



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

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



# SCT

SECRETARÍA DE  
COMUNICACIONES  
Y TRANSPORTES

Manifestación de Impacto Ambiental modalidad regional del proyecto “Modernización del camino Sotuta – Holca tramo del km 0+000 al km 20+444.42, y paso por Tibolón del km 0+000 al km 2+706, con una meta de 23.15 km, en los municipios de Sotuta y Kantunil, ubicado en el estado de Yucatán”

**MARZO 2021**

## Contenido

<b>CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO.....</b>	<b>5</b>
I.1 Proyecto.....	5
I.1.1 Nombre del proyecto.....	5
I.2 Solicitante.....	9
I.2.1 Nombre o razón social.....	9
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes del Promovente.....	9
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal.....	9
I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal