X									**1**				**0**	**2**
	Suelo	Contaminación										**0**								X	X	X			**3**			X	**1**	**4**
		Erodabilidad				X	X		X			**3**	X	X	X	X				X				X	**6**				**0**	**9**
	Aire	Composición gaseosa.				X	X	X	X	X		**5**		X	X		X	X	X	X	X			X	**8**	X	X		**2**	**15**
		Aeropartículas minerales.				X	X	X	X	X		**5**			X		X	X		X					**4**				**0**	**9**
		Acústica.				X	X	X	X	X		**5**		X	X		X	X	X	X	X				**7**	X			**1**	**13**
	Hidrología	Infiltración				X	X	X	X	X		**5**	X	X		X								X	**4**				**0**	**9**
		Dinámica hidrológica.				X	X		X	X		**4**	X	X	X										**3**				**0**	**7**
		Calidad del agua.			X	X					X	**3**										X	X		**2**				**0**	**5**
Paisaje *Biótico*	Vegetación	Diversidad de la vegetación.			X		X					**2**												X	**1**				**0**	**3**
		Abundancia de la vegetación.			X	X	X					**3**				X	X							X	**3**				**0**	**6**
	Fauna	Diversidad de la fauna.			X	X						**2**	X											X	**2**	X			**1**	**5**
		Abundancia de la fauna.			X	X	X				X	**4**	X		X		X		X		X			X	**6**	X			**1**	**11**
	Fondo escénico y estético	Calidad visual.			X	X	X		X			**4**		X	X	X	X			X	X	X	X	X	**9**		X	X	**2**	**15**
		Fragilidad.			X	X	X		X			**4**					X				X			X	**3**				**0**	**7**
	Uso del suelo	Tenencia de la tierra.	X	X								**2**					X			X		X		X	**4**				**0**	**6**
		Uso potencial del suelo.	X			X			X			**3**		X			X				X				**3**			X	**1**	**7**
	Elementos Urbanos.	Vialidad y transporte.						X			X	**2**						X	X		X		X		**4**	X	X		**2**	**8**
		Asentamientos humanos.						X				**1**									X				**1**	X		X	**2**	**4**
Socioeconómico	Salud y Seguridad social	Seguridad en el trabajo.				X			X	X		**3**		X	X	X	X	X	X	X			X		**8**	X			**1**	**12**
		Calidad de vida.		X				X			X	**3**									X		X	X	**3**	X	X	X	**3**	**9**
	Económicos	Generación de empleo.	X		X	X	X	X	X	X	X	**8**	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	**12**	X	X	X	**3**	**23**
		Medios de comunicación.	X									**1**		X	X						X		X	X	**5**	X	X	X	**3**	**9**
		Consumo de bienes y servicios locales.			X			X			X	**3**		X	X	X		X	X	X			X		**7**	X	X	X	**3**	**13**
		Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	X	X	X		X	X			X	**6**	X	X						X	X	X	X		**6**	X	X		**2**	**14**
	Sumatoria		**5**	**3**	**11**	**18**	**17**	**11**	**14**	**7**	**7**	**93**	**7**	**14**	**14**	**10**	**13**	**8**	**7**	**11**	**13**	**6**	**9**	**13**	**125**	**12**	**8**	**8**	**28**	**246**

De esta forma se tiene 24 actividades, 28 factores ambientales, lo que ofrece un total de 672 interacciones potenciales, de las cuales solo aplican 246 interacciones identificadas para el proyecto, que significa el 35.1% de Impactabilidad. Los ponderados se distribuyen de la siguiente manera, de acuerdo con la etapa del proyecto donde fueron generados:

	Preparación del sitio	***Construcción***	***Operación y mantenimiento***
Impactos detectados	93	125	28
% de impactos	37.80%	50.81%	11.38%

La siguiente gráfica resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto:

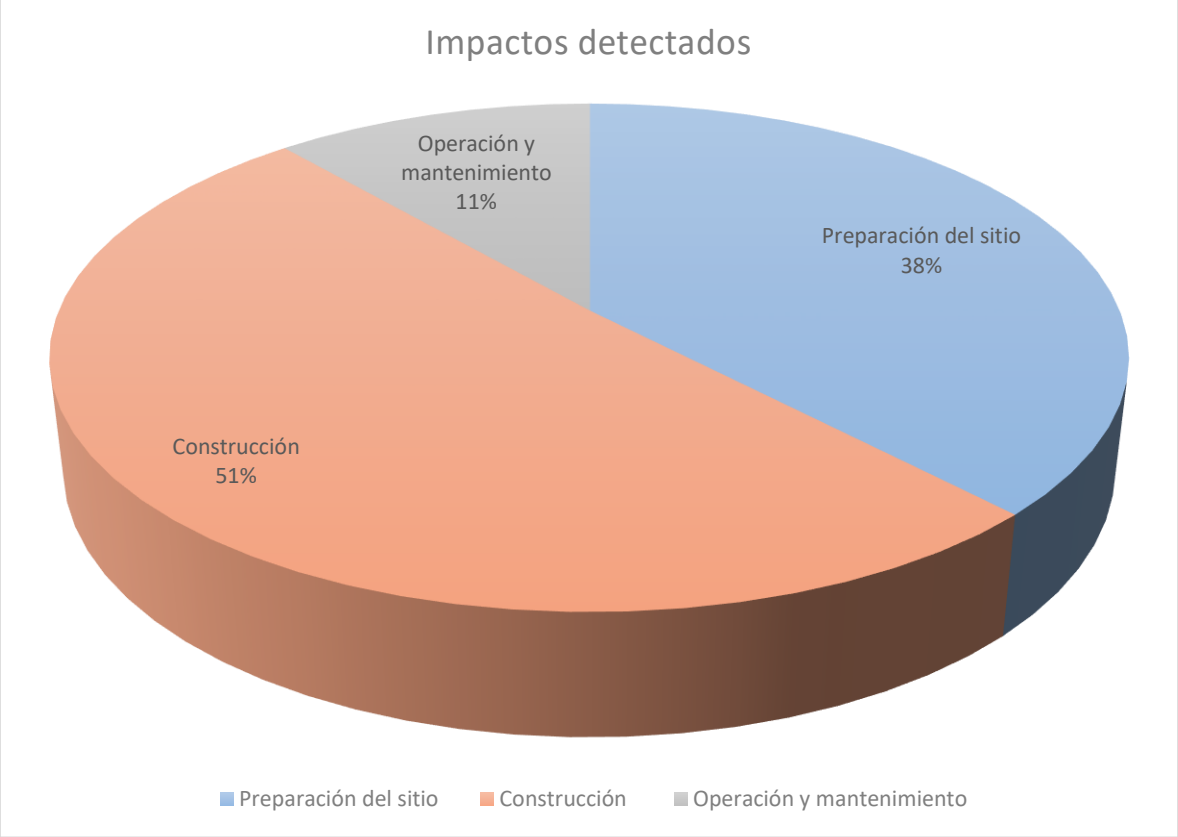


Figura 1.1. Porcentaje de impactos generados por Etapa

En las siguientes tablas se indican los factores ambientales del SAR, sus atributos así como las actividades, la descripción de los impactos y las potenciales medidas de mitigación, para todas las etapas del proyecto.

Tabla 5.10. Factores ambientales del SAR

ATRIBUTO	*ACTIVIDAD*	*DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO*	*MEDIDA DE MITIGACIÓN*
	GEOLOGÍA		
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Movimientos de materiales.	Desmonte Despalme Corte de lomeríos Movimientos de tierra Nivelación y rellenos	Se promueve una mayor erosión así como una cantidad de materiales superficiales, que pueden ser reutilizados.	Recolectar, transportar y almacenar en sitio ex profeso, el material obtenido, mezclar restos vegetales y edáficos y reutilizarlo en acciones de recuperación ecológica, material de cubierta del relleno sanitario o recuperación ecológica de los bancos de material.
Relieve.	Corte de lomeríos	Modificación total del relieve en la trayectoria de construcción.	Reaprovechar los materiales en el sitio, generando la menor cantidad posible de sobrantes. Repellar los taludes derivados de los cortes. Reutilizar el material para los rellenos y nivelación y en su defecto recolectarlo y transportarlo, para su reuso como material de cubierta del relleno sanitario o en los bancos de material en rehabilitación.
	Nivelación y rellenos	Se producirán modificaciones permanentes del relieve a lo largo del proyecto.	Reutilizar el material para los rellenos y nivelación y en su defecto recolectarlo y transportarlo, para su reuso como material de cubierta del relleno sanitario o en los bancos de material en rehabilitación.
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes	Se producirán modificaciones permanentes de la obra a lo largo del trazo.	El manejo y disposición de los residuos solo será temporal, los residuos deberán de ser manejados de acuerdo a la clasificación y dispuestos en lugares indicados para cada tipo
	Manejo y disposición de residuos de la obra	Modificación total del relieve en la trayectoria de construcción del proyecto	Reaprovechar los materiales en el sitio, generando la menor cantidad posible de sobrantes. Reutilizar el material para los rellenos y nivelación y en su defecto recolectarlo y transportarlo, para su reuso como material de cubierta del relleno sanitario o en los bancos de material en proceso de rehabilitación.
	CONSTRUCCIÓN		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Colocación de base y subbase.	Se promueve una mayor cantidad de materiales	Evitar una disrupción del relieve, procurando integrar estas obras al entorno existente.
	Construcción de Terraplenes.	La integración del proyecto, producirán modificaciones locales del relieve.	Solicitar al propietario del banco de materiales, incluya actividades de protección ambiental y seguridad, incluso debe solicitar el material derivado de cortes, despalmes, nivelación y formación de terraplenes
	Explotación de bancos de material.	En el banco de materiales, se acentuara las	Evitar una disrupción del relieve, procurando integrar estas obras al entorno existente, así como integrando vegetación en los márgenes de los cauces presentes.
		GEOMORFOLOGÍA	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
	Corte de lomeríos	Se produce un mayor intemperismo de los materiales geológicos.	Ejecutar el despalme en áreas estrictamente necesarias, a la profundidad establecida y almacenar el material edáfico o disponerlo en sitios destinados a la rehabilitación ambiental, como el relleno sanitario o bancos de material en proceso de recuperación ecológica
	Nivelación y rellenos	Movimiento de rocas y materiales fragmentados en la trayectoria del proyecto.	Ejecutar el despalme considerando la presencia de afloramientos y movimiento de materiales rocosos. Recolectar y reubicar el material que pudiera caer en los cauces de las corrientes hidrológicas existentes.
Tipo de material	Manejo y disposición de residuos de la obra	Movimiento de rocas y materiales fragmentados en el trayectoria del proyecto	Recolectar y reubicar el material que pudiera caer en los cauces de las corrientes hidrológicas existentes.
		CONSTRUCCIÓN	
	Construcción de Terraplenes.	Esta actividad demandara grandes cantidades de materiales.	Adquirir el material de bancos de materiales autorizados, que desarrollen medidas de protección ambiental en su proceso extractivo.
	Estabilidad de taludes.	La integración de terraplenes, alcanzara diferentes tipos de materiales geológicos y podría estar sujeto a sufrir una inestabilidad estructural.	Realizar la mecánica de suelos y estudio geotécnico para asegurar la estabilidad de las construcciones.

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Explotación de bancos de material.	La explotación del banco de material inevitablemente producirá la aparición de materiales geológicos rocosos.	Solicitar al propietario del banco de materiales incorpore un programa de aprovechamiento de los materiales sobrantes.
	Acarreos de material.	El acarreo de material producirá su dispersión a lo largo de toda su trayectoria.	Siempre los acarreos deben realizarse en camiones con contenedores adecuados y cubiertos con lona.
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
Inestabilidad	Corte de lomeríos	Puede haber impacto negativo al no quedar bien estabilizado los cortes	Todos los cortes deben de quedar estabilizados para evitar derrumbes
		SUELO	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
	Manejo y disposición de residuos de la obra	Esta actividad mantendrá el suelo limpio de contaminantes.	recuperar todo residuo al término de cada actividad para evitar la contaminación del suelo
		CONSTRUCCIÓN	
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Se puede producir contaminación por derrames de hidrocarburos o productos de la carpeta asfáltica	Evitar los derrames de mezcla asfáltica
Contaminación del suelo	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		Se deberá colocar la carpeta asfáltica de la manera cuidadosa únicamente en ancho de corona del proyecto.
	Manejo y disposición de residuos de obra	Este impacto es positivo, ya que al encontrarse residuos serán colectados para su disposición	recuperar todo residuo al término de cada actividad para evitar la contaminación del suelo
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	Este impacto es positivo, ya que al encontrarse residuos serán colectados para su transporte disposición	recuperar todo residuo al término de cada actividad para evitar la contaminación del suelo a lo largo del derecho de vía
		PREPARACIÓN DEL SITIO	

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Erodabilidad	Despalme	Erosión superficial en toda el área del derecho de vía.	Almacenar el material edáfico e integrarlo a programas de rehabilitación ambiental o diseño de áreas verdes, o material de cubierta de relleno sanitario.
	Corte de lomeríos Nivelación y rellenos	Erosión superficial en toda el área del terraplén del proyecto.	Almacenar el material edáfico e integrarlo a programas de rehabilitación ambiental o diseño de áreas verdes, o material de cubierta de relleno sanitario.
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes	Afectación puntual a los horizontes superficiales del suelo.	Reutilizar el suelo como relleno en el sitio.
	CONSTRUCCIÓN		
	Obras de drenaje y subdrenaje.	Erosión superficial a lo largo de las obras de drenaje.	Escarificar al término de las actividades constructivas e incorporar vegetación arbustiva endémica
	Colocación de base y subbase.	Erosión superficial a lo largo de la base y subase.	
	Construcción de Terraplenes.	Erosión superficial a lo largo de los terraplenes.	Estabilizar los taludes de los terraplenes, evitando la erosión e integrando vegetación endémica en el derecho de vía
	Estabilidad de taludes.	Impacto positivo, que controla la erosión del suelo y su conservación.	
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Erosión superficial y compactación en toda el área del trabajo.	Nivelar el terreno e incluir vegetación endémica para su recuperación.
	Áreas verdes.	Impacto positivo, que controla la erosión del suelo y su conservación.	Garantizar una sobrevivencia mayor del 60% y revegetación permanente
	AIRE		
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Composición gaseosa.	Despalme	El uso de maquinaría para el desmonte y despalme afectara la composición gaseosa	Otorgar protección personal a los trabajadores y realizar esta actividad en el menor tiempo posible.
	Corte de lomeríos	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.	Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo así como cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica.
	Movimientos de tierra	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del	

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		aire. El movimiento de tierra genera partículas de solidas suspendidas.	
	Nivelación y rellenos	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.	
	Compactación	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.	
	Manejo y disposición de residuos de la obra	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.	
		CONSTRUCCIÓN	
	Colocación de base y subbase.	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.	Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo así como cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica.
	Construcción de Terraplenes.	Los gases de combustión de la maquinaria, equipo pesado y vehículos de carga afectan la calidad de aire.	
	Explotación de bancos de material.	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.	Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo así como cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica. Solicitar al propietario del banco de extracción incorpore medidas de protección ambiental al suelo, agua y vegetación.
	Acarreos de material.		Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos de carga y cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica.
	Operación de maquinaria y equipo.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.		
	Colocación de carpeta asfáltica,		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	incluye riegos de liga y sello.		
	Áreas verdes.	Impacto positivo, que fija CO2 atmosférico y depura el aire circundante	Garantizar una sobrevivencia mayor del 60% y revegetación periódicamente
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	Tránsito vehicular.	El uso de maquinaria , equipo pesado y vehículos de carga, producirán gases de combustión que afectaran la calidad del aire	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo. Los vehículos de carga deben cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica.
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).	Actividad que produce gases de combustión por los vehículos de carga utilizados.	Mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga que además deben cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica.
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
Aeropartículas minerales.	Despalme Corte de lomeríos Movimientos de tierra Nivelación y rellenos Compactación Manejo y disposición de residuos de la obra	Liberación de materiales particulados a la atmosfera.	Trabajar en fase húmeda o evitar hacerlo en época de tolvaneras (enero a marzo).
		CONSTRUCCIÓN	
	Construcción de Terraplenes. Explotación de bancos de material. Acarreos de material. Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Liberación de materiales particulados a la atmósfera.	Trabajar en fase húmeda o evitar hacerlo en época de tolvaneras (enero a marzo).
		PREPARACIÓN DEL SITIO	

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Acústica.	Despalme	El uso de maquinaria, equipo pesado y vehículo de carga, producirán niveles de ruido perceptibles.	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo. Trabajar en horario diurno y en caso de trabajar en zonas urbanas y en horario nocturno, colocar mamparas alrededor de los equipos para absorber el ruido generado, sobre todo en la cercanía de los causes.
	Corte de lomeríos		
	Movimientos de tierra		
	Nivelación y rellenos		
	Compactación		
	Manejo y disposición de residuos de la obra		
	CONSTRUCCIÓN		
	Colocación de base y subbase.	El uso de maquinaria, equipo pesado y vehículo de carga, producirán niveles de ruido perceptibles.	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo. Trabajar en horario diurno y en caso de trabajar en zonas urbanas y en horario nocturno, colocar mamparas alrededor de los equipos para absorber el ruido generado, sobre todo en la cercanía de los causes.
	Construcción de Terraplenes.		
	Explotación de bancos de material.		
	Acarreos de material.		
	Operación de maquinaria y equipo.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.		
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
	Tránsito vehicular.	El uso de maquinaria, equipo pesado y vehículo de carga, producirán niveles de ruido perceptibles.	Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo. Trabajar en horario diurno y en caso de trabajar en zonas urbanas y en horario nocturno.
HIDROLOGÍA			
PREPARACIÓN DEL SITIO			

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Infiltración	Despalme	Esta actividad genera materiales que pueden caer y provocar afectaciones a la escorrentía superficial.	Realizar esta actividad en época de estiaje y retirar todo el material que haya caído en sitios de carga acuífera.
	Corte de lomeríos Movimientos de tierra Nivelación y rellenos Compactación	Esta actividad genera materiales que pueden caer y provocar afectaciones a la escorrentía superficial.	Realizar esta actividad en época de estiaje y retirar todo el material que haya caído en sitios de carga acuífera.
	CONSTRUCCIÓN		
	Obras de drenaje y subdrenaje. Colocación de base y subbase. Estabilidad de taludes.	Esta actividad puede impedir la recarga hidrológica	Realizar la recolección periódica de los residuos sólidos. Contar con un programa de manejo de residuos sólidos y líquidos.
	Áreas verdes	Ayudará a favorecer la infiltración en los puntos de reforestación.	Integrar vegetación en zonas degradadas dentro del SAR
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Dinámica hidrológica.	Despalme Corte de lomeríos Nivelación y rellenos Compactación	Esta actividad genera materiales que pueden caer y provocar afectaciones a la escorrentía superficial.	Realizar esta actividad en época de estiaje y retirar todo el material que haya caído.
	CONSTRUCCIÓN		
	Obras de drenaje y subdrenaje. Colocación de base y subbase. Construcción de Terraplenes.	La extracción de materiales en el sitio produce sitios impermeables que restringen la recarga hidrológica	Contar con un programa de manejo de las sustancias, materiales y residuos utilizados en esta actividad, con un chequeo contra inventario.
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Calidad del agua.	Desmonte Despalme Trabajo y presencia humana en campo	Esta actividad genera materiales que pueden caer y provocar afectaciones a la escorrentía superficial.	Realizar esta actividad en época de estiaje y retirar todo el material que haya caído.

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	CONSTRUCCIÓN		
	Manejo y disposición de residuos de obra	La extracción de materiales en el sitio produce sitios impermeables que restringen la recarga hidrológica	Contar con un programa de manejo de las sustancias, materiales y residuos utilizados en esta actividad, con un chequeo contra inventario.
	Señalamientos.	Colocar señalamientos ayudara a evitar la contaminación de mantos acuíferos.	
	VEGETACIÓN		
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Diversidad de la vegetación.	Desmonte	Pérdida de la diversidad debido a la remoción de la cobertura vegetal la trayectoria del proyecto en 2.3 Ha.	La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con horizontes superficiales del suelo y usarlos para zonas verdes, material de cubierta en el relleno sanitario o banco de materiales para su rehabilitación. Recolección y conservación de la capa edáfica, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o en sitios degradados. Verificar que no se elimine cobertura vegetal de manera innecesaria. Designar áreas verdes e implementar revegetación y compensación vegetal.
	Despalme		
	Corte de lomeríos	Pérdida de la diversidad debido a la remoción de la cobertura vegetal en el derecho de vía y la trayectoria del proyecto.	
	CONSTRUCCIÓN		
	Áreas verdes.	Fortalecerá la protección a las áreas verdes.	Verificar que no se elimine cobertura vegetal de manera innecesaria. Designar áreas verdes e implementar revegetación y compensación vegetal.
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Abundancia de la vegetación.	Desmonte	Pérdida de la diversidad debido a la remoción de la cobertura vegetal en el derecho de vía y la trayectoria del proyecto.	La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con horizontes superficiales del suelo y usarlos para zonas verdes, material de cubierta en el relleno sanitario o banco de materiales para su rehabilitación. Recolección y conservación de la capa edáfica, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o en sitios degradados. Verificar que no se elimine cobertura vegetal de manera innecesaria. Designar áreas verdes e implementar revegetación y compensación vegetal.
	Despalme		
	Corte de lomeríos		
	CONSTRUCCIÓN		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Estabilidad de taludes.		La vegetación eliminada, se debe triturar, mezclar con horizontes superficiales del suelo y usarlos para zonas verdes, material de cubierta en el relleno sanitario o banco de materiales para su rehabilitación. Recolección y conservación de la capa edáfica, que funciona como banco de germoplasma para ser utilizado en la revegetación de otras áreas o en sitios degradados. Verificar que no se elimine cobertura vegetal de manera innecesaria. Designar áreas verdes e implementar revegetación y compensación vegetal.
	Explotación de bancos de material.	Pérdida de la diversidad debido a la remoción de la cobertura vegetal en el derecho de vía y la trayectoria del proyecto.	
	Áreas verdes.	Integración de individuos arbóreos en diferentes sitios del SAR	Verificar que no se elimine cobertura vegetal de manera innecesaria. Designar áreas verdes e implementar revegetación y compensación vegetal.
		FAUNA	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
	Desmonte	Se origina un desplazamiento de la fauna debido a la operación de equipos y personal en el sitio.	Previo a las acciones diarias, hacer un recorrido donde se ubicara al acceso provisional localizando organismos y madrigueras, para realizar su reubicación. Evitar la caza furtiva y la muerte de organismos por parte del personal de las empresas constructoras. Realizar el desmonte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna. Reubicar organismos o madrigueras encontrados, en toda la trayectoria del proyecto.
	Despalme		
	Corte de lomeríos	Se origina un desplazamiento de la fauna debido a la operación de equipos y personal en el sitio.	
		CONSTRUCCIÓN	
Diversidad de la fauna.	Obras de drenaje y subdrenaje.	Eliminación del espacio y hábitat puntual.	Evitar la caza furtiva y la muerte de organismos por parte del personal de las empresas constructoras. Permitir el desplazamiento de la fauna sobre todo la de lento desplazamiento. Promover la movilidad de la fauna silvestre, condicionar los pasos inferiores de los drenajes mediante acciones de limpieza periódica, que puedan permitir su adecuado desplazamiento.
	Áreas verdes.	Al momento de la revegetación se desplazara la fauna local	
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	Tránsito vehicular.	El ruido ocasionado por el transito desplaza la fauna presente en los sitios con vegetación.	Evitar la caza furtiva y la muerte de organismos por parte del personal de las empresas constructoras.
		PREPARACIÓN DEL SITIO	

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Abundancia de la fauna.	Desmonte	Se reduce la población por el empleo de maquinaria para desarrollar la actividad	Realizar el desmonte de manera paulatina para permitir el desplazamiento de fauna. Reubicar organismos o madrigueras encontradas, e toda la trayectoria del proyecto.
	Despalme		Previo a las acciones diarias, hacer un recorrido donde se ubicara al acceso provisional localizando organismos y madrigueras, para realizar su reubicación.
	Corte de lomeríos		
	CONSTRUCCIÓN		
	Explotación de bancos de material.	Reducción de la abundancia debido al desplazamiento por la construcción	Colocar señalizaciones en aquellos sitios que se detecte el cruce de organismos de fauna.
	Operación de maquinaria y equipo.		
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
	Tránsito vehicular.	El ruido ocasionado por el transito desplaza la fauna presente en los sitios con vegetación.	Evitar la caza furtiva y la muerte de organismos por parte del personal de las empresas constructoras.
	FONDO ESCÉNICO Y ESTÉTICO *PREPARACIÓN DEL SITIO*		
Calidad visual.	Desmonte	Alteración del escenario ambiental.	Permitir el establecimiento de una cobertura vegetal o plantas con especies nativas de reproducción vegetativa, en las áreas alrededor de las obras y en sitios de compensación o de interés particular, como el relleno sanitario o bancos de material abandonados.
	Despalme		
	Corte de lomeríos		
	Nivelación y rellenos		
	Manejo y disposición de residuos de la obra		
	CONSTRUCCIÓN		
	Colocación de base y subbase.	Alteración del escenario ambiental y de la calidad visual del paisaje	Permitir el establecimiento de una cobertura vegetal o plantas con especies nativas de reproducción vegetativa, en las áreas alrededor de las obras y en sitios de compensación o de interés particular, como el relleno sanitario o bancos de material abandonados. Establecer como prioridad, la compensación y rehabilitación ambiental de los márgenes de los cauces.
	Construcción de Terraplenes.		
	Estabilidad de taludes.		
	Explotación de bancos de material.		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.		
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	Manejo y disposición de residuos de obra	Evita la presencia de más elementos ajenos al paisaje	Contar y ejecutar el plan de manejo integral de residuos.
	Señalamientos.	Dan estructura al nuevo paisaje	Impacto positivo
	Áreas verdes.	Favorece la calidad visual	
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	Se mantiene la armonía y seguridad de operación del proyecto.	Contar con un programa de mantenimiento, de manejo integral de residuos y evitar la disposición de anuncios que provocan contaminación visual.
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
	Desmonte		
	Despalme		
	Corte de lomeríos	Degradación del ecosistema	Establecer una cobertura vegetal o plantas con especies nativas de reproducción vegetativa, alrededor de las obras y en sitios de compensación o de interés particular, como el relleno sanitario o bancos de material abandonados.
Fragilidad.	Nivelación y rellenos		
		CONSTRUCCIÓN	
	Explotación de bancos de material.	Integrar un elemento ajenos al paisaje	Integrar elementos arbóreos en los márgenes del cauce.
	Colocación de carpeta asfáltica,		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	incluye riegos de liga y sello.		
	Áreas verdes.	Favorece la calidad visual	Impacto positivo, además de integrar elementos arbóreos a en zonas degradas del SAR
		USO DEL SUELO	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
Tenencia de la tierra.	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	Impacto positivo al mejorar el ingreso y la calidad de vida de los poseedores de los predios	Realizar la indemnización correspondiente en tiempo y forma, evitando conflictos sociales y el retraso de la obra
	Indemnización a los propietarios afectados		
		CONSTRUCCIÓN	
	Explotación de bancos de material.	Especulación del valor de la tierra, ocasionada por la ilegalidad de los terrenos, la falta de papeles que demuestren las posesión de los predios, por a lo largo del derecho de vía, compra de predios a propietarios de inmuebles afectados por el trazo o por las necesidades de espacios para un uso específico.	Realizar la gestión de manera discreta, realizar los pagos bajo las mejores condiciones de mercado y establecer comunicación gubernamental con los propietarios que carezcan de documentación para demostrar la propiedad legal de sus predios, cuando así sea el caso.
	Manejo y disposición de residuos de obra		
	Áreas verdes.		
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
Uso potencial del suelo.	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	Impacto positivo al mejorar el ingreso y la calidad de vida de los poseedores de los predios	Realizar la indemnización correspondiente en tiempo y forma, evitando conflictos sociales y el retraso de la obra
	Despalme	Todas estas actividades producen una definición permanente del uso del suelo potencial, que deja de ser agropecuario para convertirse en una vía de comunicación de carácter federal.	
	Nivelación y rellenos		
		CONSTRUCCIÓN	
	Colocación de base y subbase.		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Explotación de bancos de material.	La modificación drástica del sitio del banco de materiales, produce la eliminación del uso potencial.	Solicitar al propietario del banco de materiales implemente un programa de recuperación ambiental del área bajo explotación.
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	ELEMENTOS URBANOS		
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
	Movimientos de tierra		
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes	La actividad fortalece los asentamientos humanos y permitirá la consolidación de la oferta de vías de comunicación eficientes.	Realizar las actividades de mantenimiento en tiempo y forma, aplicando un programa periódico de reemplazo de señalamientos y estructuras que resulten dañadas por el uso
	Trabajo y presencia humana en campo		
	CONSTRUCCIÓN		
	Acarreos de material.		
Vialidad y transporte.	Operación de maquinaria y equipo.	Son impactos positivos derivados del mantenimiento	Realizar las actividades de mantenimiento en tiempo y forma, aplicando un programa periódico de reemplazo de señalamientos y estructuras que resulten dañadas por el uso
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	Señalamientos.		
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
	Tránsito vehicular.	Son impactos positivos derivados del mantenimiento	Realizar las actividades de mantenimiento en tiempo y forma, aplicando un programa periódico de reemplazo de señalamientos y estructuras que resulten dañadas por el uso
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).	Son impactos positivos derivados del mantenimiento	
	PREPARACIÓN DEL SITIO		
Asentamientos humanos.	Movimientos de tierra	La actividad fortalece los asentamientos humanos y permitirá la	Realizar las actividades de mantenimiento en tiempo y forma, aplicando un programa periódico de reemplazo de

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		consolidación de la oferta de vías de comunicación eficientes.	señalamientos y estructuras que resulten dañadas por el uso
	CONSTRUCCIÓN		
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	La actividad fortalece los asentamientos humanos y permitirá la consolidación de la oferta de vías de comunicación eficientes.	Realizar las actividades de mantenimiento en tiempo y forma, aplicando un programa periódico de reemplazo de señalamientos y estructuras que resulten dañadas por el uso
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
	Tránsito vehicular.		
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	La actividad fortalece los asentamientos humanos y permitirá la consolidación de la oferta de vías de comunicación eficientes.	Evitar que las actividades de operación y mantenimiento provoquen molestias o afectaciones a los asentamientos humanos existentes a lo largo del trazo del proyecto.
	SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL *PREPARACIÓN EN EL TRABAJO*		
	Despalme	Similar a todas las obras y trabajos donde se utilice maquinaria y equipo pesado, existe el riesgo de accidente, se considera de ponderaciones bajas, pero de importancia mayor, en caso de que tuviera una ocurrencia en el desarrollo del proyecto	Los trabajadores deberán estar inscritos en el sistema de salud IMSS así como usar ropa y equipo de protección personal y de seguridad acorde con el trabajo que desempeñen. Los trabajadores deben contar con la capacitación y certificación laboral, de acuerdo a las competencias específicas necesarias para realizar las labores altamente especializadas
	Nivelación y rellenos		
	Compactación		
	CONSTRUCCIÓN		
Seguridad en el trabajo.	Colocación de base y subbase.	Similar a todas las obras y trabajos donde se utilice maquinaria y equipo pesado, existe el riesgo de accidente, se considera de ponderaciones bajas, pero de importancia mayor, en caso de que tuviera una ocurrencia en el desarrollo del proyecto	Los trabajadores deberán estar inscritos en el sistema de salud IMSS así como usar ropa y equipo de protección personal y de seguridad acorde con el trabajo que desempeñen. Los trabajadores deben contar con la capacitación y certificación laboral, de acuerdo a las competencias específicas necesarias para realizar las labores altamente especializadas
	Construcción de Terraplenes.		
	Estabilidad de taludes.		
	Explotación de bancos de material.		
	Acarreos de material.		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Operación de maquinaria y equipo.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.		
	Señalamientos.		
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	Tránsito vehicular.	Similar a todas las obras y trabajos donde se utilice maquinaria y equipo pesado, existe el riesgo de accidente, se considera de ponderaciones bajas, pero de importancia mayor, en caso de que tuviera una ocurrencia en el desarrollo del proyecto	Los trabajadores deberán estar inscritos en el sistema de salud IMSS así como usar ropa y equipo de protección personal y de seguridad acorde con el trabajo que desempeñen. Los trabajadores deben contar con la capacitación y certificación laboral, de acuerdo a las competencias específicas necesarias para realizar las labores altamente especializadas
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
	Indemnización a los propietarios afectados	Mejorar calidad de vida para trabajadores y sus familias	Realizar la indemnización correspondiente en tiempo y forma.
	Movimientos de tierra		
		CONSTRUCCIÓN	
Calidad de vida.	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	Mejorar la calidad de vida para trabajadores y sus familias, dado que el proyecto ofrecerá empleos temporales, que tendrán impacto directo en la economía familiar, así como los beneficios derivados de ofrecer una vía de comunicación de mayor seguridad y rapidez.	Garantizar que los efectos benéficos del proyecto, incidan directamente en la población local y en los usuarios temporales y permanentes.
	Señalamientos.		
	Áreas verdes.		
		OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO	
	Tránsito vehicular.	Mejorar la calidad de vida para trabajadores y sus familias, dado que el proyecto ofrecerá empleos temporales, que tendrán impacto directo en la	Garantizar que los efectos benéficos del proyecto, incidan directamente en la población local y en los usuarios temporales y permanentes.
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	economía familiar, así como los beneficios derivados de ofrecer una vía de comunicación de mayor seguridad y rapidez.	
		ECONÓMICOS	
		PREPARACIÓN DEL SITIO	
Generación de empleo.	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía Indemnización a los propietarios afectados Desmonte Despalme Corte de lomeríos Movimientos de tierra Nivelación y rellenos Compactación Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes Manejo y disposición de residuos de la obra Trabajo y presencia humana en campo	Todas estas actividades tienen como efecto positivo la generación de empleos, lo cual se traduce en la mejoría de ingresos económicos y familiares.	Garantizar que la mayor oferta de empleo recaiga en la población local, que debe recibir un salario justo por su fuerza de trabajo.
		CONSTRUCCIÓN	
	Obras de drenaje y subdrenaje.	Todas estas actividades tienen como efecto positivo la generación de	

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Colocación de base y subbase.	empleos, lo cual se traduce en la mejoría de ingresos económicos y familiares.	
	Construcción de Terraplenes.		
	Estabilidad de taludes.		
	Explotación de bancos de material.		
	Acarreos de material.		
	Operación de maquinaria y equipo.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.		Garantizar que la mayor oferta de empleo recaiga en la población local, que debe recibir un salario justo por su fuerza de trabajo.
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	Manejo y disposición de residuos de obra		
	Señalamientos.		
	Áreas verdes.		
	Tránsito vehicular.		
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Medios de comunicación.	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	Actividades positivas encaminadas a mejorar las vías de comunicación existentes en la región.	Asegurar que la vía de comunicación tenga seguridad y beneficio a todos los usuarios y a la población.
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes		
	CONSTRUCCIÓN		
	Colocación de base y subbase.	Actividades positivas encaminadas a mejorar las vías de comunicación existentes en la región.	Asegurar que la vía de comunicación tenga seguridad y beneficio a todos los usuarios y a la población.
	Construcción de Terraplenes.		
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	Señalamientos.		
	Áreas verdes.		
	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO		
	Tránsito vehicular.	Actividades positivas encaminadas a mejorar las vías de comunicación existentes en la región.	Asegurar que la vía de comunicación tenga seguridad y beneficio a todos los usuarios y a la población.
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.		
Consumo de bienes y servicios locales.	*PREPARACIÓN DEL SITIO*		
	Desmonte	Movimiento y flujo económico de personas, negocios y empresas.	Favorecer la mano de obra de la localidad y el consumo de bienes y servicios locales.
	Despalme		
	Movimientos de tierra		
	CONSTRUCCIÓN		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas .	Colocación de base y subbase.		
	Construcción de Terraplenes.		
	Estabilidad de taludes.		
	Acarreos de material.		
	Operación de maquinaria y equipo.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Movimiento y flujo económico de personas, negocios y empresas.	Favorecer la mano de obra de la localidad y el consumo de bienes y servicios locales.
	Señalamientos.		
	Tránsito vehicular.		
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.		
	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	Movimiento y flujo económico de desarrollo de sus actividades, sin problemas de pérdida de tiempo en nodos de tráfico conflictivo	Favorecer la mano de obra de la localidad y el consumo de bienes y servicios locales. Garantizar la operación eficaz del proyecto a lo largo del tiempo.
	Indemnización a los propietarios afectados	Movimiento y flujo económico de personas, negocios, productos y empresas relacionadas con la agricultura y su intercambio económico y comercial, ubicadas en áreas	
	Desmonte		
	Corte de lomeríos		

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Movimientos de tierra	cercanas al proyecto e incluso en toda la región. Integración de la comunidad a la alternativa de comunicación y desarrollo de sus actividades, sin problemas de pérdida de tiempo en nodos de tráfico conflictivo	
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes		
	Manejo y disposición de residuos de la obra		
	Trabajo y presencia humana en campo		
	Obras de drenaje y subdrenaje.		
	Colocación de base y subbase.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	Efecto positivo, ya que las actividades urbanas serán parte integrante de la nueva infraestructura del SAR lo que contribuirá a incrementar la plusvalía del sitio y generar nuevas economías regionales.	Impacto benéfico que debe reforzarse al garantizar la operación del proyecto con calidad.
	Colocación de carpeta asfáltica, incluyeriegos de liga y sello.		
	Manejo y disposición de residuos de obra		
	Señalamientos.		
	Tránsito vehicular.	Movimiento y flujo económico de personas, negocios, productos y empresas relacionadas con la agricultura y su intercambio económico y comercial, ubicadas en áreas cercanas al proyecto e incluso en toda la región. Integración de la comunidad a la alternativa de comunicación y desarrollo de sus actividades, sin	
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		Favorecer la mano de obra de la localidad y el consumo de bienes y servicios locales. Garantizar la operación eficaz del proyecto a lo largo del tiempo.

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		problemas de pérdida de tiempo en nodos de tráfico conflictivo	

5.3. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

5.3.1 Valoración jerárquica de los impactos

Las siguientes tablas muestran la valoración jerárquica de cada uno de los impactos ambientales identificados en la etapa anterior, contemplando las diez categorías de impactos, así como las actividades identificadas en cada una de las etapas.

Tabla 5.11. Evaluación de los impactos ambientales

ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**Delimitación del derecho de vía**											
	NA	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							1					
Tenencia de la tierra.	-1	2	2	1	2	2	2	0	1	2	1	**-15**
Uso potencial del suelo.	1	1	0	1	2	1	2	1	1	2	1	**12**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	**13**
Medios de comunicación.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	**11**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	**11**
												32

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**Indemnización a los propietarios afectados**											
	NA	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							2					
Tenencia de la tierra.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	**-11**
Calidad de vida.	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	**16**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	**12**
												17

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**Desmonte**											
	NA	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							3					
Movimientos de materiales.	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	**-12**
Calidad del agua.	-1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	2	**-15**
Diversidad de la vegetación.	-1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	**-13**
Abundancia de la vegetación.	-1	1	1	1	1	2	2	2	1	1	2	**-14**
Diversidad de la fauna.	-1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	**-17**
Abundancia de la fauna.	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	**-13**
Calidad visual.	-1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	**-15**
Fragilidad.	-1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	**-17**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	**11**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	**13**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	2	2	2	0	0	2		**11**
												-81

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**Despalme**											
	NA	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							4					
Movimientos de materiales.	-1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	**-15**
Relieve.	-1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	**-13**
Tipo de material	-1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	**-18**

Erodabilidad	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	**-11**
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	**-12**
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	**-10**
Acústica.	-1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	**-8**
Infiltración	-1	1	0	1	1	1	0	1	1	2	1	**-9**
Dinámica hidrológica.	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	**-14**
Calidad del agua.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	**-4**
Diversidad de la vegetación.	**-1**	1	1	1	**1**	**2**	2	1	2	1	1	**-13**
Abundancia de la vegetación.	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Diversidad de la fauna.	-1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	**-14**
Abundancia de la fauna.	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Calidad visual.	-1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	**-13**
Fragilidad.	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	**-12**
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	**10**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	**16**
												-153

Corte de lomeríos

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							5					
Movimientos de materales.	-1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	2	**-15**
Relieve.	-1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	**-13**
Tipo de material	-1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	**-18**
Inestabilidad	-1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	2	**-13**
Erodabilidad	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	**-11**
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	2	**-12**
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-10**
Acústica.	-1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	1	**-8**
Infiltración	-1	1	0	1	2	1	1	0	0	2	1	**-9**
Dinámica hidrológica.	-1	1	1	2	2	1	2	1	1	2	1	**-14**
Diversidad de la vegetación.	-1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	**-13**
Abundancia de la vegetación.	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Abundancia de la fauna.	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Calidad visual.	-1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	1	**-13**
Fragilidad.	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	**16**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	**18**
												-151

Movimientos de tierra

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							6					
Movimientos de materiales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**-11**
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	**-11**
Acústica.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-11**
Infiltración	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**-8**
Vialidad y transporte.	1	1	0	1	1	1	1	1	2	1	1	**10**
Asentamientos humanos.	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**-8**
Calidad de vida.	-1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	**-13**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	**7**
												-37

Nivelación y rellenos												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						7						
Movimientos de materiales.	-1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	**-16**
Relieve.	-1	1	1	2	2	2	2	1	2	2	2	**-17**
Tipo de material	-1	1	1	1	2	2	2	2	1	2	1	**-15**
Erodabilidad	-1	1	1	1	2	2	2	2	1	1	1	**-14**
Composición gaseosa.	-1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	**-18**
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-10**
Acústica.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	**-11**
Infiltacion	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	**-12**
Dinámica hidrológica.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	**-12**
Calidad visual.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	**-11**
Fragilidad.	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	**-12**
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	**13**
Seguridad en el trabajo.	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	**18**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1	**13**
												-104

Compactación												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						8						
Composición gaseosa.	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	**-9**
Aeropartículas minerales.	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	**-12**
Acústica.	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	**-12**
Infiltración	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	**-13**
Dinámica hidrológica.	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	**-13**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	1	**15**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	**12**
												-32

Trabajo y presencia humana en campo												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						9						
Calidad del agua.	-1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	0	**-6**
Abundancia de la fauna.	-1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	1	**-6**
Vialidad y transporte.	-1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**-8**
Calidad de vida.	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**8**
Generación de empleo.	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**8**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	1	1	1	0	1	0	1	1	1	**7**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	1	**6**
												9

CONSTRUCCIÓN

Obras de drenaje y subdrenaje.												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						10						
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	2	2	1	2	2	2	**-14**
Infiltración	1	1	0	1	2	1	1	0	0	2	2	**10**
Dinámica hidrológica.	1	1	0	2	1	0	2	0	0	2	1	**9**
Diversidad de la fauna.	1	1	0	2	1	1	2	2	2	2	2	**15**
Abundancia de la fauna.	-1	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	**-13**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**11**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
												29

	Colocación de base y subbase.											
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						11						
Movimientos de materiales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	**-11**
Relieve.	-1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	2	**-15**
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-10**
Composición gaseosa.	-1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	**-14**
Acústica.	-1	1	2	1	0	1	1	1	0	1	1	**-9**
Infiltración	-1	1	1	1	1	0	0	1	2	1	1	**-9**
Dinámica hidrológica.	-1	1	1	1	1	1	1	0	1	2	1	**-10**
Calidad visual.	-1	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	**-13**
Uso potencial del suelo.	-1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	**-14**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Medios de comunicación.	1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	1	**14**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	2	1	2	2	1	1	2	2	**15**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
												-44

	Construcción de Terraplenes.											
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						12						
Movimientos de materiales.	-1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	**-9**
Relieve.	-1	1	2	2	2	1	2	1	1	1	2	**-15**
Tipo de material	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-10**
Erodabilidad	-1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	2	**-14**
Composición gaseosa.	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	**-5**
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	**-5**
Acústica.	-1	1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	**-5**
Dinámica hidrológica.	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	**-12**
Abundancia de la fauna.	-1	1	2	1	1	1	1	2	2	2	1	**-14**
Calidad visual.	-1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	**-15**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	1	1	1	2	1	0	1	**10**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Medios de comunicación.	1	1	2	2	1	2	2	2	2	2	2	**18**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	**8**
												-57

	Estabilidad de taludes.											
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						13						
Movimientos de materiales.	-1	1	0	2	2	1	1	1	1	1	1	**-11**
Tipo de material	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	**10**
Inestabilidad	1	1	0	1	2	1	1	1	1	2	1	**11**
Erodabilidad	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	1	**12**
Infiltración	1	1	0	1	2	2	1	0	2	1	1	**11**
Abundancia de la vegetación.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**
Calidad visual.	-1	1	1	1	2	1	2	2	1	2	2	**-15**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	0	0	1	1	1	1	2	0	**8**
												57

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**Explotación de bancos de material.**

	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
						14						
Relieve.	-1	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1	**-15**
Tipo de material	-1	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	**-19**
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**-10**
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	1	0	0	1	0	0	2	1	**-7**
Acústica.	-1	1	1	1	0	0	1	0	0	2	1	**-7**
Abundancia de la vegetación.	-1	1	0	2	2	1	1	2	1	1	2	**-13**
Abundancia de la fauna.	-1	1	1	2	0	1	1	1	1	2	2	**-12**
Calidad visual.	-1	1	1	2	0	1	1	1	1	2	2	**-12**
Fragilidad.	-1	1	0	1	0	1	1	1	1	2	2	**-10**
Tenencia de la tierra.	1	1	1	2	0	1	1	1	1	2	2	**12**
Uso potencial del suelo.	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2	2	**11**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
												-60

Acarreos de material.

ATRIBUTOS AMBIENTALES	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
						15						
Tipo de material	-1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	**-11**
Composición gaseosa.	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	**-8**
Aeropartículas minerales.	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	**-8**
Acústica.	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	**-8**
Vialidad y transporte.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**-11**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	0	0	0	1	1	1	1	2	0	**7**
												-18

Operación de maquinaria y equipo.

ATRIBUTOS AMBIENTALES	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
						16						
Composición gaseosa.	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	**-8**
Acústica.	-1	1	2	1	0	0	1	0	0	2	1	**-8**
Abundancia de la fauna.	-1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1	**-5**
Vialidad y transporte.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**-11**
Seguridad en el trabajo.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**
Generación de empleo.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	0	**6**
												-8

Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.

ATRIBUTOS AMBIENTALES	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
						17						
Contaminación	-1	1	0	1	1	1	1	0	1	2	0	**-8**
Erodabilidad	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	**-8**
Composición gaseosa.	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	**-8**
Aeropartículas minerales.	-1	1	0	1	1	0	1	0	1	2	1	**-8**
Acústica.	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	**-6**
Calidad visual.	-1	2	0	2	1	1	1	2	2	1	1	**-13**
Tenencia de la tierra.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	**10**
Seguridad en el trabajo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	0	1	1	1	2	1	2	1	**11**

Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	**11**
												3

Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						18						
Contaminación	-1	1	0	0	1	1	1	0	0	2	1	**-7**
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	2	1	**-9**
Acústica.	-1	1	1	1	1	0	1	0	1	2	1	**-9**
Abundancia de la fauna.	-1	1	1	1	1	2	2	1	2	2	2	**-15**
Calidad visual.	-1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	2	**-17**
Fragilidad.	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	**-12**
Uso potencial del suelo.	-1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	**-16**
Vialidad y transporte.	1	1	2	2	2	1	1	2	1	2	2	**16**
Asentamientos humanos.	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	**15**
Calidad de vida.	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	**13**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1		1	1	2	1	**10**
Medios de comunicación.	1	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	**14**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	2	**13**
												-4

Manejo y disposición de residuos de obra												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						19						
Contaminación	1	1	0	0	1	0	0	1	0	2	0	**5**
Calidad del agua.	-1	1	0	1	1	2	2	1	1	2	1	**-12**
Calidad visual.	-1	1	0	1	1	1	1	2	2	2	1	**-12**
Tenencia de la tierra.	-1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	**-13**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**
												-12

Señalamientos.												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						20						
Calidad del agua.	-1	1	0	2	1	1	2	1	2	1	1	**-12**
Calidad visual.	-1	1	0	2	2	1	2	1	1	1	2	**-13**
Vialidad y transporte.	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	**16**
Seguridad en el trabajo.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	**10**
Calidad de vida.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	**10**
Medios de comunicación.	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	**16**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	0	**8**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	2	**17**
												63

Áreas verdes.												
ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
						21						
Erodabilidad	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	**8**
Composición gaseosa.	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	**8**
Infiltración	1	1	0	1	0	0	1	1	1	2	1	**8**
Diversidad de la vegetación.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**
Abundancia de la vegetación.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**

Diversidad de la fauna.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	**10**
Abundancia de la fauna.	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	1	**13**
Calidad visual.	1	1	0	2	2	1	1	2	1	1	2	**13**
Fragilidad.	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	2	**14**
Tenencia de la tierra.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**9**
Calidad de vida.	1	1	0	0	1	1	1	1	1	2	1	**9**
Generación de empleo.	1	1	1	2	2	1	1	2	2	1	2	**15**
Medios de comunicación.	1	1	1	2	2	1	1	2	2	2	2	**16**
												141

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Tránsito vehicular.

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							22					
Composición gaseosa.	-1	2	2	2	0	0	1	1	2	2	2	**-14**
Acústica.	**-1**	2	2	2	0	0	1	1	2	2	2	**-14**
Diversidad de la fauna.	**-1**	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	**-18**
Abundancia de la fauna.	**-1**	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	**-18**
Vialidad y transporte.	**1**	1	1	1	1	0	1	2	2	2	2	**13**
Asentamientos humanos.	**-1**	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**-8**
Seguridad en el trabajo.	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Calidad de vida.	**1**	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	**1**	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	**8**
Medios de comunicación.	**1**	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	**12**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	**7**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	**1**	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	**8**
												-2

Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							23					
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	0	0	0	1	0	2	1	**-7**
Calidad visual.	1	1	1	1	2	0	1	2	2	2	2	**14**
Vialidad y transporte.	1	1	2	1	0	1	1	1	1	2	2	**12**
Calidad de vida.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Medios de comunicación.	1	1	2	1	1	1	0	2	1	2	2	**13**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	2	1	1	1	0	2	1	2	2	**13**
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	**10**
												77

Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.

ATRIBUTOS AMBIENTALES	**NA**	**IN**	**EX**	**MO**	**PE**	**RV**	**MC**	**SI**	**AC**	**EF**	**PR**	**I**
							24					
Contaminación	1	1	0	0	1	0	0	1	0	2	0	**5**
Calidad visual.	1	**1**	**1**	1	0	1	1	2	2	2	1	**12**
Uso potencial del suelo.	1	**1**	**1**	1	0	1	1	2	2	2	1	**12**
Asentamientos humanos.	-1	**1**	**1**	1	2	1	1	2	2	2	2	**-15**
Calidad de vida.	1	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Generación de empleo.	1	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Medios de comunicación.	1	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**
Consumo de bienes y servicios locales.	1	**1**	**1**	1	1	1	1	1	1	2	1	**11**

5.3.2. Selección y descripción de los impactos significativos.

Una vez que se identificaron las interacciones de impactos y después de haber presentado la descripción de Impactos ambientales significativos, se tiene que como ocurre en cualquier proyecto de desarrollo los impactos ambientales se manifiestan en diferentes intensidades, etapas y actividades.

Tabla 5.12. Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades.

IMPACTOS NEGATIVOS		
CATEGORÍA	**LÍMITE INFERIOR**	**LÍMITE SUPERIOR**
Alto Negativo	-104	-151
Medio Negativo	-53	-103
Bajo Negativo	-2	-52
IMPACTOS POSITIVOS		
CATEGORÍA	**LÍMITE INFERIOR**	**LÍMITE SUPERIOR**
Alto Positivo	96	141
Medio Positivo	50	95
Bajo Positivo	3	49

En la siguiente tabla se muestra las actividades con la mayor impactabilidad, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

Tabla 5.13. Impactos ambientales negativos relevantes.

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	***PONDERACIÓN***	***CATEGORÍA***	***ACUMULACIÓN***	***% DE ACUMULACIÓN***
Despalme	-153	Alto Negativo	2	1.31
Corte de lomeríos	-151	Alto Negativo	49	32.03
Nivelación y rellenos	-104	Alto Negativo	72	47.06
Desmonte	-81	Medio Negativo	93	60.78
Explotación de bancos de material.	-60	Medio Negativo	96	62.75
Construcción de Terraplenes.	-57	Medio Negativo	109	71.24
Colocación de base y subbase.	-44	Bajo Negativo	116	75.82
Movimientos de tierra	-37	Bajo Negativo	121	79.08
Compactación	-32	Bajo Negativo	135	88.24
Acarreos de material.	-18	Bajo Negativo	141	92.16
Manejo y disposición de residuos de obra	-12	Bajo Negativo	145	94.77
Operación de maquinaria y equipo.	-8	Bajo Negativo	149	97.39
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	-4	Bajo Negativo	151	98.69
Tránsito vehicular.	-2	Bajo Negativo	153	100.00

La siguiente gráfica muestra la acumulación porcentual de las actividades con los impactos ambientales más significativos, hasta alcanzar el 100%, pero con la inclusión de su descripción y respectivas medidas de mitigación en el texto respectivo.

Para el proyecto la etapa de construcción destaca con la mayor de las actividades que causan impactos negativos con 7 sumando una ponderación de -203. Sin embargo, la etapa de preparación del sitio presento 6 actividades con impactos negativos y una ponderación -550 siendo la etapa más impactante del proyecto. Cabe señalar que la impactabilidad de las actividades puede reducirse al implementar medidas de prevención y mitigación; para la etapa de construcción solo hay una actividad con efectos negativos, pero se considera insignificante solo presento -2 de ponderación de acurdo a la matriz de impactos realizada.

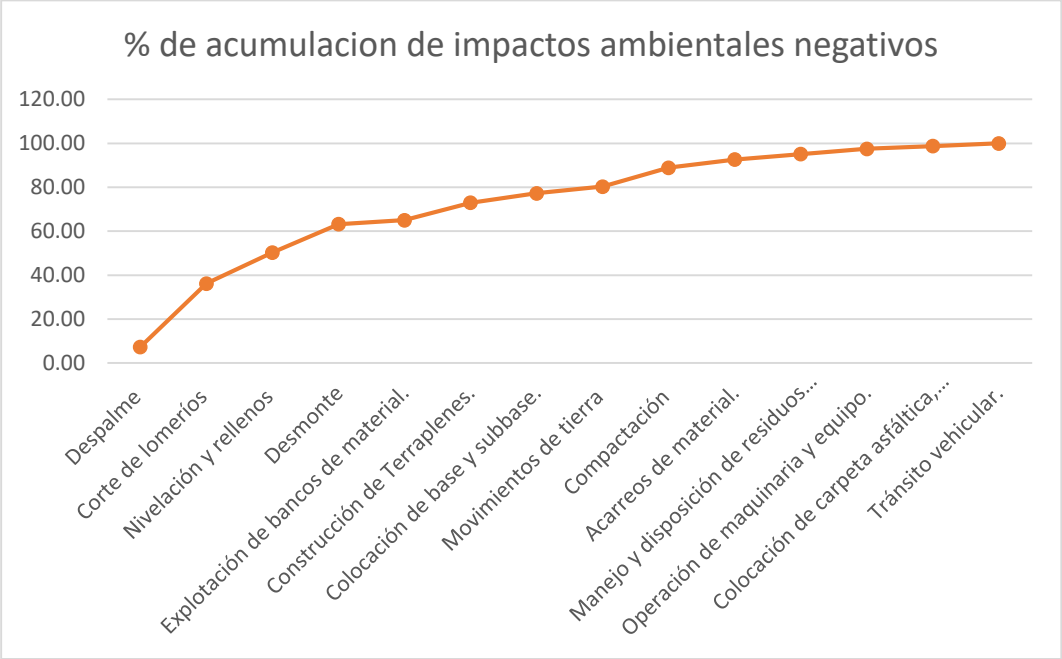


Figura 5.2. Acumulación de impactos negativos

Como se observa en la gráfica las actividades que generan los principales impactos significativos son las seis primeras, que alcanzan el 71.24%, prácticamente estas actividades generan los mayores impactos negativos toda la construcción del proyecto. A continuación en la siguiente tabla, se presenta la descripción de los impactos ambientales significativos del proyecto.

Tabla 5.14. Descripción de los impactos ambientales negativos significativos del proyecto

ACTIVIDAD DE PROYECTO	***IMPACTO GENERADO***
Despalme. *(-153)* *(Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 1.3%)*	La integración del proyecto, requiere la desaparición permanente del suelo, a lo largo del derecho de vía en toda la trayectoria sobre las áreas a utilizar, asociado a la desaparición de la vegetación y de los horizontes edáficos, la modificación del relieve y del patrón de escorrentía superficial, por lo cual se promoverá la erosión del suelo, así como la generación temporal y local de gases de combustión a la atmósfera, polvos y ruidos, por el uso de maquinaria, vehículos y equipo pesado, para realizar el movimiento de materiales. La eliminación de la capa edáfica superficial, es una afectación permanente e irreversible, eliminando el sustrato fértil y exponiendo el material geológico a procesos de intemperismo. En los lomeríos cercanos a los causes de agua presentes, habrá la incorporación temporal de

ACTIVIDAD DE PROYECTO	IMPACTO GENERADO
	materiales a los cauces hidrológicos y el incremento temporal de sedimentos, que puede incidir en la alteración temporal de la calidad del agua y la fauna, disminuyendo temporalmente la densidad faunística.
Cortes de los lomeríos. (-151) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 32.04%)	La realización de los cortes representan actividades esenciales de la preparación del sitio, con el objetivo de abrir el conjunto de lomeríos que se presentan durante la trayectoria del proyecto, con el objetivo de conformar y modificar de forma permanente la geomorfología de los lomeríos (aunado a los someros horizontes del suelo) y con un uso agrícola, ganadero y en algunos sitios forestal principalmente, para permitir una trayectoria más lineal del proyecto y favorecer el tráfico vehicular sin problemas de curvas horizontales ni verticales. Esta actividad provocará inestabilidad de los taludes, debido a que se trata de una matriz de rocas volcánicas, con una ligera fragmentación, semi consolidadas, con intemperismo acentuado que provocará subsecuentes caídas de materiales y fragmentos, afectando a vehículos y el cuerpo de la carretera. Estas actividades se asocian al transporte y movimiento de materiales con equipo pesado y movimiento de vehículos de carga y personal, que en consecuencia generan, de forma permanente y puntual, la eliminación de la cubierta vegetal, erosión del suelo, denudación del material geológico, modificación del relieve y temporalmente, ruidos, emisiones a la atmósfera y polvos fugitivos, así como afectaciones directas a la fauna, tanto a los organismos como a sus nichos y madrigueras, así como su ahuyentamiento temporal. Esta actividad genera el impacto ambiental más significativo.
Nivelación y rellenos. (-104) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 32.03%)	Las actividades de nivelación y rellenos, incluyendo la compactación se derivan de un intenso uso de vehículos de carga, equipo y maquinaria pesada, que habrá de realizar el movimiento de tierras, generando diferentes impactos ambientales, como son afectaciones puntuales y temporales, de la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos y a mediano plazo la compactación del suelo e intemperismo de los materiales geológicos, de notoria fragilidad. Se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, destacando las poblaciones de lento desplazamiento principalmente reptiles.
Desmonte (-81) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 60.78%)	El desmonte de 2.3 ha de la vegetación, en tramos parciales de la trayectoria del proyecto, es un impacto de moderada magnitud e importancia, ya que elimina por completo la cubierta vegetal, conformada de herbáceas de carácter pionero y secundario, de baja resiliencia, y organismos adaptados a este ambiente tanto de bosque que se encuentran presente, para permitir el inicio a las siguientes actividades, como es el despalme y continuar con la integración del proyecto. Indirectamente son afectados la fauna, el hábitat así como algunas propiedades particulares. Es un impacto permanente, que conduce a la reducción de la cobertura vegetal y del hábitat para la fauna, de comunidades vegetales cuya reintegración requiere un largo plazo y esfuerzos importantes, debido a la severa restricción de suelos escasamente desarrollados y una escasa precipitación pluvial.
Explotación de bancos de material (-60) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 62.75%)	Los materiales derivados de los bancos de materiales, tendrán que ser extraídos, triturados e transportados hacia los frentes de trabajo, para el relleno y nivelación de las áreas proyectadas. Lo anterior provocara localmente y de manera temporal, ruidos, polvos, gases de combustión, así como la presencia de equipo, maquinaria y vehículos de carga; es un impacto temporal y local, que cesará al término de las actividades previas a la culminación del proyecto.

ACTIVIDAD DE PROYECTO	IMPACTO GENERADO
	El transporte de los materiales producirá de forma temporal, la emisión de ruido de los motores, gases de combustión y polvos, principalmente durante la temporada de sequía, con efectos indirectos en la fauna local, vegetación y zonas urbanas. Recibe la categoría de impacto significativo, aunque no está asociado directamente al proyecto de la carretera, debido a que el terreno del banco de material será prácticamente transformado y sin la posibilidad de retornar a sus condiciones originales. Como medida de mitigación adicional se puede utilizar el material obtenido de los cortes de los lomeríos, que puede ser utilizado en la nivelación y relleno. Sin embargo, es necesario que se solicite al dueño del banco de materiales, lleva a cabo un programa de protección y restauración ecológica de los terrenos sujetos a explotación, considerando la protección a todos los recursos naturales que existiesen en el sitio. Estas actividades se asocian a la generación de los principales impactos significativos, lo cual hace necesario que la inclusión de las medidas de mitigación se debe iniciar simultáneamente con el arranque de las actividades iniciales de la obra.
Construcción de Terraplenes. (-57) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 71.24%)	La colocación de los terraplenes a lo largo del derecho de vía sobre los lomeríos, habrá de requerir la operación de maquinaria pesada, vehículos de carga y equipo, lo cual se traduce en afectación local y temporal, de la calidad del aire con gases de combustión y partículas, así como el ahuyentamiento de la fauna local. De manera permanente ocurre el cambio del uso actual del suelo, la desaparición de los horizontes edáficos y la creación de una barrera física que modificará el drenaje superficial, requiriendo la incorporación de las obras de drenaje y subdrenaje. De manera indirecta y sobre los lomeríos con pendientes bajas y medias, puede producir caídas de materiales ladera abajo, que puede incidir en los cauces de las corrientes e incrementar los sólidos en suspensión. Estas actividades presentan los impactos regionales, permanentes e irreversibles y con bajas posibilidades de mitigar o atenuar las afectaciones derivadas.
Colocación de base y subbase. (-61) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 75.82%)	La colocación de la base y sub-base requiere el movimiento de los camiones de carga con materiales, cuya presencia tendrá afectaciones a la calidad del aire y acústica, de un carácter puntual y temporal, cuyas principales afectaciones son los residuos de materiales gravosos, los cuales deben ser integrados al programa integral de residuos y principalmente ser reutilizados dentro del mismo sitio.

Por otra parte, después de la ponderación realizada, se tiene una categorización de los impactos ambientales positivos dentro de los cuales los más significativos se derivan de las actividades de áreas verdes, señalamientos, colecta y transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía, estabilidad de taludes, trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía; la actividad que destaca es la exigencia de un permanente mantenimiento de la reincorporación de especies vegetales (áreas verdes), que repercuten en la fauna silvestre y paisaje.

La siguiente tabla muestra las actividades con impactos positivos derivadas del proyecto.

Tabla 5.15. Impactos ambientales positivos

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	PONDERACIÓN	CATEGORÍA	ACUMULACIÓN	% DE ACUMULACIÓN
Áreas verdes.	141	Alto Positivo	64	45.39
Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).	77	Medio Positivo	78	55.32
Señalamientos.	63	Medio Positivo	83	58.87
Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	58	Medio Positivo	84	59.57
Estabilidad de taludes.	57	Medio Positivo	109	77.30
Delimitación del derecho de vía	32	Bajo Positivo	112	79.43
Obras de drenaje y subdrenaje.	29	Bajo Positivo	124	87.94
Indemnización a los propietarios afectados	17	Bajo Positivo	132	93.62
Trabajo y presencia humana en campo	9	Bajo Positivo	138	97.87
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	3	Bajo Positivo	141	100.00

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos por l construcción del proyecto.

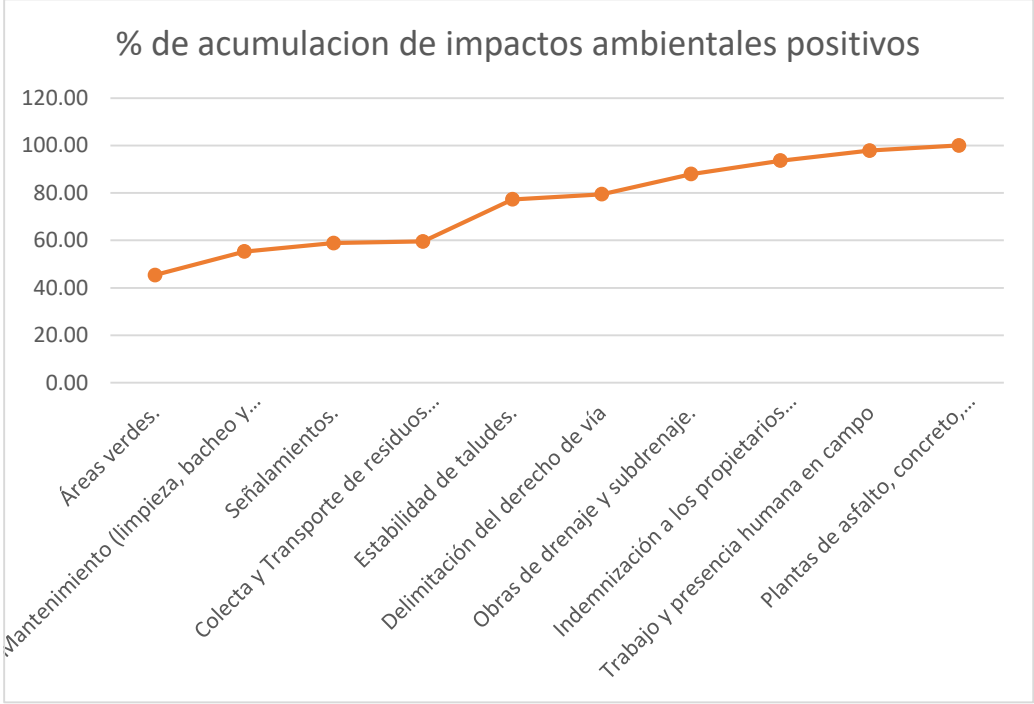


Figura 5.3. Actividades que producen Impactos significativos positivos

Se identificaron 24 actividades durante todas las etapas para el proyecto y 28 elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción. Con las variables analizadas se determinó el nivel de impactabilidad del proyecto, que es

del 61%, se evaluaron los impactos ambientales, y de manera subsiguiente del conjunto de actividades analizadas; lo anterior permitirá establecer o diseñar las medidas de mitigación encaminadas a reducir el nivel de afectación sobre cada uno de los elementos ambientales a lo largo de la vida del proyecto.

Para cuantificar las interacciones entre las actividades del proyecto y los elementos ambientales de los medios natural y socioeconómico se diseñó una matriz de correlación, la cual permite conocer el nivel de impactabilidad de las actividades y el nivel de afectabilidad de los elementos sociales, económicos o naturales. De esta manera se tiene un índice que resulta en un número para una categorización y mejor comprensión del impacto ambiental generado por el proyecto. Estos índices permiten deducir dentro de una escala predeterminada de 0 a 20, valores que pueden ser negativos y positivos y en escala porcentual, la relación entre el agente generador de impactos con el elemento impactado; el primero califica de cada una de las actividades del proyecto su capacidad de generar impactos sobre los diferentes elementos analizados, mientras que el segundo permite conocer cuáles serán los elementos más afectados.

De esta manera se conocen las actividades que propician desde una sola afectación hasta aquellas que son capaces de provocar un amplio espectro de impactos al medio; por otra parte, en ésta interacción identificada, se reconoce los elementos más susceptibles de ser afectados por una sola actividad o por varias durante cada una de las etapas del proyecto.

Matriz de identificación de impactos

La matriz de identificación de impactos permite identificar las interacciones que tendrá una actividad con cada uno de los elementos del ambiente, identificando si puede o no generar un impacto; cada uno de estas interacciones constituye la primera hipótesis de las posibilidades de la identificación de impactos ambientales:

Tabla 5.16. Interacción de Actividades

Total de actividades del proyecto	*Total de atributos ambientales*	*Interacciones potenciales*
24	28	672

Identificación de Impactos ambientales generados

La identificación de los impactos ambientales a partir de la matriz de interacción, entre las actividades del proyecto con los elementos del medio natural y socioeconómico, resulta en un total de 246 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

Tabla 5.17. Distribución de los impactos porcentuales

	Preparación del sitio	***Construcción***	***Operación y mantenimiento***
Impactos detectados	93	125	28
% de impactos	37.80%	50.81%	11.38%

En esta tabla se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante la etapa de Construcción, la cual concentra el 50.81% de los impactos ambientales identificados. Destaca por otra parte la Etapa de Preparación del sitio con 37.80%, la etapa de Operación y Mantenimiento es donde se presentan menos impactos con el 11.38%.

A partir de la ponderación o evaluación de los impactos ambientales considerando los atributos de los impactos, se puede construir una tabla que representa el nivel o ponderación del grado de impactabilidad de cada una de las distintas etapas del proyecto, permitiendo anticiparse a las necesidades de establecer el conjunto de medidas de mitigación necesarias para atenuar los efectos negativos que habrían de presentarse a lo largo de la vida del proyecto. La siguiente tabla concentra la ponderación de cada etapa del proyecto analizado.

Tabla 5.18. Concentración de la ponderación de los impactos ambientales por etapa

IMPACTOS NEGATIVOS		
Etapas del proyecto	**Ponderación**	**%**
Etapa de preparación del sitio	-558	73.13
Etapa de construcción	-203	26.61
Etapa de operación y mantenimiento	-2	0.26
Total	-763	100
IMPACTOS POSITIVOS		
Etapas del proyecto	**Ponderación**	**%**
Etapa de preparación del sitio	58	11.93
Etapa de construcción	293	60.29
Etapa de operación y mantenimiento	135	27.78
Total	486	100

En la tabla anterior se observa que la etapa de construcción muestra los principales beneficios concentrando el 60%, mientras que la etapa de Preparación del sitio es donde se muestra los mayores impactos negativos con 68.90%. En conclusión, se tiene que las medidas de mitigación tienen que estar encaminadas de manera preferente, hacia esta etapa, las cuales incluyen actividades de alta impactabilidad, ejerciendo sus efectos adversos en el espacio seleccionado para el proyecto.

5.3.3. Indicadores de impacto.

A continuación, se presenta una serie de índices cuantitativos que permiten evaluar la dimensión de las alteraciones que podrán producirse como consecuencia de la integración del proyecto, donde se ha considerado incluir aquellos que puedan ser representativos, relevantes, medibles y de fácil identificación y seguimiento.

Por otra parte, y dado que estos indicadores de impacto varían a lo largo del tiempo, de acuerdo a la etapa en que se encuentra, se presentan para cada fase del proyecto la factibilidad de su aplicación, cuyo nivel de detalle y cuantificación se irán evaluando, analizando y atendiendo con la medida de mitigación respectiva, de acuerdo al momento del desarrollo del proyecto.

Tabla 5.19. Factores ambientales impactados por etapa del proyecto

FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA		
		PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	MANTENIMIENTO
Geomorfología y relieve	Superficie afectada de la geomorfología	X	X	
Vegetación	Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato Numero de organismos arbóreos propagados Supervivencia de organismos arbóreos sembrados Superficie rehabilitada con vegetación local.	X	X	
Fauna	Número de organismos reubicado Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados Número de cursos de educación y capacitación ambiental	X	X	X
Suelo	Volumen de suelo almacenado y reutilizado	X	X	X
Hidrología Superficial	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	X	X	X
Seguridad en el transporte	Número de accidentes ocurridos en el proyecto y lugar de incidencia			X
Seguridad e higiene en el trabajo	Número de accidentes laborales por actividad	X	X	X

Como se observa en la tabla anterior, los Indicadores de Impacto Ambiental seleccionados cubren todos los factores ambientales que se identificaron como susceptibles de sufrir algún tipo de afectación, lo cual permite un monitoreo, valoración y atención a la calidad ambiental de los diferentes atributos y en consecuencia, tener presente la necesidad de dar cumplimiento a las medidas de mitigación precisas para atender y compensar las modificaciones negativas que habrán de ocurrir por la realización del proyecto.

5.3.3.1. Lista indicativa de indicadores de impacto

En la siguiente tabla se detallan los indicadores de impacto ambiental enunciados para el proyecto, incluyendo la forma de evaluación o medición, así como el comportamiento del indicador a lo largo del tiempo.

Tabla 5.20. Cuantificación y seguimiento de los indicadores de Impacto ambiental

INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	*ELEMENTOS DE EVALUACIÓN*
Superficie de la geomorfología afectada	Evaluar la modificación del relieve y vigilar la inestabilidad de la roca y cuantificar la superficie inicial sin afectación, y posteriormente de manera periódica cuantificar el área afectada, señalando las áreas con mayor grado de riesgo de derrumbes y movimientos de material. Se puede incluir accidentes y daños a los vehículos.
Superficie afectada por tipo de cobertura vegetal	Cuantificar la superficie inicial que presenta una cobertura vegetal y posteriormente cuantificar la superficie final afectada por las actividades del proyecto.
Volumen de vegetación triturada y reincorporada al suelo como sustrato	Estimar el volumen de vegetación triturada y adicionada al suelo recuperado, lo cual da como resultado el volumen final reutilizado.
Número de organismos propagados	Considerar el número de especies protegidas o endémicas propagadas, ya sea mediante su propagación vegetativa u otro tipo de germoplasma.
Supervivencia de organismos sembrados	Desarrollar campañas de revegetación en diferentes espacios, ya sea predios aledaños al derecho de vía o terrenos en recuperación, o de interés ecológico y cuantificar el número de organismos sembrados y la tasa de sobrevivencia.
Superficie rehabilitada con vegetación local.	Estimar la superficie rehabilitada por la incorporación de vegetación local de interés.
Número de organismos reubicados	Cuantificar el número de organismos de especies endémicas o de interés ecológico, que son reubicados a lo largo del proceso de integración del proyecto.
Madrigueras o nidos rescatados y reubicados.	Cuantificar el número de madrigueras o nidos rescatados y que son reubicados a lo largo del proceso de integración del proyecto.
Cursos de educación y capacitación ambiental	Número de cursos de educación y capacitación ambiental ofrecidos a la población local y trabajadores de la empresa constructora.
Volumen de suelo almacenado y reutilizado	Cuantificar el volumen de suelo retirado y almacenado, para posteriormente ser utilizado otros terrenos de interés particular de la población o en el arrope de taludes
Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial	Cuantificar el número de eventos que depositaron material incidentalmente en los arroyos intermitentes, analizando sus condiciones, afectadas, como turbidez, sólidos suspendidos totales, conductividad eléctrica y color.
Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	Cuantificar el número de eventos que depositaron incidentalmente en todos los arroyos intermitentes, estimando la cantidad de sólidos suspendidos totales, al inicio y posterior al desarrollo de las actividades directamente ligadas con el proyecto.
Número de accidentes laborales por actividad	Llevar periódicamente un registro pormenorizado de los accidentes e incidentes de todas las actividades de preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto.

5.3.4. Ponderación de los impactos ambientales

Dentro de la ponderación de los impactos ambientales identificados se tiene la siguiente tabla que muestra la jerarquía de los efectos negativos producidos por la construcción de la carretera, donde destaca las actividades de Composición gaseosa, Calidad visual, Acústica, Relieve, Abundancia de la fauna, Movimientos de materiales, Aeropartículas minerales, Tipo de material, Erodabilidad, Dinámica hidrológica, Fragilidad, Calidad del agua, Infiltración, Diversidad de la vegetación, Abundancia de la vegetación, Diversidad de la fauna, Asentamientos humanos, Tenencia de la tierra e Inestabilidad.

Al analizar los diversos factores ambientales afectados por las distintas etapas del proyecto, existe una asociación entre los factores físicos como son el efecto negativo de la modificación permanente e irreversible del relieve y paisaje geomorfológico, por los cortes, trazo y nivelación, la extracción, movimiento y transporte de material y afectaciones al conjunto de factores bióticos y disminución de la cobertura vegetal y la migración de comunidades faunísticas, aunado a la modificación del hábitat.

La compasión gaseosa es el atributo ambiental más impacto de manera negativa y se presenta asociado al aire, sin embargo, es de carácter local, temporal e intermitente. La siguiente tabla muestra la ponderación de los impactos negativos por factor ambiental.

Tabla 5.21. Factores ambientales relevantes afectados

ATRIBUTOS AMBIENTAL	*Impacto global*	*Frecuencia*	*Impacto ponderado*	*Categoría*
Composición gaseosa.	-138	15	-9.2	ALTO
Calidad visual.	-123	15	-8.2	ALTO
Acústica.	-116	13	-8.9	ALTO
Abundancia de la fauna.	-107	11	-9.7	ALTO
Movimientos de materiales.	-100	8	-12.5	ALTO
Relieve.	-88	6	-14.7	MEDIO
Tipo de material	-81	7	-11.6	MEDIO
Aeropartículas minerales.	-81	9	-9.0	MEDIO
Dinámica hidrológica.	-66	7	-9.4	MEDIO
Erodabilidad	-62	9	-6.9	MEDIO
Fragilidad.	-61	7	-8.7	MEDIO
Calidad del agua.	-49	5	-9.8	MEDIO
Abundancia de la vegetación.	-33	6	-5.5	BAJO
Infiltración	-31	9	-3.4	BAJO
Diversidad de la vegetación.	-30	3	-10.0	BAJO
Diversidad de la fauna.	-24	5	-4.8	BAJO
Asentamientos humanos.	-16	4	-4.0	BAJO
Tenencia de la tierra.	-8	6	-1.3	BAJO
Contaminación	-5	4	-1.3	BAJO
Inestabilidad	-2	2	-1.0	BAJO

Por otra parte, las actividades constructivas del proyecto, producen efectos positivos sobre algunos factores ambientales, los cuales se presentan en la siguiente tabla, y que después

de la ponderación realizada, muestran una tendencia hacia recibir más beneficios, que afectaciones en sus componentes.

Tabla 5.22. Factores ambientales beneficiados relevantes

ATRIBUTOS AMBIENTAL	IMPACTO GLOBAL	FRECUENCIA	IMPACTO PONDERADO	CATEGORÍA
Generación de empleo.	260	23	11.3	ALTO
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	155	14	11.1	MEDIO
Seguridad en el trabajo.	138	12	11.5	MEDIO
Medios de comunicación.	125	9	13.9	MEDIO
Consumo de bienes y servicios locales.	124	13	9.5	MEDIO
Calidad de vida.	77	9	8.6	BAJO
Uso potencial del suelo.	37	8	4.6	BAJO
Vialidad y transporte.	28	7	4.0	BAJO

El impacto más significativo es la generación de empleos y pertenece al factor socioeconómico, se encuentra presente 23 de las 24 actividades del proyecto, sin embargo, es temporal para la mayoría de los casos. Por otra parte la ponderación ambiental con menor presencia es la vialidad y transporte del factor elementos urbanos.

Al analizar tanto los efectos negativos como los positivos generados sobre los distintos atributos del ambiente a lo largo de todas las etapas necesarias para integrar el proyecto, se obtiene una primera aproximación de los impactos ponderados y la magnitud de ellos sobre los factores ambiéntales afectados. La siguiente tabla muestra la jerarquía de los atributos afectados dentro del SAR:

Tabla 5.23. Atributos afectados y su impacto residual

ATRIBUTOS AMBIENTAL	Impacto ponderado	Categoría	Impacto residual
Composición gaseosa.	-9.2	ALTO	REVERSIBLE
Calidad visual.	-8.2	ALTO	MITIGABLE
Acústica.	-8.9	ALTO	REVERSIBLE
Abundancia de la fauna.	-9.7	ALTO	MITIGABLE
Movimientos de materiales.	-12.5	ALTO	REVERSIBLE
Relieve.	-14.7	MEDIO	IRREVERSIBLE
Tipo de material	-11.6	MEDIO	IRREVERSIBLE
Aeropartículas minerales.	-9.0	MEDIO	REVERSIBLE
Dinámica hidrológica.	-9.4	MEDIO	IRREVERSIBLE
Erodabilidad	-6.9	MEDIO	IRREVERSIBLE
Fragilidad.	-8.7	MEDIO	REVERSIBLE
Calidad del agua.	-9.8	MEDIO	MITIGABLE
Abundancia de la vegetación.	-5.5	BAJO	MITIGABLE
Infiltración	-3.4	BAJO	MITIGABLE
Diversidad de la vegetación.	-10.0	BAJO	MITIGABLE

Diversidad de la fauna.	-4.8	BAJO	MITIGABLE
Asentamientos humanos.	-4.0	BAJO	MITIGABLE
Tenencia de la tierra.	-1.3	BAJO	MITIGABLE
Contaminación	-1.3	BAJO	MITIGABLE
Inestabilidad	-1.0	BAJO	MITIGABLE

Con base en la información analizada del Capítulo II, los datos obtenidos de los estudios ambientales del Capítulo IV y la opinión de expertos y las diversas técnicas de evaluación de impacto ambiental utilizadas en el presente Capítulo, se estima que el proyecto generará en lo general una serie de impactos ambientales de naturaleza negativa, sin embargo, considerando los resultados de los análisis se identificaron los impactos ambientales determinando cuales son significativos sin medidas, y que derivado de la aplicación de las mismas, ningún impacto se consideró relevante. En adición a lo anteriormente expuesto, en el Capítulo VI se presentarán las medidas mediante las cuales se podrá prevenir y mitigar la relevancia de dichos impactos, con lo cual el proyecto, en términos ambientales, es viable en todas sus secciones.

Es factible aseverar que el proyecto se ajusta a lo establecido en el artículo 35 de la LGEEPA respecto a que la presente MIA-R y en particular la identificación y evaluación de impactos presentada evidenció que los posibles efectos de las actividades del proyecto no pondrán en riesgo la estructura y función de los ecosistemas descritos en el SAR.

Con el análisis de las posibles interacciones que el proyecto pudiera tener con componentes y procesos ambientales del SAR a distintas escalas geográficas, tal y como se expresa en la matriz de impactos se puede concluir lo siguiente.

Las conclusiones del presente Capítulo permiten señalar que se respeta la integridad funcional de los ecosistemas, ya que como se identificó, los componentes ambientales que por sí mismos son relevantes, no serán afectadas de forma significativa ya que en todos los casos las áreas de distribución de las mismas son mayores al propio SAR y de forma específica se afectarían a individuos (diversidad alfa o local) sin que ello represente efectos negativos a poblaciones y mucho menos a especies como tales en la escala regional (conservación de la diversidad beta y gamma).

Consecuentemente, se aportan elementos que evidencian que la conservación de la biodiversidad regional demuestra que el proyecto no puede ocasionar que una o más especies sean declaradas como amenazadas o en peligro de extinción o que si bien se afectará el hábitat de individuos de flora y fauna, no se afecta a la especie como tal, quedando fuera del supuesto establecido en el artículo 35, numeral III, inciso b) de la LGEEPA. Adicionalmente, en el Capítulo VI se presentarán las medidas necesarias para prevenir, mitigar, restaurar, o compensar, según sea el caso, los impactos ambientales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto e integrarlas de manera precisa y coherente en el marco del Sistema de Manejo Ambiental específico para el proyecto, cuya ejecución permitirá no ocasionar ningún impacto que por sus atributos y naturaleza pueda provocar desequilibrios ecológicos de forma tal que se afecte la continuidad de los procesos naturales que actualmente ocurren en el SAR delimitado.

Finalmente, como resultado de las anteriores conclusiones es factible aseverar que el proyecto no generará:
1. Desequilibrios ecológicos.

2. Daños a la salud pública.
3. Afectaciones a los ecosistemas.

CAPÍTULO 6

6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES..... 243
6.1 GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL..... 243
6.2 AGRUPACIÓN DE IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COPMPENSACIÓN PROPUESTAS. 254
6.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS DEL PROYECTO, E ÍNDICES DE SEGUMIENTO PARA EVALUACIÓN DE ACCIONES REALIZADAS..... 260
6.3.1 Programa de rescate y reubicación de flora..... 261
6.3.2 Programa de rescate y reubicación de fauna..... 263
6.3.3 Programa de restauración ecológica 264
6.3.4 Programa de conservación de suelos..... 264
6.3.5 Propuesta para ubicación y dimensiones de pasos de fauna..... 265
6.3.6 Plan de Manejo Ambiental..... 266
6.4 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O DEL SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN..... 272
6.5 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS 277

6 ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES.

En el Capítulo V, fueron identificados y evaluados los impactos ambientales que potencialmente pueden inducir sobre le SAR por la construcción del proyecto y en virtud de que el objetivo de una evaluación de impacto ambiental es prevenir y corregir los efectos negativos que la realización de un proyecto pueda tener para el ambiente, en el presente Capítulo se proponen las medidas que atenderán a los impactos con mayor valor, es decir aquellos considerados como relevantes.

6.1 GESTIÓN Y PLANIFICACIÓN AMBIENTAL

La finalidad de la gestión y planificación ambiental es la definición tanto de estrategias como de medidas específicas que permitan orientar y conducir la correcta implementación de las obras y actividades previstas en el proyecto hacia esquemas conceptuales y metodológicos de desarrollo sostenible, incluyendo la previsión y realización de la gestión interna o externa necesaria, considerando los siguientes objetivos y acciones para alcanzarlos:

Monitoreo Ambiental. – El monitoreo ambiental del proyecto se contempla como la herramienta de verificación directa de los aspectos planificados y gestionados de acuerdo con los objetivos planteados en el punto anterior, y se basa en los siguientes objetivos:

- Vigilar el cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales de cada uno de los actores del proyecto en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento,
- Supervisar las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales identificados en las etapas de preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento del proyecto,
- Verificar la ejecución del Sistema de Manejo Ambiental del Proyecto, y
- Vigilar el estado de salud ambiental de los ecosistemas y recursos en la superficie del derecho de vía libra de obras y/o de afectaciones.

Las acciones específicas para alcanzarlos son las siguientes:

Cumplimiento de obligaciones ambientales. - Verificación directa del cumplimiento estricto de las obligaciones ambientales del Proyecto, incluyendo las medidas de mitigación que se contemplan en la presente MIA-R, las que le aplican conforme a la normatividad ambiental vigente, y las que determine como condicionante la SEMARNAT dentro del resolutivo de impacto ambiental.

Supervisión del proceso constructivo y de operación.- Establecimiento de acuerdos específicos para garantizar el cumplimiento de las obligaciones ambientales durante la etapa de construcción y su seguimiento con el responsable de la obra para que las determinaciones contempladas en los procesos de planeación y gestión sigan las rutas previstas, dando especial atención a la identificación de cambios que requieran autorización oficial previa y/o la implementación de medidas ambientales adicionales que aseguren la menor afectación ambiental.

Actividades e Indicadores de seguimiento de impacto ambiental determinados para las acciones de mitigación de afectaciones relevantes o significativas.

- Programa de rescate y reubicación de flora
- Programa de rescate y reubicación de fauna
- Programa de restauración ecológica
- Programa de conservación de suelos
- Propuesta para ubicación y dimensiones de pasos de fauna
- Plan de manejo y monitoreo ambiental.

En base a la información anterior, se identificaron diversas medidas de mitigación que pueden agruparse de acuerdo con lo que marca la guía aplicable a este proyecto:

- **Preventivas (PREV)**: aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- **Reducción (RED):** aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente, siendo afectada lo menos posible por la incidencia del proyecto.
- **Compensación (COM):** acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración.
- R**ehabilitación (REH)**: 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.

Es importante que todas las medidas de mitigación se realicen para garantizar que la ejecución del proyecto impacte lo menos posible al ecosistema, y que a mediano plazo pueda llevarse a cabo la implementación de las diferentes medidas de recuperación programadas. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. Otras medidas que tienen gran importancia son aquellas que mitigarán el mayor número de impactos o los impactos más significativos.

A continuación, se presenta una matriz en la que se establecen los compromisos a realizar para prevenir y/o mitigar los principales impactos ambientales de acuerdo con los componentes ambientales que podrían ser directa o indirectamente afectados durante la ejecución del proyecto. Así mismo en esta sección se presentan los componentes (impactos generados), cuya ejecución es prioritaria para lograr los objetivos de la manifestación en cuestión. Promoviendo la conservación y restauración ecológica; desarrollo comunitario y aprovechamiento de los recursos naturales; y capacitación.

Tabla 6.1. Medidas de Mitigación para los impactos generados por las actividades del proyecto

ACTIVIDADES DEL PROYECTO	***MEDIDAS DE MITIGACIÓN A LOS IMPACTOS GENERADOS***
Estabilidad de taludes	• Proteger los taludes mediante obras de conservación de suelos. • Asegurar la estabilidad de los y taludes, garantizando que no habrá deslizamientos de material ni caída de rocas que puedan alterar, en el futuro, la integridad mecánica de la ladera.

	• Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna y reubicación de sus madrigueras o nidos. • Establecer a los trabajadores prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones (capturas y cacería) que afecten a la fauna silvestre. • Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, uno por cada 15 trabajadores.
Nivelación	• Se intensifica el ahuyentamiento de la fauna, destacando las poblaciones de lento desplazamiento, como anfibios y reptiles. • Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo pesado, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. • Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de transporte de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. • Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación, quienes primero debieron de haber recibido la capacitación ambiental en materia de protección de los recursos bióticos existentes. • Permitir y favorecer durante todo el tiempo de obra y de forma permanente, el ahuyentamiento de la fauna, evitando su captura y muerte. • Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. • Evitar la acumulación innecesaria de materiales en la cercanía de cauces hidrológicos, procediendo a su retiro, evitando la caída incidental en los cuerpos de agua. • Mejorar las condiciones de drenaje superficial integrando drenajes y alcantarillas en los cruces con las líneas de escorrentía, para evitar las posibilidades de producir el potencial "efecto dique" a lo largo de las zonas planas de la trayectoria del Proyecto, así como evitar que se produzcan condiciones que pueden obstaculizar la movilidad de los organismos de la fauna silvestre de lento desplazamiento, como pequeños mamíferos, anfibios y reptiles. • Considerar en las obras de drenaje principalmente en los canales de riego, el diseño de los pasos de fauna para una menor afectación de estos organismos. • Evitar que permanezca la compactación del suelo, realizando acciones de escarificación en sitios donde hubo mucho paso de equipo y maquinaria pesada. • Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce del río o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final.
Despalme	• Almacenar el material de despalme en camellones a un costado de derecho de vía, asi conservar la capa superficial de suelo natural removido, para ser mezclado posteriormente con residuos vegetales y reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o revegetación y/o arrope de taludes. Es necesario remarcar que dentro del suelo se encuentran semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un excelente banco de germoplasma. • Utilizar el material despalmado como base o arrope final de los terraplenes, cunetas y/o en su defecto sobre las terrazas de las corrientes hidrológicas. • La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo a la maquinaria, equipo pesado y vehículos, asociado a un manejo integral de los residuos peligrosos y evitar la contaminación del suelo. • Evitar la caída de materiales al cauce de los arroyos temporales, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce.

	• Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 15 trabajadores, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los arroyos temporales o en terrenos baldíos, responsabilizando a la empresa arrendadora a su adecuada disposición final. • Promover el almacenamiento del suelo para contar con un banco de germoplasma (semillas inertes) que serán utilizadas en la futura integración en áreas que requieran su rehabilitación o revegetación.
Colocación de base y subbase	• Programar estas actividades durante la temporada de estiaje, para evitar las avenidas de agua que obstaculizarían y pueden poner en riesgo a los trabajadores y el desarrollo de la obra. • Evitar la caída de materiales al cauce de las corrientes hidrológicas, ya que pudiera provocar taponamientos y alteraciones de la dinámica hidrológica. • Realizar los trabajos, asegurando el tráfico libre y seguro de la población y visitantes que tienen la necesidad de cruzar la zona de obra, incluyendo vigilancia en días de trabajo y señalamientos suficientes en días de descanso, reforzadas con señalamientos luminosos durante la noche. • Evitar el "efecto dique" de la base y subbase, que pudiera provocar zonas de inundación estacional o afectar el drenaje superficial. Se debe integrar líneas de drenajes en las zonas bajas y adyacentes de la base y subbase, para evitar erosión y socavaciones de sus bases y líneas de escorrentía y simultáneamente garantizar el escurrimiento y dinámica hidrológica superficial. • Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo en el trazo del proyecto, el promover el ahuyentamiento de la fauna y la reubicación de nidos y madrigueras. • Establecer prohibiciones estrictas y sanciones para evitar acciones, por parte de los trabajadores, que afecten a la fauna silvestre y vegetación. • La empresa constructora debe otorgar y comprobar la capacitación ambiental permanente y periódica al personal integrado en todas estas actividades. • Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen las prohibiciones necesarias para evitar algún tipo de accidente. • Integrar medidas adicionales durante la temporada de lluvias, para evitar las afectaciones potenciales de ocasionales escorrentías torrenciales extremas sobre el gasto de los cuerpos de agua presente, incluyendo el conocimiento de los gastos máximos de las avenidas máximas. • Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes de la obra, así como los residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra. • Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. • Los residuos de asfalto, lubricantes y aceite pueden ser reutilizados dentro del mismo asfalto requerido. En caso de que no sea posible su reutilización, deben incorporarse al programa integral de residuos peligrosos. • Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación, eliminar residuos domésticos o la cocción o calentamiento e alimentos. • Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. • Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. • Lo anterior incluye contar con su registro de generador de residuos peligrosos de la empresa constructora ante la SEMARNAT, así como contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo.

	• Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, en relación de uno por cada 20 trabajadores, garantizando la disposición adecuada de los residuos generados.
Obras de drenaje y subdrenaje	• Evitar la modificación el patrón normal de escorrentía, que puede provocar una serie de cambios en la dinámica hidrológica ("efecto dique") y afectaciones por procesos de inundación en terrenos adyacentes. • Adecuar obras de drenaje y subdrenaje como pasos de fauna en los canales de riego para cruces de los organismos, con una cubierta de gramíneas en los bordes y taludes del drenaje, conformando un estrato herbáceo que proteja a la fauna menor de sus depredadores. • Considerar en las obras de drenaje, el diseño de los pasos de fauna para una menor afectación de mamíferos medianos y pequeños, anfibios y reptiles. • En terrenos donde haya escurrimientos intermitentes, se debe integrar un drenaje eficaz de conducción del agua superficial y su escorrentía.
Manejo y disposición de residuos de obra	• Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción utilizados en el sitio, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. • La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. • La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. • La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del Proyecto. • Previo a la obra, hacer brigadas de capacitación en educación ambiental, para enfrentar los problemas de afectación a la flora y fauna silvestre. • Durante la temporada de sequía o cuando se genere una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. • La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. • Establecer límites de velocidad a vehículos pesados. • La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas. • Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.
Manejo y disposición de residuos.	• La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, integrado al programa integral de residuos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final. Lo anterior debe incluir la colocación de contenedores en el sitio de obra y su transporte y conducción al tiradero municipal o donde lo indique la autoridad pertinente. Inclusive puede esperarse un volumen adicional producido por la población local, que aprovechara la presencia de contenedores de residuos domésticos para depositar sus residuos domiciliarios, asimismo debe indicar si se realizarán acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad. • La empresa constructora debe contar con su registro como generador de residuos peligrosos, así como un programa de manejo de residuos peligrosos, bitácora, sitio de almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada que dará disposición final de los residuos peligrosos.
Explotación de bancos de material	• En los bancos de materiales es importante solicitar a sus propietarios, que realicen las siguientes acciones en materia de protección ambiental: control de polvos, rehabilitación de áreas que ya no serán explotadas y desarrollar un programa de revegetación dentro del banco de materiales.

	• El propietario del banco de materiales debe contar con el respectivo permiso vigente de explotación, otorgado por la autoridad estatal correspondiente. • El propietario del banco debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos utilizados o de la empresa constructora, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente. • El propietario del banco debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo del camino y en la zona de extracción. • El propietario del banco debe integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a lo largo de la trayectoria de los vehículos de carga. • El propietario del banco debe establecer límites de velocidad a los vehículos pesados, sobre todo si tiene que cruzar las zonas rurales y urbanas. • El propietario del banco debe dar mantenimiento preventivo periódico a los caminos de acceso, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por corrientes hidrológicas intermitentes. • El propietario del banco debe establecer medidas locales para el control de polvos. • El propietario del banco debe establecer controles y límites máximos de velocidad dentro de la zona de carga y trasiego de los vehículos, con sanciones a su incumplimiento
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	• Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos maquinaria pesada utilizada. • Los vehículos de carga deben contar con la verificación federal vigente y cumplir con la normatividad en materia de emisiones a la atmósfera. • Si las actividades se realizan durante la temporada de sequía o se propicie la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar las áreas de trabajo. • Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente, como el uso de fuego para eliminar la vegetación. • Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo. • Desarrollar un programa de manejo de residuos domésticos y residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y la disposición final por una empresa autorizada. • Estas instalaciones, que pueden ser temporales o permanentes, deben contar con su registro de generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT. • Contar con los manifiestos de generación de residuos peligrosos debidamente actualizados y registrados, en el lugar de trabajo.
Construcción de los terraplenes	• Prohibir y sancionar a los trabajadores que realicen acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación existente. • Retirar todo el escombro y residuos de materiales de construcción del sito, propiciando el retorno de condiciones naturales alrededor de la obra. • Asegurar la estabilidad de los terraplenes, evitando deslizamientos de material que puedan alterar la integridad mecánica de la ladera. • Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. • Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición directa de los residuos al cauce de los arroyos temporales.
Operación de maquinaria y equipo	• Mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. • Aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con su verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.

	• Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo. • Prohibir acciones que afecten a la fauna silvestre y la vegetación por parte de los operadores. • Aplicar acciones de reubicación de flora y fauna endémicas, que se ubiquen sobre el trazo.
Acarreos de material	• La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada, con el respectivo programa de manejo de residuos peligrosos. • La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera. • La empresa constructora debe prohibir a los conductores ocasionar afectaciones a la fauna silvestre y vegetación existente a lo largo de la zona de obra del libramiento. • Durante la temporada de sequía o se produce la generación de una gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo. • Dar mantenimiento preventivo al camino de acceso al banco de materiales e incluso a la zona de obra, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación ocasionada por la escorrentía superficial. • La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico. • Establecer límites de velocidad a vehículos pesados, sobre todo en la zona urbana. • La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en zonas urbanas.
Desmonte	• Eliminar la vegetación de forma manual y dirigida, nunca utilizar maquinaría o sustancias químicas. • Evitar la quema de residuos vegetales o estratos herbáceos y arbustivos en la zona de trabajo. • Retirar la vegetación siempre de manera selectiva, iniciar con la vegetación de uso comercial y de interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante. • 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, por ejemplo, taludes y derechos de vía habilitados para el desarrollo del proyecto. • Establecer un programa para la recuperación de material vegetativo y germoplasma de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial. • Diseñar un programa de protección y propagación de especies vegetales para la protección y mejoramiento de hábitat a lo largo de la trayectoria del proyecto, que incluya su reproducción y establecimiento en campo, para compensar el derribo de vegetación. • Evaluación del estado de conservación de especies de plantas raras, endémicas, amenazadas o que requieren protección especial, y establecer recomendaciones y medidas para su conservación y manejo. • Favorecer la integración de la vegetación, depositando suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra o con signos de deterioro, dado que el suelo funciona como un banco de germoplasma vegetativo.

- Realizar, al finalizar los trabajos, una campaña de revegetación con especies locales y con la población local, a todo lo largo de la zona de obra, asegurando su sobrevivencia mediante su mantenimiento respectivo.
- Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, a menos uno por cada 20 trabajadores.

A continuación, se presentan las medidas de mitigación propuestas para los impactos identificados y se presentan ordenadas de acuerdo con la categoría y parámetro ambiental afectado.

Tabla 6.2. Estrategias de mitigación para impactos negativos de acuerdo con la categoría de ecología

TIPO DE MEDIDA	*DESCRIPCIÓN*	*OBSERVACIONES*
	VEGETACION	
Prevención	Prohibir la extracción de flora silvestre, principalmente aquellas que se encuentren bajo alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.	Duración: Esta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto. Recursos: se requerirá que el supervisor ambiental junto con los especialistas sectoriales verifique que se siga esta medida. Responsable: Supervisor ambiental y especialista.
	Almacenar el material producto de la remoción de vegetación y despalme en áreas sin vegetación nativa, sin pendiente y lejanas a escurrimientos naturales a fin de evitar daño a la vegetación y/o arrastre a corrientes de agua.	Duración: Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado. Recursos: No se requieren recursos extras. Responsable: Supervisor ambiental + residente de obra
	Prohibir la introducción de flora exótica y verificar que no suceda este evento de forma accidental.	Duración: Todo el tiempo que dure el proyecto. Recursos: No se requieren recursos extras, únicamente la supervisión. Responsable: Supervisor ambiental + especialistas.
	Poner en práctica medidas de reforestación que contribuyan a la restauración o rehabilitación de áreas degradadas, al mejoramiento de hábitats o a la recuperación del potencial productivo de los bosques de la Reserva.	Duración: Ésta medida será vigente durante todo el tiempo que dure el proyecto. Recursos: se requerirá que el supervisor ambiental
	Prohibir el uso de químicos o fuego para el retiro de vegetación en áreas de apertura	Duración: Los meses en que se realice el retiro de vegetación. Recursos: Ninguno, únicamente la supervisión. Responsable: Supervisor ambiental + especialistas

Contaminación

Tabla 6.3. Estrategias de mitigación para impactos negativos – Contaminación ambiental

TIPO DE MEDIDA	*DESCRIPCIÓN*	*OBSERVACIONES*
	CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	

TIPO DE MEDIDA	*DESCRIPCIÓN*	*OBSERVACIONES*
Prevención	Prohibir realizar cualquier tipo de actividad de las etapas de preparación del sitio y construcción durante la noche.	Duración: Preparación del sitio y construcción Recursos: Ninguno, únicamente la supervisión Responsable: Supervisor ambiental + residente de obra
Reducción	En las áreas de instalaciones provisionales y estacionamiento de maquinaria se recomienda la iluminación localizada, evitando la intrusión lumínica.	Duración: Preparación del sitio y construcción Recursos: Ninguno, únicamente la supervisión Responsable: Supervisor ambiental + residente de obra

ESTRATEGIAS GENERALES DE MITIGACIÓN

Las medidas de mitigación propuestas en esta sección derivan de los impactos identificados, los cuales, si bien representan una afectación mínima, al ser de efecto negativo es importante seguir algunas medidas básicas para su mitigación, así como para la mejor integración del proyecto en el ámbito ambiental y social. Las medidas indicadas se presentan por categoría y componente afectado en las tablas siguientes:

Tabla 6.4. Estrategias generales de mitigación - Ecología

TIPO DE MEDIDA	*DESCRIPCIÓN*	*OBSERVACIONES*
	VEGETACION	
Prevención	Capacitación a la planta laboral acerca de la flora de la región	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material de papelería para una capacitación sencilla. Responsable: contratista y supervisor ambiental + especialista
Prevención	Limitar la circulación de vehículos a la línea de ceros propuesta	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: ninguno. Responsable: Contratista y supervisor ambiental + residente de obra.
	FAUNA	
Prevención	Capacitación a la planta laboral acerca de la flora y fauna silvestre de la región e informar que ésta no debe ser extraída, principalmente aquella que tenga alguna clasificación de protección dentro de la NOM-059- SEMARNAT-2010	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material de papelería para una capacitación sencilla. Responsable: contratista y supervisor ambiental + especialista
Prevención	Monitoreo y rescate de herpetofauna y avifauna previa a las actividades de preparación del sitio y durante la construcción	Duración: etapa de preparación del sitio y construcción. Recursos: Biólogo especialista en herpetofauna y avifauna + auxiliar. Responsable: Contratista y Supervisor ambiental +residente de obra.

Tabla 6.5. Estrategias generales de mitigación – Contaminación ambiental

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
	CONTAMINACIÓN DEL AGUA	
Prevención	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.	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material de papelería para una capacitación sencilla. Responsable: supervisor ambiental + especialista
Prevención.	Instalación de sanitarios portátiles para uso de la planta laboral; en caso de no ser posible la contratación recomienda la instalación de sanitarios secos	Duración: todo el tiempo que dure el proyecto. Recursos: contratación de empresa local para este servicio. Responsable: supervisor ambiental y la contratista.
Prevención	Almacenar el material producto del despalme en áreas sin vegetación nativa sin pendiente y lejanas a escurrimientos a fin de evitar arrastre a corrientes	Duración: Durante las actividades de preparación del sitio y hasta que sea utilizado. Recursos: ninguno. Responsable: La contratista supervisor ambiental + residente de obra
TIPO DE MEDIDA	**DESCRIPCIÓN**	**OBSERVACIONES**
	CONTAMINACIÓN DEL SUELO	
Prevención	Limitar la circulación de vehículos y maquinaria a la línea de ceros propuesta a fin de evitar un aumento en el área afectada por la compactación	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: ninguno. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de obra.
Remediación	Remover el suelo donde hayan ocurrido derrames de combustibles y/o aceites para su entrega a una empresa autorizada para su manejo.	Duración: construcción y limpieza del sitio. Recursos: herramienta menor (pala, carretillas) y personal. Responsable: La contratista y supervisor ambiental.
Reducción.	En el caso de los residuos urbanos se recomienda instalar tambos o recipientes rotulados para la disposición temporal en los frentes de trabajo y áreas de almacén y talleres. Estos residuos deberán ser llevados al sitio de disposición final autorizado por el municipio.	Duración: Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. Recursos: Se recomiendan tambos con tapa, que son de costo moderado y un confinamiento temporal con techo y piso. Responsable: La contratista Supervisor ambiental.
Reducción.	Para la disposición temporal de los residuos peligrosos se debe contar con un almacén temporal que tenga las características indicadas en el art. 82 del Reglamento de la LGPGIR, además los Recipientes o tambos para su almacén deberán estar rotulados y su transporte y disposición final será realizado a través de una empresa autorizada por la SEAMARNAT.	Duración: Preparación Del sitio, construcción, limpieza del sitio. Recursos: Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. Responsable: La contratista Supervisor ambiental.
Prevención	Los sobrantes de mezcla asfáltica deben recogerse y en retornarse a la planta de asfalto, para su reciclado o disposición definitiva.	Duración: Construcción y limpieza del sitio. Recursos: Se requerirá mano de obra y herramienta menor (pala, carretilla), va considerada dentro del material requerido para el proyecto.

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
		Responsable: La contratista y Supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención	Los RPs como estopas impregnadas, envases de lubricantes, suelo impregnado, aceite quemado, etc., deberán ser depositados en los recipientes indicados en el almacén temporal, y entregados posteriormente a una empresa autorizada por la SEMARNAT para su manejo y disposición.	Duración: Preparación del sitio, construcción, limpieza del sitio. Recursos: Tambos con tapa rotulados, almacén con suelo impermeable y extintor y la contratación de una empresa autorizada para su manejo. Responsable: La contratista Supervisor ambiental.

Tabla 6.6. Estrategias generales de mitigación - Aspectos estéticos

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
	PAISAJE Y SUS CARACTERÍSTICAS	
Prevención.	Evitar que los vehículos de acarreo circulen con exceso de carga.	Duración: actividades de acarreo (aprox. 4 meses). Recursos: ninguno. Responsable: supervisor ambiental.
Prevención.	Realizar mantenimiento preventivo de la maquinaria y los vehículos de acarreo, para evitar emisión de gases contaminantes mayores a los límites permitidos en la normatividad correspondiente: NOM-041-SEMARNAT-2006, que establece los niveles máximos permisibles de emisiones provenientes del escape de motores que usan gasolina como combustible y NOM-045-SEMARNAT-2006, que establece los límites máximos permisibles de opacidad del humo en vehículos en circulación a diésel.	Duración: todo el tiempo que dure la construcción. Recursos: Taller con instalaciones adecuadas para mantenimiento menores. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de maquinaria.
Remediación.	En la etapa de limpieza del sitio se deberá descompactar el suelo donde se ubicaron las obras provisionales.	Duración: al finalizar la pavimentación (aprox. 2 meses). Recursos: herramienta menor (pala, carretillas) y personal. Responsable: La contratista y supervisor ambiental.
Prevención.	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos urbanos, vigilando que sean transportados al sitio indicado por el municipio para su disposición final.	Ver tabla "Contaminación del suelo".
Prevención.	Instalar recipientes para la adecuada disposición de los residuos peligrosos, vigilando que sean entregados a una empresa autorizada para su manejo y disposición final.	Ver tabla "Contaminación del suelo".
Reducción.	Establecer un programa permanente de recolección de desechos sólidos dentro del derecho de vía.	Duración: operación del proyecto. Recursos: de acuerdo con el organismo operador del camino. Responsable: organismo operador del camino

Tabla 6.7. Estrategias generales de mitigación - Aspectos de interés humano

TIPO DE MEDIDA	DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
	SOCIOCULTURAL	
Compensación.	Dar prioridad al contrato de trabajadores de las poblaciones cercanas.	Duración: previo y durante la obra. Recursos: ninguno. Responsable: La contratista
Prevención	Establecer un sistema de seguridad en las zonas de los frentes de trabajo, para evitar el paso de personas ajenas al proyecto	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material para instalación de señales. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención.	Colocar señalamientos preventivos, indicando que se están desarrollando trabajos de construcción.	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material para instalación de señales. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención.	Contar con un botiquín de emergencias con el material necesario e indispensable para la protección y curación del personal; así como identificar el centro de salud más cercano a los frentes de obra	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: material de curación básico. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de obra
Prevención.	Proveer al personal con equipo de protección personal	Duración: todo el tiempo que dure la obra. Recursos: cascos, guantes, tapones para oídos, casacas, etc., dependiendo de la actividad a realizar. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de obra.
Prevención.	Dar mantenimiento preventivo y correctivo a la superficie de rodamiento una vez puesta ésta en operación	Duración: operación del proyecto. Recursos: de acuerdo al organismo operador del camino. Responsable: organismo operador del camino
Prevención.	Contar con el equipo necesario y en buen estado para despachar el combustible. Para las actividades de carga y descarga de combustible se deben frenar y bloquear las ruedas de los vehículos.	Duración: preparación del sitio y construcción. Recursos: equipo para combustible. Responsable: La contratista y supervisor ambiental + residente de maquinaria

6.2 AGRUPACIÓN DE IMPACTOS DE ACUERDO CON LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COPMPENSACIÓN PROPUESTAS.

Las medidas de mitigación para el proyecto se presentan agrupadas en función del impacto ambiental que habrá de ser atendido y controlado, como se observa en la siguiente Tabla.

Tabla 6.8. Agrupación de las medidas de mitigación, por tipo de impacto ambiental

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Contaminación o afectaciones de corrientes hidrológicas.	Programa de protección y conservación de suelos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Uso de sanitarios portátiles con disposición adecuada de los residuos generados	Preventiva	Preparación del sitio	Final de la Construcción

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Migración y descenso de las poblaciones de la fauna silvestre	Incorporación de mejoras al drenaje de las corrientes hidrológicas	Mitigación	Preparación de terraplenes.	Previo al inicio de operación
	Recuperación de Materiales caídos incidentalmente al interior del cauce.	Correctiva	Preparación terraplenes	Final de la de construcción
	Reforestación con vegetación sitios con posibilidades de erosión	Compensación	Previo a la operación del proyecto.	Operación y mantenimiento
	Permitir y facilitar el movimiento de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto, sobre todo las aves, así como especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, mamíferos medianos y pequeños).	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evaluar las poblaciones de fauna silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer medidas de regulación de la cacería que incluyan periodos de veda, protección de hábitats críticos, así como mecanismos de vigilancia y evaluación del aprovechamiento.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	La empresa constructora debe otorgar capacitación ambiental y establecer prohibiciones estrictas y sanciones a los trabajadores, conductores y operadores de maquinaria pesada, para evitar acciones que ocasionen afectaciones a la vegetación y la prohibición de caza, captura y compra-venta y la muerte de cualquier organismo de la fauna.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar las afectaciones a la vegetación y fauna por inconsciencia ambiental de los trabajadores y población local.	Otorgar capacitación ambiental a los operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de sus actividades en los distintos frentes de trabajo.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Colocación de señalamientos preventivos para salvaguardar la fauna y flora silvestre.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Otorgar capacitación y educación ambiental a los pobladores de las localidades, para prevenir afectaciones a la fauna y la vegetación, así como la disposición inadecuada de residuos sólidos y líquidos.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	La empresa constructora debe comprobar la capacitación ambiental	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	otorgada a todo el personal integrado en el proyecto			
	Durante el despalme del suelo en los arroyos temporales, movilizar el material edáfico en sentido contrario a la pendiente, es decir aguas arriba de todas las corrientes hidrológicas, evitando su caída a su interior.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
Despalme y eliminación de los horizontes del suelo	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo natural removido para después ser mezclado con residuos vegetales, funcionando como un excelente banco de germoplasma y ser utilizado en la rehabilitación ambiental, áreas verdes, revegetación y o en la rehabilitación de zonas de interés ecológico.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Previo a la temporada de lluvias, dar mantenimiento preventivo al acceso de la zona de trabajo, para evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, así como la socavación por la corriente hidrológica.	Preventiva	Construcción	Operación y mantenimiento
	Evitar la caída de materiales al cauce del cuerpo de agua presente, mediante un distanciamiento o una barrera de protección entre el área de trabajo y la zona del cauce.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Evitar la caída de materiales al cauce, en caso de una caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a las condiciones hidrológicas	Integrar líneas de drenajes del camino de acceso hacia el cauce de los arroyos temporales, zonas bajas y adyacentes, para evitar mayor erosión y socavación.	Mitigación	Construcción	Operación y mantenimiento
	Establecimiento de medidas específicas para el control de la contaminación y restauración de los ríos involucrados.	Preventiva	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	Realizar los actividades asociadas a la construcción, durante la época de sequía.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de residuos domésticos, sobrantes de obra y escombros	Retirar todos los materiales sobrantes de la obra, escombros y residuos, para favorecer las condiciones para el retorno de la vegetación en la zona de obra.	Correctiva	Construcción	Construcción

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
Generación de residuos peligrosos derivados por las acciones de mantenimiento preventivo correctivo de maquinaria equipo y vehículos	Las instalaciones fijas de la empresa constructora deben contar con su registro de generador de residuos peligrosos ante la SEMARNAT y manifiestos de generación de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Generación de polvos y ruido en los distintos frentes de trabajo	Durante la temporada de sequía se habrán de generar gran cantidad de polvos, es importante regar la zona de trabajo, con agua tratada.	Mitigación	Preparación del sitio	Construcción
	La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben cumplir con la exigencia de cubrir con lona la caja y respetar los límites de velocidad, principalmente en la zona urbana.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a la calidad del aire por la operación de los vehículos	La empresa constructora debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga utilizados, que deben contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones a la calidad del aire y posible contaminación a suelo y agua	La empresa constructora debe aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los equipos y maquinaria pesada utilizada y el manejo de residuos peligrosos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Al concluir las actividades asociadas al proyecto se debe retirar la maquinaria y equipo, evitando la caída accidental de contaminantes al suelo o cuerpos de agua.	Correctiva	Preparación del sitio	Construcción
Prevención de los accidentes de trabajo	Capacitar a los trabajadores y dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, así como incluir letreros donde se señalen estrictas prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar la contaminación fecal por los trabajadores	Uso de sanitarios portátiles, arrendados a empresas especializadas y autorizadas, evitando la disposición de los residuos directamente a cualquier corriente hidrológica, responsabilizando a la empresa	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	arrendadora de cualquier incidente de este tipo.			
Seguridad al tránsito de la población y conductores durante la construcción de la obra.	Asegurar el tráfico libre de los visitantes y conductores hacia todos los frentes o zonas de trabajo incluyendo vigilancia durante los días de trabajo y señalamientos diurnos y nocturnos, suficientes en días de descanso.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Posibles accidentes vehiculares, tráfico de maquinaria y equipo pesado.	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos y preventivos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar accidentes por exceso de velocidad	Establecer controles y límites máximos de velocidad en el trazo de la carretera, sobre todo en la zona urbana, para atender los nodos conflictivos.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Integrar suficientes fantasmas, vallas de contención, señalamientos informativos y preventivos en toda la trayectoria del Proyecto.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Evitar movimientos e inestabilidad de los taludes	Integrar muros de contención, repellado o presa e gaviones en los lomeríos donde puede deslizarse el material o caída de rocas, debido a la existencia de material de baja consolidación.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Delimitar la superficie a afectar. .	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Proteger los taludes preferentemente con vegetación natural, principalmente con repellado y presas de gaviones	Mitigación	Construcción	Operación y mantenimiento
	Contar con el permiso vigente de explotación del banco de materiales, otorgado por la autoridad estatal correspondiente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
Afectaciones ambientales en el banco de materiales	Dar mantenimiento preventivo periódico a los caminos de acceso al banco de materiales, a fin de evitar la erosión o denudación de la superficie de rodamiento, y socavación ocasionada por la correntía superficial.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados, que deben cumplir con la verificación federal y la normatividad vigente.	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	lo largo de la trayectoria de los vehículos de carga.			
	El propietario del banco de materiales debe realizar las siguientes acciones de protección ambiental: control de polvos, rehabilitación y un programa de revegetación de áreas del banco de materiales que ya no serán explotadas.	Mitigación y compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer controles y límites máximos de velocidad dentro de la zona de carga y trasiego de los vehículos de carga, con sanciones a su incumplimiento	Preventiva	Preparación del sitio	Construcción
	Eliminar la vegetación de forma manual y dirigida, sin utilizar maquinaría o sustancias químicas.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Evitar la quema de restos vegetales y estrato herbáceo y arbustivo.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
	Depositar suelo y material vegetal en la superficie adyacente de las zonas de obra o con signos de deterioro.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Retirar la vegetación de manera selectiva, iniciar con vegetación de uso comercial e interés para los pobladores o dueños de los predios, posteriormente retirar la vegetación restante.	Preventiva	Preparación del sitio	Preparación del sitio
Eliminación de la cobertura.	Realizar el troceo de árboles en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico e incorporar esta mezcla en áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	Establecer acciones para la recuperación de material vegetativo y germoplasma proveniente de las zonas afectadas para su posterior utilización en un programa de revegetación, considerando las especies aprovechadas por la fauna silvestre y de interés especial.	Compensación	Preparación del sitio	Construcción
	La empresa constructora debe propiciar la reproducción y establecimiento de nuevos individuos vegetales en sitios para la protección y mejoramiento de hábitat, taludes de cortes, cauce del arroyos, áreas con signos de deterioro, incluso bajo recuperación ecológica del banco de extracción de materiales o en el relleno sanitario municipal.	Compensación	Preparación del sitio	Operación y mantenimiento

IMPACTO A CONTROLAR	MEDIDA	TIPO DE MEDIDA	VIGILANCIA	
			INICIO	TERMINO
	Integrar las acciones de reforestación como parte de programas de restauración ecológica/rehabilitación en áreas degradadas	Compensación	Construcción	Operación y mantenimiento
	Realizar una campaña de revegetación de las áreas degradadas, utilizando de especies vegetales con fines de restauración o rehabilitación preferentemente con especies y variedades autóctonas, invitando a participar a la población local, a todo lo largo del camino y asegurando su sobrevivencia mediante su respectivo mantenimiento.		Preparación del sitio	Operación y mantenimiento
	La rehabilitación y restauración de áreas degradadas podrá realizarse sobre la base de estudios técnicos que aseguren la aplicación de métodos apropiados y el establecimiento de un sistema de monitoreo continuo.	Compensación	Construcción	Operación y mantenimiento
	Como parte integral de las acciones restauración/rehabilitación, establecer medidas de control de la erosión, especialmente en áreas afectadas por caminos y brechas en construcción, en operación o abandonados.	Compensación	Construcción	Operación y mantenimiento

6.3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN, MITIGACIÓN O COMPENSACIÓN AMBIENTAL DE IMPACTOS DEL PROYECTO, E ÍNDICES DE SEGUMIENTO PARA EVALUACIÓN DE ACCIONES REALIZADAS.

El sistema de manejo ambiental permite visualizar el enfoque integral en la atención de los efectos negativos al ambiente bajo los siguientes objetivos centrales:

- Implementar las medidas de manejo de impactos comprometidas en la presente MIA-R, para prevenir, mitigar y restaurar según sea el caso, los posibles efectos derivados de los impactos ambientales relevantes y potenciales esperados en cada una de las etapas de implementación del proyecto, en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y los servicios ambientales.

- Proponer acciones cuya implementación pueda vigilarse mediante un seguimiento.

- Implementar acciones que permitan dar atención y cumplimiento estricto a los términos y condicionantes que la SEMARNAT imponga.

- Posibilitar la verificación del estricto cumplimiento de la legislación y la normatividad ambiental federal y estatal aplicable al proyecto.

- Vigilar que, en relación con el medio, cada actividad o etapa de la obra se realice según el proyecto y según las condiciones en que ha sido autorizado.

- Determinar la eficacia de las medidas de protección ambiental que han sido propuestas y en su caso corregirlas.

Para dar cumplimiento a los lineamientos establecidos en el artículo 30 de la LGEEPA se presentan los siguientes objetivos particulares:

Proponer las estrategias adecuadas para la mitigación de impactos, a través de la implementación de los siguientes programas ambientales:

- Programa de rescate y reubicación de flora
- Programa de rescate y reubicación de fauna
- Programa de restauración ecológica
- Programa de conservación de suelos
- Propuesta para ubicación y dimensiones de obras de drenaje como pasos de fauna
- Plan de manejo y monitoreo ambiental.

Con lo anterior, se pretende que las medidas propuestas se encuentren orientadas e integradas a la conservación de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas que serán afectados con el desarrollo del proyecto, de forma tal que se cumpla con lo solicitado en el artículo 44, fracción II del REIA mismo que establece que la Secretaría al evaluar las manifestaciones de impacto ambiental deberá considerar:

"La utilización de los recursos naturales en forma que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forman parte dichos recursos, por periodos indefinidos".

Las medidas de mitigación van relacionas con los impactos y los distintos programas de forma tal que resulte evidente la atención a los mismos y que consecuentemente, al someter las obras y actividades del proyecto a medidas de prevención, mitigación y compensación se garantiza la no afectación ambiental, manteniendo los impactos en niveles tales que no pongan en riesgo la integridad de los ecosistemas, hecho que deberá ser demostrado a través de la vida útil del proyecto a través de las acciones de monitoreo de la eficacia ambiental de cada programa.

6.3.1 Programa de rescate y reubicación de flora

La Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo implica necesariamente la afectación parcial o total 115,446.01 ha de vegetación, para la construcción del cuerpo carretero (ancho de corona), sin embargo, de la cuales 80,820 m^2 se considera vegetación forestal, debido a las rectificaciones del camino existente.

Tabla 2.9. Superficies del proyecto

Concepto	*Superficie (ha)*
Superficie del derecho de vía (m²)	281,698.13 m²
Superficie línea de ceros (m²)	115,446.01 m²
Superficie de desmonte (m²)	80,820 m²

Con la finalidad de atenuar los impactos por los ejemplares vegetales que se removerán se pretende asegurar y conservar la vegetación nativa de la zona, por lo que se han integrado aspectos por medio de la implementación de las Acciones de rescate y reubicación de flora.

Las actividades de conservación, específicamente en la restauración de ecosistemas se utilizan de manera constante un grupo reducido de especies vegetales de uso ornamental. Esta tendencia se debe a la escasez de estudios sobre la biología de especies nativas útiles y por consecuencia se desconoce la forma de propagarlas masivamente y de lograr su establecimiento exitoso. Por otra parte, es necesario resaltar la inercia que existe, por parte de los organismos encargados de llevar a cabo las reforestaciones, al seguir utilizando el "paquete de especies exóticas" dado que su propagación es ampliamente conocida por los técnicos forestales, además de existir poco interés por parte de éstos, en buscar nuevas especies para la reforestación. A nivel nacional, los resultados muestran claramente que se necesita de una nueva metodología que incluya la utilización de especies nativas, lo cual no sólo contribuiría a la conservación del germoplasma nativo, *in situ* y *ex situ*, sino también porque al utilizar especies adecuadas a las condiciones ambientales se podría asegurar un mayor éxito de esta práctica, además de despertar el interés de los pobladores al reforestar con plantas que les proporcionen algún beneficio.

Las restauraciones ecológicas o cualquier tipo de acción que tenga que ver con algunos de los conceptos relacionados (mitigación, remediación, rehabilitación, reforestación, etc.) que se lleve a cabo para mejorar o recuperar zonas perturbadas, requiere conocimiento tanto de las condiciones fisicoquímicas, de la zona afectada como de la fisiología de las especies que puedan sobrevivir en condiciones degradadas y mejorarlas.

6.3.1.1 Antecedentes y evidencia técnica que aseguren la viabilidad exitosa del trasplante de los ejemplares

Los paisajes vegetales de una determinada región están determinados por una serie de acontecimientos: origen, historia y adaptaciones a las condiciones de clima, suelo, competencia biológica, etc. El conjunto de especies que resulta de la interacción de la flora con el medio físico y el medio ambiente biológico es lo que llamamos comunidad vegetal o vegetación.

Las alteraciones ambientales producto de las actividades humanas se han dividido para su análisis en factores directos e indirectos. Los primeros son las acciones humanas que se ejercen sobre los ecosistemas, como el cambio de uso de suelo, la explotación de recursos forestales y los incendios inducidos. Los segundos son aquellas condiciones sociales que generan a los factores directos, tales como el entorno macroeconómico, las condiciones demográficas, las políticas públicas, la cultura, o las fallas en los mercados para valorar los bienes y servicios ecosistémicos, por mencionar algunos (Merino 2001, 2004).
Para ello el rescate de las especies de importancia científica, catalogadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en caso de encontrar ejemplares y de relevancia para los ecosistemas,

es una de las medidas de mitigación más importantes durante la ejecución de las actividades constructivas. Con la implementación de este programa se reduce el riesgo de comprometer la diversidad de flora dentro del SAR y con esto, promover la conservación de los ecosistemas presentes.

El objetivo principal de este programa es llevar a cabo el rescate de semillas, partes vegetativas o plántulas que se encuentren dentro de la superficie a afectar por el desarrollo del proyecto, así mismo la habilitación de un área provisional para el mantenimiento de los individuos rescatados con el objetivo de mantener su sobrevivencia hasta el momento de su plantación en el derecho de vía.

Para la ejecución del programa se tienen como metas y/o alcances llevar a cabo recorridos en el área del proyecto para la identificación y censo de la flora silvestre que por sus características biológicas sean susceptibles de protegerse y conservarse, aplicar la metodología del presente programa para llevar a cabo las acciones de rescate de flora nativa en las zonas que serán afectadas por las actividades constructivas y habilitar un área provisional con la finalidad de albergar a las especies rescatadas durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Una vez concluido el proyecto, los organismos rescatados serán reforestados dentro del derecho de vía para la restauración de las áreas afectadas por el proyecto, así como las áreas perturbadas por actividades agropecuarias que se encuentren dentro del derecho de vía autorizado.

Se anexa Programa de rescate y reubicación de flora

6.3.2 Programa de rescate y reubicación de fauna

La fauna es considerada un recurso natural renovable como patrimonio de la humanidad, que hemos heredado de nuestros antepasados, quienes pensaban en ella como un recurso inagotable, pero, nosotros en la actualidad sabemos que no es así, a menos que la conservemos para la entrega a las generaciones futuras como un patrimonio al que tienen el más legítimo derecho de usufructuar en forma ordenada y de manera racional, para que siga siendo al igual que los bosques, una fuente inagotable de riqueza.

Como parte de las medidas de mitigación del Proyecto, se debe ejecutar el programa de rescate y reubicación de fauna, que tiene como finalidad proteger y reubicar a la fauna de las zonas de influencia del proyecto para mantener su conservación por generaciones. Los programas de rescate y reubicación de fauna son una herramienta de conservación para disminuir la pérdida de variabilidad genética que ocurre en las especies amenazadas por la reducción y/o desaparición de sus poblaciones. Los esfuerzos de captura se dirigen más al rescate de individuos y su acervo genético, que, a salvar poblaciones completas, aunque a mayor número de individuos capturados y relocalizados, mayor será la probabilidad de contribuir efectivamente a la continuidad biológica de la población (Fischer y Lindenmayer, 2000; Griffith et al., 1989). En este programa de rescate de fauna se plantean las técnicas específicas para cada especie en los rubros de captura, manipulación y transporte. Se

plantea reubicar a las especies de vertebrados en zonas similares a su área de extracción entre 200 a 1000 m a ambos lados del derecho de vía de la construcción.

Se anexa Programa de rescate y reubicación de fauna

6.3.3 Programa de restauración ecológica

El proceso de construcción del proyecto carretero afectara al suelo y la vegetación en diversas formas como producto del despalme de las superficies que ocupara la carretera, los movimientos de tierra, habilitación de bancos de material y depósitos de desperdicio, compactación por movimientos de maquinaria pesada y equipos de transporte de materiales. El programa tiene la finalidad de reforestar 24.2 ha en áreas degradadas o perturbada por las actividades agropecuarias dentro del derecho de vía mediante la plantación de especies nativas.

Las acciones de reforestación con especies nativas se realizaran en predios aledaños o en al del derecho de vía zonas degradas dentro del SAR del proyecto, consisten en una plantación individuos vegetales mediante el sistema de tresbolillo, en las zonas más perturbadas e impactadas, así mismo familiarizarse con las técnicas más comunes utilizadas en la ejecución de programas de reforestación, mitigar la erosión hídrica, eólica y otros procesos de remoción de la vegetación que puedan causar desequilibrios y recrear una cobertura vegetal similar a la que puede a encontrarse en la vegetación cercana.

El programa de restauración ecológica se llevará a cabo una vez terminada las actividades de construcción, utilizando las especies obtenidas del programa de acciones de rescate y trasplante de flora, así como individuos de viveros forestales cercanos al proyecto.

Se anexa Programa de restauración ecológica

6.3.4 Programa de conservación de suelos

La restauración de los suelos consiste en todas aquellas actividades que tienen como fin el reintegrar total o parcialmente las propiedades originales del suelo, en beneficio de los ecosistemas naturales. En este sentido para realizar las actividades necesarias durante la construcción del proyecto para asegurar la restauración de las características más importantes del suelo de las zonas degradadas dentro de la superficie del derecho de vía en donde se restaurarían aquellas superficies ya deterioradas por el disturbio humano o de la obra en proceso.

Con la implementación de este programa se pretende realizar la recuperación, conservación y aprovechamiento del horizonte orgánico de las unidades de suelo que se encuentran inmersas en la zona de afectación del proyecto, bajo un conjunto de prácticas que promuevan su uso de manera sustentable.

El objetivo principal de este programa es generar una metodología para efectuar el rescate, conservación y aprovechamiento del horizonte orgánico del suelo dentro del derecho de vía durante las diferentes etapas de contratación del proyecto, así como la afectación de las

zonas afectadas por dicha construcción, almacenar la mayor cantidad de suelo orgánico, aplicar enmiendas orgánicas al suelo de rescate que no sea aprovechado en la propagación de especies vegetales nativas, rectificar el impacto negativo ocasionado por la construcción de la carretera llevando a cabo técnicas de conservación y/o recuperación de los sitios afectados por el proyecto mediante el aprovechamiento y utilización del suelo orgánico, implementar técnicas para la estabilización del suelo orgánico en los taludes y proponer técnicas para la captación de agua y facilitar la infiltración.

Unos de los motivos de la erosión son a causa del retiro de la cobertura vegetal, para la construcción de infraestructura. Para esta proyecto se realizará la remoción del suelo llevando consigo la vegetación existente, con la finalidad de construir una vía general de comunicación, para mitigar los efectos se implementará un programa de restauración de suelos el cual se dividirá en dos partes, la primera se llevara a cabo durante la etapa de preparación del terreno y la etapa constructiva, que será de mitigación y la segunda que se realizará después de que terminen las actividades constructivas la cual será de restauración.

Se anexa Programa de conservación de suelos

6.3.5 Propuesta para ubicación y dimensiones de pasos de fauna

La construcción de pasos de fauna se remonta varias décadas atrás en algunos países europeos. Tiempo después se inició su construcción en Canadá y Estados Unidos. Por su parte, México y el resto de Latinoamérica se han visto rezagados en este respecto, a pesar de contener una riqueza biológica considerablemente mayor que aquellas regiones. Por citar un ejemplo, en Estados Unidos en el 2007 existían al menos 550 pasos superiores de fauna (overpasses) y sólo seis pasos inferiores de fauna (underpasses) (Cramer, 2007).

Los pasos de fauna son medidas de mitigación aplicables para la reducción del efecto barrera, para reducir la mortalidad causada por las vías de transporte y para aumentar la seguridad vial; disminuyendo los accidentes provocados por la fauna silvestre (Arroyave, 2006). Sin embargo, para que sean efectivos deben de considerarse dos aspectos fundamentales. El primero es que los pasos de fauna deben construirse con ciertas especificaciones enfocadas al tipo de fauna a los cuales está dirigido. El segundo es la ubicación de las estructuras; en este último caso, se busca mantener la conexión entre los hábitats que requieren las distintas especies a ellos asociados, sea de manera permanente. Los pasos de fauna son considerados como la medida de mitigación más importante de los impactos de las carreteras sobre la fauna y son también útiles para incrementar la seguridad vial y mantener la conectividad entre hábitat y la permeabilidad eclógica de la vía para las poblaciones de animales, permitiéndoles la búsqueda de refugio, alimento u otros congéneres durante las épocas de apareamiento. Además, permiten la dispersión de individuos jóvenes para establecerse en zonas distintas a las que han pasado sus primeras etapas de vida, o la dispersión de adultos para localizar territorios que ofrezcan mejores recursos tróficos o menor competencia por recursos. Un aspecto importante es que el número de pasos de fauna sea suficiente o exceda ciertos mínimos respecto de la longitud de la vía. Por consiguiente, un factor que influye en la real utilidad de los pasos es la cantidad y espaciamiento de los pasos. En términos de mantener la conectividad de la vegetación y la permeabilidad de la fauna, es muy poco eficiente colocar un sólo gran paso

de fauna para todo un proyecto, o colocarlos demasiado alejados, ya que solo una pequeña proporción de la población de animales se vería beneficiada.

Para el diseño de estos pasos de fauna se parte de los datos obtenidos durante la estancia en campo, reconociendo la presencia de mamíferos medianos y pequeños con mayor frecuencia de registros tienen en las obras de drenaje en diversas carreteras. Su relativamente amplio rango de movilidad, así como su actividad les configuran una alta interacción con el trazo carretero, como lo indican sus altos registros de atropellamiento. Las especies registradas utilizando los drenajes fueron el coyote (Canis lantras), lince (*Linux rufus*) y pecarí (Pecari tajacu). El lince es un felino que posee un ámbito hogareño muy amplio (alrededor de 10 Km2) por lo que recurre de las cañadas para su traslado y como porciones preferidas para la búsqueda de presas. Por su parte, el pécari tiende a formar manadas pequeñas en el bosque tropical para sus traslados.

De acuerdo a los resultados obtenidos en algunos monitoreos con cámaras-trampa en obras de drenaje en otras carretas del país como carretera federal 200, Jalisco, autopista Compostela-Puerto Vallarta en el estado de Nayarit, y se ha detectado que las obras de drenaje son funcionales para permitir el cruce de fauna. No solo de especies de pequeñas dimensiones, sino también mamíferos de talla grande y mediana como venados, pumas, pecaríes, coyotes, zorra gris, ocelote, tejón, zorrillos y tlacuaches (Bautista-Trejo y Gómez-Garduño, 2011; Bautista-Trejo et al., 2011; Fernández-Buces et al., 2011).

El objetivo de este programa es favorecer que los animales se muevan a través de las obras de pasos de fauna que evitaran afectar las rutas de movimiento establecidas reduciendo sensiblemente el riesgo de atropellamiento

Se anexa Propuesta para ubicación y dimensiones de pasos de fauna

6.3.6 Plan de Manejo Ambiental

El plan de manejo ambiental debe estar orientado a implementar las acciones preventivas y correctivas que permitan evitar, mitigar, corregir y compensar los daños ocasionados por el proyecto en sus distintas fases (preparación del sitio, construcción, operación y mantenimiento). El plan de manejo ambiental incluirá un plan de contingencia y un plan de monitoreo y seguimiento.

Plan de Contingencia: Se elabora para el control de eventos indeseados, también deberá establecer medidas de prevención personal e institucional; requerimientos de comunicación y de los equipos, y planificación de fuentes de trabajo.

Plan de Monitoreo y seguimiento: Se realiza un seguimiento de las condiciones iniciales, de la calidad ambiental y de los impactos ambientales que se presentan. Se deben identificar los sistemas afectados, los tipos de impacto y los indicadores como el agua, aire, suelos, ecosistemas, aspectos sociales, económicos y culturales. Igualmente se incluirán los costos y el cronograma de ejecución durante las fases de construcción y operación.

6.3.6.1 Gestión institucional

Si bien el cumplimiento y eficacia del PMA es en principio responsabilidad de la empresa encargada de la promovente del proyecto, esta debe asumirse directamente por el contratista de las obras con la participación de autoridades locales y la comunidad. Así mismo la autoridad ambiental regional, desde sus respectivas competencias debe ejercer la vigilancia y el control sobre el Plan de Manejo y en general sobre el desarrollo del proyecto y sus implicaciones ambientales.

El contratista de la obra está obligado a organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles no solo con los requerimientos técnicos necesarios, sino con las disposiciones contenidas en la LGEEPA y su reglamento, y las normas aplicables al proyecto carretero.

Aunque por el carácter y la magnitud de las obras no es necesario que el contratista explote directamente material de préstamo, si está obligado a adquirirlos en plantas o fuentes de materiales legalmente establecidas, lo cual comprobará mediante la exigencia y presentación de las licencias o permisos correspondientes. De igual manera en lo relacionado con la provisión de concretos premezclados y de la mezcla asfáltica, el contratista está obligado a comprobar que su proveedor cuente con la licencia y/o permisos respectivos otorgados por la autoridad ambiental competente.

6.3.6.2 Programa de inducción, motivación, capacitación y entrenamiento en manejo ambiental y salud ocupacional

El contratista de la obra está obligado a formular, implementar y controlar su Programa de Inducción, Motivación, Capacitación y Entrenamiento en Manejo Ambiental y Salud Ocupacional, el cual debe incluir: Una identificación de las necesidades de entrenamiento en salud ocupacional y medio ambiente, registros del personal capacitado y materiales de apoyo utilizados.
El programa de inducción debe estar por escrito e incluir como mínimo: generalidades de la empresa, aspectos de salud ocupacional y medio ambiente, políticas de salud ocupacional y medio ambiente, reglamento de higiene y seguridad industrial, factores de riesgo prioritarios, etc. De otro lado, la empresa debe desarrollar actividades de motivación para lograr la participación del personal en los programas de Medio Ambiente.

6.3.6.3 Programas y medidas de manejo ambiental

El Plan de Manejo Ambiental tiene la finalidad de establecer los mecanismos para prevenir, controlar, minimizar o compensar los daños que se causen al medio físico, biótico y socioeconómico en el área de influencia del proyecto. Los objetivos específicos son los siguientes:

- Establecer medidas o acciones tendientes a controlar y minimizar los efectos nocivos provocados por las actividades del proyecto.
- Señalar los sitios donde se deben aplicar las medidas recomendadas.
- Optimizar los efectos positivos resultantes de la realización del proyecto.
- Asignar la responsabilidad de ejecución y la respectiva supervisión de las acciones.

El conjunto de programas y medidas que conforman el Plan de Manejo Ambiental propiamente dichos son los programas descritos anteriormente en este capítulo.

6.3.6.4 Plan de contingencia

Análisis de los riesgos ambientales panorama de riesgos. El riesgo ambiental se define como la conjugación de la amenaza (probabilidad de ocurrencia de una contingencia natural u operacional) con la severidad del daño, definida por la vulnerabilidad misma de los ecosistemas a los efectos negativos del proyecto.

El resultado del análisis de riesgo ambiental se refiere a la diferenciación de las áreas de acuerdo con la frecuencia de ocurrencia y la probable severidad de los daños ocasionados sobre los ecosistemas de diversa vulnerabilidad, por ocurrencia de contingencias operacionales o eventos naturales. A mayor vulnerabilidad mayor severidad de los daños.

El proceso básico para el análisis y la administración de riesgos de seguridad e higiene es el siguiente:

- Definir todas las tareas, actividades, materiales, sustancias, equipos, personas, lugar físico de trabajo y procedimientos.
- Identificar los riesgos actuales o los que pudiesen surgir.
- Identificar el personal expuesto a riesgos y sus consecuencias.
- Para las tareas de rutina, identificar las medidas de control existentes y estimar sus consecuencias.
- Para las tareas no rutinarias, se deberán igualmente estimar las consecuencias.
- Para las tareas de rutina, estimar la probabilidad de ocurrencia de un accidente o incidentes con las medidas de control existentes y para las no rutinarias estimar la probabilidad.
- Analizar el riesgo combinando el resultado de la severidad y la probabilidad.
- Evaluar si el riesgo es controlado adecuadamente, considerando las medidas de control que pueden eliminar, prevenir o reducir el riesgo residual de acuerdo con los principios básicos de la jerarquía de control de riesgos.
- Implementar medidas de control de riesgos.
- Monitorear las medidas.

Riesgos asociados a la infraestructura y al emplazamiento.

- Incendio: por el manejo y el almacenamiento de combustible, lubricantes y explosivos en la zona del proyecto.
- Deslizamiento: se pueden presentar deslizamientos provocados por aguas de escorrentía en los cortes realizados.
- Accidentes de tránsito: debidos a la posible alteración de las condiciones para el tránsito vehicular por la construcción del proyecto se pueden generar accidentes viales.
- Colapso de la estructura (alcantarilla) a construir para habilitar la variante de paso de las escorrentías: es posible que estas obras o estructuras puedan colapsar por algún fallo de fábrica.

Contingencias

Teniendo en cuenta los factores de riesgo asociados a la infraestructura y al emplazamiento mencionados anteriormente se encuentran por contingencias los incendios y las amenazas naturales.

Contingencia 1: incendio

- **Causas:** la Inadecuada manipulación de combustibles, las fallas eléctricas, descargas eléctricas, incumplimiento de las recomendaciones de seguridad para el manejo seguro de sustancias establecidas en las fichas técnicas.
- **Reducción de riesgo:** identificación de zonas y/o puntos vulnerables más críticos, dentro de éstos se incluyen las zonas de almacenamiento de combustibles y lubricantes, la maquinaria pesada.
- **Acciones de minimización**: el control y la supervisión operacional, el mantenimiento de un registro actualizado de las fichas técnicas de seguridad, especialmente de explosivos, el mantenimiento preventivo periódico tanto de los sistemas de control de contingencias como de equipo y maquinaria, los procesos de capacitación al personal, la señalización adecuada teniendo en cuenta las disposiciones mencionadas anteriormente sobre el particular, los simulacros en el manejo de extintores.
- Orden de acción: cualquier conato de incendio debe ser comunicado inmediatamente al ingeniero residente o en su defecto al jefe de maquinaria, el ingeniero residente debe facilitar los dispositivos para control de incendios, cuando la situación se vuelva incontrolable con los dispositivos disponibles evacuar al personal indicando a través de una alarma o silbato, si la situación se vuelve incontrolable se debe solicitar ayuda inmediata a los bomberos.

Contingencia 2: Amenazas naturales

- **Causas:** movimiento por fallas geológicas, inestabilidad de macizos y/o suelos, flujo de lodo en eventos de crecientes de los arroyos.
- **Acciones de control**: difícilmente predecible por falta de información sismológica, predicción de deslizamientos por análisis de información geológica de la zona.
- **Acciones de minimización:** capacitación al personal, simulacros en el comportamiento ante sismos.

6.3.6.4.1 ***Funciones y responsabilidades***.

Ingeniero residente: asegurar el cumplimiento de acciones bajo normas de seguridad, efectuar seguimiento y evaluación general sobre contingencias, informar a la autoridad ambiental competente, solicitar apoyo, asegurarse de la prestación inmediata de primeros auxilios.
Jefe de frente de trabajo y/o maquinaria: organizar acciones posteriores de limpieza y recuperación de áreas, supervisar el empleo de maquinaria y equipos y herramientas.
Personal no calificado: colaborar con los diferentes requerimientos que se presenten durante contingencias.

6.3.6.5 Plan de seguimiento y monitoreo

El plan de seguimiento y monitoreo es el conjunto de actividades que se realizarán con el fin de detectar e identificar oportunamente las alteraciones ambientales que se lleguen a ocasionar por la ejecución del proyecto, en todos sus frentes de trabajo y el conjunto de medidas que se pondrán en práctica para prevenir, controlar y/o corregir dichas alteraciones.

Este plan permite identificar el cumplimiento de las medidas de control y mitigación de los impactos y evaluar las necesidades de cambios o implementación de nuevas medidas. Se constituye entonces el plan de monitoreo en un instrumento de seguimiento del proyecto y de retroalimentación para la toma de decisiones.

El seguimiento técnico incluye la realización de las siguientes funciones:

- ✓ Ejercer el control técnico – ambiental durante el desarrollo de las diferentes actividades de construcción para verificar que se atiendan y se cumplan las recomendaciones y medidas contempladas en el plan de manejo ambiental.
- ✓ Incluye el control sobre todas las actividades de obra y de las actividades conexas o inducidas, comprobando que los procesos se realicen debidamente conforme a las normas, metodologías constructivas y recomendaciones técnicas pertinentes.
- ✓ Se controlará que las diferentes actividades se realicen cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y salud ocupacional.
- ✓ Se controlará el cumplimiento de las medidas de seguridad vial en particular en lo referente a la suficiente y eficaz señalización.
- ✓ Tanto el contratista constructor como el supervisor ambiental dentro de sus respectivos planes llevarán registros de las no conformidades de manejo ambiental encontradas, y así mismo del seguimiento a las acciones preventivas y/o correctivas acordadas con el contratista así como las impuestas por la autoridad ambiental.

Responsables: La responsabilidad del seguimiento técnico es en primera instancia del contratista y/o director de obra, con la vigilancia y control permanente que debe ejercer la supervisión ambiental, atraes de la promovente.

Seguimiento y control a cargo de la supervisión ambiental: La promovente a través de su Supervisión Ambiental, realizará en forma permanente durante la ejecución de las obras, el seguimiento y control ambiental, encaminado a vigilar y asegurar que se cumplan las medidas formuladas para la protección del medio ambiente natural y constructivo, y comprende la realización de las siguientes funciones:

Antes de iniciar los trabajos se realizará una inspección de campo orientada a verificar las condiciones ambientales presentes, estableciendo el estado inicial de algunos indicadores claves para establecer posteriormente algunas comparaciones y evaluar el comportamiento y eficiencia del plan de manejo ambiental.

- ➢ Informar de manera inmediata a la promovente sobre cualquier situación de carácter ambiental no prevista que amerite algún tratamiento especial.
- ➢ Ejercer un estricto control de las medidas establecidas para la protección del recurso agua y del aire.

- Ejercer un estricto control sobre el cumplimiento de las medidas establecidas para el manejo de los residuos sólidos y constatar su correcta disposición final.
- Verificar el acatamiento por parte de los contratistas de las recomendaciones del plan de manejo ambiental en lo relacionado con el estado, mantenimiento y operación de maquinaria y equipos.
- Detectar, identificar y solicitar al contratista de las obras la toma de medidas preventivas o correctivas de posibles deficiencias en sus programas de Salud Ocupacional y Seguridad Industrial.
- Verificar que el contratista constructor lleve mediciones, en registros escritos, de los indicadores ambientales establecidos en el plan de manejo ambiental, con el fin de determinar si existen diferencias entre las condiciones iniciales y las presentes en las diferentes etapas del proyecto.
- La Supervisión Ambiental llevará registros de las no conformidades de manejo ambiental encontradas, y así mismo del seguimiento a las acciones preventivas y correctivas acordadas con el contratista.
- Cuando la Supervisión Ambiental lo estime necesario y conveniente ordenará al contratista de las obras ejecutar monitoreos especiales, para comprobar algún indicador sobre el cual tenga duda o requiera mayor información.
- La Supervisión ambiental realizará periódicamente de acuerdo con su criterio y por cuenta de la promovente, algunos monitoreos de carácter comprobatorio.

Responsables: La responsabilidad del seguimiento y control ambiental es fundamentalmente de la Promovente, a través de su Supervisión Ambiental.

Actividades de monitoreo: Las actividades de monitoreo ambiental se realizarán teniendo en cuenta todos lo parámetro bióticos y abióticos que se verán afectados por la construcción de proyecto carretero con el fin de medir los impactos causados y de acuerdo con los resultados, revisar o tomar las medidas preventivas o correctivas pertinentes. Para monitorear los componentes aire, suelo, paisaje, flora, fauna, y factores socioeconómicos, el contratista, a través de su especialista ambiental se asegurará de que se realicen todas as medidas necesarias cuando sea pertinente, teniendo en cuenta el criterio del Interventor ambiental en las mediciones previstas en las fichas.
La promovente a través de su Supervisión ambiental verificará los resultados y registros del monitoreo ambiental, recomendará o exigirá al contratista medidas preventivas o correctivas, según lo estime pertinente, verificará el cumplimiento de los compromisos, y en general evaluará el cumplimiento del plan de seguimiento y monitoreo ambiental.

Seguimiento técnico y ambiental en la etapa de operación del proyecto: el objetivo del seguimiento a partir de la terminación de las obras y durante un lapso prudente de tiempo es ejercer la supervisión del comportamiento del proyecto una vez entra en servicio, en particular para verificar el estado y comportamiento de las mismas.

Responsables: La supervisión ambiental señalada anteriormente se debe adelantar por parte de la promovente quienes deberán informar al respecto periódicamente a la autoridad ambiental competente.

Costo para la ejecución del plan de manejo ambiental del proyecto

Concepto	*Unidad*	*P. Unitario*	*Cantidad*	*Importe*
Coordinador De Proyecto	Mes	$15,000.00	60	$900,000.00
Supervisor Ambiental (Nivel Técnico)	Mes	$12,000.00	60	$720,000.00
Reporte	Mensual	$15,000.00	60	$900,000.00
Mano De Obra				$2,520,000.00
Camioneta Ford 150 2010 4x4	HOR	$130.39	384	$50,069.76
Cámara Fotográfica	HOR	$4.36	192	$837.12
Computadora Laptop	HOR	$5.11	384	$1,962.24
Impresora Láser Negro	HOR	$6.41	192	$1,230.72
Plotter	HOR	$31.24	48	$1,499.52
Geoposicionador Digital	HOR	$6.94	192	$1,332.48
Equipo De Seguridad	%	$147,931.68	0.1	$14,793.17
Equipo Y Herramienta				$71,725.01
Costo				**$2,591,725.01**

6.4 DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA O DEL SISTEMA DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN.

Las medidas de mitigación anteriores cuentan con una estrategia, que está caracterizada con objetivos, alcances, procedimientos, recursos, indicadores, periodicidad y registro del cumplimiento, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 2.10. Características de las medidas de mitigación

OBJETIVO	*ALCANCES*	*PROCEDIMIENTO*	*RECURSOS NECESARIOS*	*INDICADORES*	*PERIODICIDAD*	*REGISTRO DE CUMPLIMIENTO*
Compensar las afectaciones sobre la fauna	90%	Permitir y facilitar el escape de la fauna silvestre existente en toda la trayectoria del proyecto y en la cercanía de cuerpos de agua. Establecer acciones de protección a toda la fauna, mediante la elaboración de un catálogo de fauna y la capacitación ambiental a todos los trabajadores que incidan en esta zona, con sanciones estrictas a su incumplimiento. Establecer como una actividad cotidiana, durante todo el tiempo de trabajo en el trazo del proyecto, el ahuyentamiento de la fauna al inicio de la jornada diaria y reubicación de sus madrigueras o nidos. La empresa constructora debe establecer prohibiciones estrictas y sanciones a todos los trabajadores, para evitar la caza, captura y compra-venta y muerte de cualquier organismo de la fauna. Colocar señalamientos preventivos e información alusiva de la fauna silvestre, para su protección y su conocimiento	Elaborar el catálogo de fauna silvestre o folletos informativos. Elaborar el Reglamento de trabajo del personal, en materia de protección ambiental.	Numero de organismos afectados. Numero de nidos y madrigueras reubicadas. Numero de catálogos o folletos publicados. Número de señalamientos colocados.	Semanalmente y un concentrado Mensual, durante todo el tiempo que dure el proyecto.	Informe mensual de las acciones realizadas
Mitigar el efecto del despalme y eliminación de los horizontes del suelo	80%	Establecer áreas definidas para almacenar y conservar la capa superficial de suelo removido para después ser mezclado con residuos vegetales y ser reutilizado en actividades de rehabilitación ambiental, áreas verdes o en zonas de revegetación. Es necesario destacar que el material edáfico contiene semillas en estado de latencia y microorganismos, que lo convierten en un importante banco de germoplasma, para después disponerla en sitios degradados o de interés para la conservación.	Transportación del suelo al sitio de almacén del suelo. Camiones de carga (los mismos que realizan el acarreo de material) Personal para mezclar la vegetación y suelo	Volumen de suelo recuperado y reutilizado	Solo durante las acciones de despalme	Informe de los volúmenes reutilizados de suelo (número de camiones obtenidos)

Proteger la calidad del agua del cuerpo de agua presente.	80%	Realizar las actividades asociadas a la construcción en zonas cercanas al cuerpo de agua, durante la época de sequía, permitiendo un desarrollo de actividades de manera más expedita.	Planeación de los trabajos.	Volumen estimado de material caído a los cauces. Extracción del material caído	Previo al inicio de las actividades constructivas.	Planeación de las actividades a realizar.
		Evitar la caída de materiales al cauce del cuerpo de agua, estableciendo un distanciamiento o una barrera física, de protección entre el área de trabajo y el cauce. En caso de caída incidental, retirarlos inmediatamente para restablecer la dinámica hidrológica	Maquinaria y camiones de carga, así como personal auxiliar.	Volumen estimado de material caído a los cauces. Extracción del material caído.	Reporte de los incidentes de caída de material.	Informe mensual de los incidentes. Volumen material recuperado del cauce
Reducir el riesgo de contaminación del agua y suelo por la generación de residuos	100%	Desarrollar un programa de manejo de residuos peligrosos, con la bitácora respectiva, asegurando su almacenamiento temporal y contrato con la empresa especializada autorizada que dará disposición final de los residuos peligrosos.	Contenedores, sitios de almacenamiento temporal y Personal para las actividades del programa.	Volumen de residuos manejados durante toda la obra.	Concentrado mensual, a partir de reportes semanales.	Bitácoras. Contrato con empresa para el manejo de Residuos peligrosos. Manifiesto de Residuos peligrosos.
		La empresa constructora debe contar con un programa de manejo de residuos domésticos, con bitácora, donde se especifique el lugar de almacenamiento temporal y el sitio autorizado para la disposición final; debe indicar la existencia de acciones de reciclaje de residuos, bajo su responsabilidad.				
		Retirar inmediatamente todos los materiales sobrantes, escombros, residuos y favorecer el retorno de la vegetación alrededor de la obra.	Personal para carga de residuos y transporte.	Volumen de residuos retirados de sitios de obra.	Semanal	Bitácora de residuos de obra recuperados.
Evitar la contaminación fecal	100%	Contratar el uso de sanitarios portátiles, a empresas autorizadas.	Contrato para sanitarios portátiles	Numero de sanitarios	Todo el tiempo que dure la obra.	Arrendamiento
Reducir el nivel de afectación de la calidad del aire.	80%	La empresa constructora deberá de aplicar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos, equipos y maquinarias.	Taller de mantenimiento.	Programa de mantenimiento Verificación Vehicular.	Semestral	Bitácora de mantenimiento de los equipos,

		La circulación y el tránsito de los vehículos de carga deben ser con una cubierta de lona en la caja y sobre los materiales trasportados.	Personal para el mantenimiento. Refacciones e insumos necesarios. Tramitar la verificación federal vehicular.			maquinaria y vehículos.
		La empresa constructora debe tener un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de los vehículos de carga, contar con la verificación federal y cumplir con la normatividad vigente en materia de emisiones a la atmósfera.				
		Respetar los límites de velocidad, principalmente en la zona Rural	Reglamento interno aplicado a vehículos	Incidente de trafico	Semanal	Informe mensual
		Regar la zona de trabajo	Pipa de agua	Volumen de agua utilizada	mensual	Bitácoras de obra
Concientizar a los trabajadores de la importancia de la protección ambiental	100%	La empresa constructora debe ofrecer capacitación ambiental a supervisores, operadores de maquinaria y equipo pesado, previo al inicio de actividades.	Materiales para los cursos instructor	Cursos ofrecidos Número de personal capacitado Asistente	Todos los tiempos que dure la obra	Material impresos, informes, pagos a instructores y convenios realizados.
		Otorgar capacitación y educación a los pobladores				
Ofrecer condiciones den seguridad a los pobladores	100%	Asegurar el trafico libre de pobladores y conductores a lo largo del trayecto del proyecto, durante la preparación del sitio y la construcción del proyecto con la inclusión y permanencia de personal de vigilancia del control de tráfico movimiento vehicular y maquinaria e incorporar señalamientos visuales y luminosos suficientes	Personal de vigilancia y control de tráfico. Señalamientos de protección	Personal contratado Número de incidentes Señalamientos incorporados	Todo el tiempo que dure la obra	Factura de compra. Nóminas del personal Reportes de incidentes
Ofrecer condiciones de seguridad y salud en el trabajo al personal	90%	La empresa constructora debe integrar suficientes señalamientos informativos a lo largo de toda la ruta recorrida por los vehículos de carga y realizar su mantenimiento periódico.	Señalamientos Equipo de protección personal Reglamentos de uso capacitación	Señalamientos integrados Equipos de protección personal Numero de curso	Todo el tiempo que dure la obra	Factura de compra pago a instructores
		Dotar de equipo de protección personal y vigilar su adecuado uso, e incluir letreros señalando las prohibiciones para evitar algún tipo de accidente.				
Evitar la inestabilidad de	90%	Estabilizar los cortes, taludes y terraplenes, con muros de concreto en	Personal.		Mensual	

los materiales geológicos		zonas de fuertes pendientes o con materiales inestables	Materiales de construcción Semillas de pasto	Numero de obra de protección realizada Cantidad de semillas de pasto utilizadas		Informe de las obras de protección realizadas.
		Proteger los taludes preferentemente con vegetación natural, principalmente especies endémicas colonizadoras, así como las gramíneas				
Atender las afectaciones ambientales que ocurre en el banco de material	60%	El propietario del banco debe contar con el permiso vigente de explotación El propietario del banco debe dar mantenimiento preventivo periódico a los camiones de acceso. El propietario del banco debe desarrollar un programa de mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria, equipo y vehículos utilizados y cumplir con la verificación federal y normatividad vigente. El propietario del banco debe integrar suficientes señalamientos y otorgar su mantenimiento periódico a lo largo de la trayectoria de los vehículos de carga. El propietario del banco debe realizar el control de polvos rehabilitación de áreas explotadas y desarrollar un programa de revegetación.	Documentación informes, permisos, bitácoras autorización que debe poseer el propietario del banco de material	Grado de cumplimiento de todos los rubros por parte del propietario del banco de materiales	Durante todo el tiempo que se extraiga material del banco	Documentación vigente y pertinente de las acciones realizadas por el propietario del banco de material
Compensar la eliminación de la vegetación	100%	La construcción debe contar con un programa de reproducción y establecimiento vegetal en sitios para recuperación, protección y mejoramiento de hábitat, áreas verdes, cauces, bancos de extracción o relleno sanitario municipal. Realizar una campaña de revegetación con especies locales y con la participación de la población local, asegurando su sobrevivencia y mantenimiento	Suelos despalmados. Material vegetación Germoplasma vegetal y la coordinación con la población local	Seguimiento del número de individuos plantados y tasa de sobrevivencia.	Cada seis meses realizar un inventario de los individuos plantados, todo el tiempo que dure el proyecto	Informe semestral de las acciones realizadas

6.5 INFORMACIÓN NECESARIA PARA LA FIJACIÓN DE MONTOS PARA FIANZAS

En la presente MIA-R para la Modernización del camino: Naopa - Tlatzintla, del km. 0+000 al km. 7+000, ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo se identificaron las superficies a afectar dada la modernización del camino señalado en el Capítulo II de este estudio, los recursos existentes en el área a afectar identificados en el Capítulo IV, los posibles impactos ambientales generados por el proyecto identificados en el Capítulo V, de donde se derivó el diseño de las medidas de mitigación y los programas ambientales, así como el plan de manejo ambiental. Algunas de estas medidas son derivadas del mismo proceso constructivo del proyecto, tales como la construcción de obras de drenaje para mantener el patrón hídrico de la región, acondicionamiento de las obras de drenaje como pasos de fauna, el manejo del material producto del despalme y de cortes, que será reutilizado en la misma obra, establecimiento de obras de estabilización de taludes, limpieza de áreas fuera de la superficie entre línea de ceros, restauración de superficies ocupadas por instalaciones provisionales, mantenimiento de la maquinaria y equipo, manejo de residuos peligrosos y de tipo municipal, entre otras.

Otras de las medidas son independientes del proceso constructivo y requieren inversión en recurso y personal adicional, como es el caso de los programas antes mencionados, como especialistas ambientales encargados de la aplicación y supervisión de las medidas programas ambientales específicos como:

- Programa de rescate y reubicación de flora
- Programa de rescate y reubicación de fauna
- Programa de restauración ecológica
- Programa de conservación de suelos
- Propuesta para ubicación y dimensiones de obras de drenaje como pasos de fauna
- Plan de manejo y monitoreo ambiental.

Para la estimación del costo económico derivado de la aplicación de los programas ambientales específicos diseños para minimizar, compensar o remediar impactos ambientales, se consideraron los conceptos (costos) de cada uno de estos programas. Por otra parte, para medir el valor económico o costo de la degradación ambiental generada por un proyecto, la teoría económica ha desarrollado diversas técnicas. Una de ellas se basa en las observaciones de los gastos en que incurren los agentes para prevenir o compensar un daño ambiental. Las técnicas utilizan observaciones del comportamiento de las personas, así como fuentes empíricas para recolectar información, lo cual incluye encuestas y consultas a expertos como se utilizó en este caso. En este método se asume que los individuos conocen el trabajo a realizar, los objetivos y los alcances esperados. Una fianza resulta una buena alternativa para llevar a cabo el cumplimiento de las condicionantes. La fianza representa el costo real del cumplimiento de las condicionantes emitidas por la SEMARNAT y en su caso, la reparación del daño por situaciones de contingencia que sean directamente atribuibles al proyecto y que no hayan sido identificadas e incorporadas en alguna condicionante.

La inversión estimada para la construcción del Proyecto es de $ 600 000 000.00 (seiscientos millones de pesos 00/MN) En los diferentes programas ambientales que se considera necesario ejecutar a fin de hacer el proyecto viable desde el punto de vista ambiental, se

estimó el costo de aplicación de cada uno de ellos, mismo que se resume en la siguiente tabla, en esta se contemplan los costos necesarios para la aplicación del programa de vigilancia ambiental dentro del Plan de manejo ambiental.

Tabla 6.15. Costo total por la aplicación de los programas del sistema de manejo ambiental

PROGRAMAS AMBIENTALES	COSTO ($ M.N.)
Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre.	$231,059.32
Programa de Rescate, Reubicación de Fauna Silvestre.	$1,422,329.04
Programa de Restauración Ecológica. (Reforestación)	$889,624.72
Programa de Conservación de Suelos.	$818,426.16
Plan de Manejo y Monitoreo Ambiental.	$818,426.16
Propuesta para ubicación y dimensiones de pasos de fauna.	$378,397.04
Total	**$4,558,262.44**

Por lo anterior, el monto del instrumento de garantía para el cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación, remediación y compensación de daños y/o para el manejo ambiental del proyecto es de **$ 4,558,262.44**

CAPÍTULO 7

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. 281
7.1 ESCENARIO TENDENCIAL AMBIENTAL 281
7.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto. 281
7.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto 281
7.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación 282
7.2 EVALUACION DE ALTERNATIVAS 283
7.2.1 PROGRAMA DE MONITOREO. 283
7.3 CONCLUSIONES 284

7 PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

7.1 ESCENARIO TENDENCIAL AMBIENTAL

7.1.1 Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Actualmente en la zona de estudio existe una alteración de media a baja, por las actividades antropogénicas (extracción de leña) cultivos agrícolas minería y por los efectos naturales (lluvia).

La población que existe en el municipio aumentará mínimamente, sin embargo, este crecimiento requerirá de nuevos espacios para construir, además de requerir recursos naturales. Por lo que se diagnostica que las afectaciones al medio natural aumentaran.

En el sitio en que se pretende construir el proyecto existe un camino a nivel de terracerías, el cual actualmente es empleado por los habitantes de Naopa y Tlatzintla, así como, localidades vecinas para tener comunicación entre sí, sin embargo es un camino que representa grandes polvaredas en tiempo de secas y considerables lodazales en temporada de lluvias, aunado a ello los vehículos que transitan por el camino representan generación de gases y partículas producto de la combustión que realizan.

El camino actual es paso constante de personas y vehículos, por lo que las especies animales típicas de la zona no frecuentan el camino y han procurado (por sobrevivencia) los lugares más adentrados hacia las zonas naturales.

7.1.2 Descripción y análisis del escenario con proyecto

La construcción de este escenario se realizará tomando como base las tendencias de cambio descritas anteriormente y sobreponiendo los impactos ambientales relevantes que generará el proyecto en el sistema ambiental regional. En este apartado no se incluyen las medidas de mitigación.

En la etapa de construcción del proyecto es donde se tienen las principales interacciones con el medio como son; en las actividades de preparación del sitio y construcción se tendrán emisiones a la atmosfera por la generación de gases, producto de la combustión interna de la maquinaria y vehículos a emplear, además del desprendimiento de partículas de polvo por el movimiento de tierras, este efecto será temporal, se incluyen cortes en zonas con vegetación, así como construcción de carpeta asfáltica son las actividades que se considera tendrán mayores impactos al ambiente.

Con el proyecto en operación, se tendrá reducción de los gases producto de la combustión interna que se tiene actualmente en el camino, ya que, el camino modernizado ofrecerá menor resistencia a los vehículos y mayor velocidad para desplazarse.

Existirá alteración al medio natural del lugar, ya que serán derribados árboles, además del retiro de la cobertura vegetal y al retirar esta capa, también se estará afectando a la comunidad faunística principalmente a especies de lento desplazamiento.

Socialmente hablando, se tendrá un fácil acceso a más servicios básicos, como es el caso de la educación y salud.

7.1.3 Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación

Tomando en cuenta que con el desarrollo del proyecto se tendrán efectos negativos, a continuación, en forma de lista se mencionan, las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas para disminuir los efectos adversos.

Factor ambiental	*Afectación*	*Medida recomendada*
Aire	Aumento de gases y partículas de polvo por el movimiento de tierras.	Como medida de mitigación se propuso el riego de agua en las áreas de trabajo, que los vehículos que transporten el material de construcción estén cubiertos con lonas humedecidas. En cuanto a los gases, estos serán dispersados por el viento y absorbidos por el ambiente. Sin embargo, se le solicitara al encargado de obra, llevar a cabo la verificación de su maquinaria y vehículos a ocupar.
Suelo	Perdida de las propiedades del suelo, contaminación por derrame de aceites.	Como medida de compensación se ha propuesto la reforestación con especies nativas de la zona, en superficies dentro del derecho de vía y/o es polígonos degradados dentro del SAR. En cuanto al derrame accidental de aceite, se recogerá el suelo contaminado con palas y depositado en costales o tambos metálicos, para ser dispuestos como residuos peligrosos por una empresa autorizada por SEMARNAT.
Vegetación	Perdida de cobertura vegetal y derribo de árboles.	Como medida compensatoria, se realizará la reforestación con especies nativas, en superficies aledañas al derecho de vía y/o es polígonos degradados dentro del SAR, en cuanto a la cobertura vegetal se refiere, se considera, crecerán en el sitio en donde se lleve a cabo la reforestación. Mediante un programa se llevará a cabo el rescate y la reubicación de las platas juveniles que se encentran en áreas donde se afectara vegetación.
Fauna	Desplazamiento de poblaciones	Cabe hacer mención que con el camino actual se produjo la división de las poblaciones de fauna, con el desarrollo del proyecto, solo se llevara a cabo el ahuyentamiento de la fauna existente en el sitio para no afectarla (matarla). Para mantener la permeabilidad de fauna en

Factor ambiental	*Afectación*	*Medida recomendada*
		carretera se establecerán pasos de faunas que ayudaran a la distribución y movilidad de la comunidad faunística.
Social	Adquisición de nuevos servicios y crecimiento poblacional.	Debido a que este proyecto beneficiara a los habitantes del municipio Molango de Escamilla, por la facilidad que tendrán para adquirir nuevos servicios, no se presenta una medida d mitigación.

7.2 EVALUACION DE ALTERNATIVAS

México cuenta con una extensa red de caminos que resulta insuficiente para abastecer a todas las comunidades en cuanto a transportar las materias primas y los productos que de ellas se elaboran, lo que constituye un freno para la actividad económica del país. Además de limitar el desarrollo social en áreas tales como la atención a la salud y la educación de los grupos marginados, derivado de lo anterior es la importancia de contar con una infraestructura vial, no solo para la vida económica y política, sino también para la vida cultural de la nación. En este sentido en la actualidad, la infraestructura vial, no solo para la vida económica y política, sino también para la vida cultural de la nación.

En este sentido en la actualidad, la infraestructura vial del país resulta insuficiente para cumplir con las necesidades de la población, debido a la cantidad de caminos y el estado físico de los mismos. Ambos problemas se encuentran ligados estrechamente dado que mientras más cantidad de caminos se requieran, mayor será la cantidad de recursos necesarios para invertir en la creación de infraestructura vial nueva, pero se tiene el problema de que los caminos que ya se encuentran en operación demandan una importante cantidad de recursos económicos para mantenerlos en condiciones de servicio.

Lo anterior, obliga a tomar decisiones que no necesariamente son las más adecuadas debido a que se invierten grandes cantidades de recursos económicos en un mantenimiento que no soluciona los problemas fundamentales de los caminos en operación y son recursos que deberían estar siendo utilizados para la creación de infraestructura nueva de acuerdo con las demandas de hoy en día se tiene en el país. De esta manera el proyecto corresponde a una modernización del camino rural que ayudara a agilizar el transporte de mercancías.

7.2.1 PROGRAMA DE MONITOREO.

Se realiza un seguimiento de las condiciones iniciales, de la calidad ambiental y de los impactos ambientales que se presentan. Se deben identificar los sistemas afectados, los tipos de impacto y los indicadores como el agua, aire, suelos, ecosistemas, aspectos sociales, económicos y culturales. Igualmente se incluirán los costos y el cronograma de ejecución durante las fases de construcción y operación.

Este plan permite identificar el cumplimiento de las medidas de control y mitigación de los impactos y evaluar las necesidades de cambios o implementación de nuevas medidas. Se constituye entonces el plan de monitoreo en un instrumento de seguimiento del proyecto y de retroalimentación para la toma de decisiones.

El seguimiento técnico incluye la realización de las siguientes funciones:

- Ejercer el control técnico – ambiental durante el desarrollo de las diferentes actividades de construcción para verificar que se atiendan y se cumplan las recomendaciones y medidas contempladas en el plan de manejo ambiental.
- Incluye el control sobre todas las actividades de obra y de las actividades conexas o inducidas, comprobando que los procesos se realicen debidamente conforme a las normas, metodologías constructivas y recomendaciones técnicas pertinentes.
- Se controlará que las diferentes actividades se realicen cumpliendo con las medidas de seguridad industrial y salud ocupacional.
- Se controlará el cumplimiento de las medidas de seguridad vial en particular en lo referente a la suficiente y eficaz señalización.
- Tanto el contratista constructor como el supervisor ambiental dentro de sus respectivos planes llevarán registros de las no conformidades de manejo ambiental encontradas, y así mismo del seguimiento a las acciones preventivas y/o correctivas acordadas con el contratista, así como las impuestas por la autoridad ambiental.

Responsables: La responsabilidad del seguimiento técnico es en primera instancia del contratista y/o director de obra, con la vigilancia y control permanente que debe ejercer la supervisión ambiental, atraes de la promovente.

Actividades de monitoreo: Las actividades de monitoreo ambiental se realizarán teniendo en cuenta todos lo parámetro bióticos y abióticos que se verán afectados por la construcción de proyecto carretero con el fin de medir los impactos causados y de acuerdo con los resultados, revisar o tomar las medidas preventivas o correctivas pertinentes. Para monitorear los componentes aire, suelo, paisaje, flora, fauna, y factores socioeconómicos, el contratista, a través de su especialista ambiental se asegurará de que se realicen todas as medidas necesarias cuando sea pertinente, teniendo en cuenta el criterio del Interventor ambiental en las mediciones previstas en las fichas.

La promovente a través de su Supervisión ambiental verificará los resultados y registros del monitoreo ambiental, recomendará o exigirá al contratista medidas preventivas o correctivas, según lo estime pertinente, verificará el cumplimiento de los compromisos, y en general evaluará el cumplimiento del plan de seguimiento y monitoreo ambiental.

Seguimiento técnico y ambiental en la etapa de operación del proyecto: el objetivo del seguimiento a partir de la terminación de las obras y durante un lapso prudente de tiempo es ejercer la supervisión del comportamiento del proyecto una vez entra en servicio, en particular para verificar el estado y comportamiento de las mismas.

7.3 CONCLUSIONES

La obra, consistente en la modernización de camino de terracería Naopa - Tlatzintla a una carretera tipo "C", ubicado en el Municipio de Molango de Escamilla, en el Estado de Hidalgo, el proyecto considera una longitud total de 7.00 km, iniciara en el km 0+000 y terminado en el km 7+000.

El proyecto cuenta con una sección transversal 7 metros de ancho de corona para alojar 2 carriles de circulación (1 por sentido) de 3.5 metros sin acotamientos laterales; El trazo del proyecto cruza recorre en su mayoría el camino existente. El Proyecto no se contrapone a ninguna de los objetivos, políticas y estrategias incluidas en los programas de desarrollo urbano, y coadyuvará en ser un detonante para el crecimiento económico de la región debido a la generación de empleos temporales y permanentes.

Por otra parte, cabe destacar que el predio donde se desarrolla el Proyecto, no se encuentra dentro de ningún Área Natural Protegida de carácter federal, estatal y/o municipal.

El proyecto fue elaborado de acuerdo con las políticas de protección del medio ambiente afectando de manera mínima los recursos naturales y, la cual conlleva a la generación de empleos temporales y permanentes en sus diferentes etapas, apoyando al desarrollo económico de la población de la región.

El Proyecto se ajusta a todos y cada uno de los ordenamientos mencionados; su realización no se contrapone a las disposiciones jurídicas, ni mucho menos a las disposiciones del uso de suelo decretadas por el estado de Hidalgo, así como de los municipios por donde atraviesa el Proyecto, por lo que se considera que la realización del mismo es viable.

Cabe destacar que la preparación, construcción, operación y mantenimiento del proyecto, tienen efectos negativos relevantes en la geomorfología, suelos, fauna e hidrología, pero también genera bastantes alternativas de beneficios social, económico y presenta acciones específicas para la mitigación y compensación de los impactos ambientales. Por lo que las conclusiones del proyecto son las siguientes:

- ✓ El proyecto representa una propuesta de desarrollo que es saludable ambientalmente, ya que este cruza por tierras agrícolas y pecuarias, lo cual reduce todas las afectaciones ambientales identificadas presentando solo la afectaciones puntuales, lo que produce una mínima afectación ambiental y facilita las etapas de preparación del sitio y la construcción al reducir los efectos negativos de gran extensión sobre los paisajes geomorfológicos, suelos, vegetación, fauna, e hidrología superficial, aunado a representar los impactos sociales y económicos de gran importancia.

- ✓ Las actividades proyectadas de desmonte, despalme, nivelación, excavación y compactación que recibirá la carpeta asfáltica, representan efectos permanentes e irreversibles; donde las corrientes hidrológicas de lluvias intermitentes tendrán modificaciones temporales en su dinámica, destacando la afectación sobre los márgenes y donde el diseño del proyecto y las medidas de mitigación asociadas deben garantizar que el sistema de drenaje tenga la operación suficiente y considere los efectos potenciales, asociados a las crecidas en eventos extraordinarios, para evitar afectaciones a las diferentes estructuras que cruzan a lo largo de la trayectoria del proyecto.

- ✓ Todos los materiales geológicos y edafológicos derivados del despalme y nivelación tiene posibilidades de ser reutilizados, ya sea como material para nivelación, rellenos, conformación de taludes o como material para rehabilitar los terrenos donde se realice la explotación de los bancos de préstamo, o recuperar ambientalmente sitios con degradación evidente a lo largo de derecho de vía.
- ✓ La fauna tiene una alta vulnerabilidad a la presencia humana, siendo más acentuada las especies de lento desplazamiento, las cuales son eliminadas de su hábitat con mucha facilidad; para atender esta situación es muy relevante otorgar la capacitación ambiental a los trabajadores y a la población local, en coordinación con las autoridades municipales, que permitan acercarlos al conocimiento de este recurso, su comportamiento, importancia y estrategias de conservación. Asimismo, se debe integrar una brigada de reconocimiento de madrigueras, nidos y organismos, que deben realizar una inspección previa al inicio de trabajos durante todo el tiempo de preparación y construcción del proyecto, para rescatar organismos, nidos y madrigueras para reubicarlos en zonas de mayor conservación ubicadas en la cercanía del trazo del proyecto.
- ✓ En la relación a la hidrología es importante establecer los sitios para la ubicación dimensionamiento de los drenajes y subdrenajes de proyecto, debido a la existencia de los canales de riego puede adquirir un carácter importante y representar un riesgo para la infraestructura proyectada.
- ✓ El proyecto, tiene una alta factibilidad ambiental, resaltando que los principales efectos nocivos se presentan en la geología y suelos, por lo que la incorporación de las medidas de mitigación, en el momento y espacio adecuado, se atenderán los factores ambientales potencialmente modificados por las distintas actividades del proyecto, lo cual incremente su factibilidad y permite armonizar el desarrollo regional social y económicamente con la proyección de los recursos naturales existentes dentro del SAR.

Por lo anteriormente expuesto, se considera que el Proyecto, es ambientalmente Factible siempre y cuando se apliquen las medidas de mitigación propuestas.

CAPÍTULO 8

8 IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL 2
8.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN. 2
8.2 Anexos 2

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

8.1 PRESENTACIÓN DE LA INFORMACIÓN.

De acuerdo con el artículo 19 del Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en Materia de Evaluación de Impacto Ambiental, se entregarán 2 ejemplares impresos de la Manifestación de Impacto Ambiental; de los cuales uno será utilizado para consulta pública. Asimismo, todo el estudio será grabado en memoria magnética, incluyendo imágenes, planos e información que complemente el estudio, mismo que deberá ser presentado en formato Word.

La entrega del estudio se realizará de la siguiente forma:

- Un ejemplar impreso.
- Dos CD's con el estudio completo, en formato Word, uno de ellos será para "Consulta Pública".
- Pago de derechos realizado en el banco.

8.2 Anexos

- Cartografía
- Matriz de impactos ambientales
- Estudio hidrológico
- Obras de drenaje
- Programas ambientales
- Anexo fotográfico A. Actividades de muestreo de flora y fauna
- Anexo fotográfico B. Condiciones de camino a cada 500 m
- Vegetación afectada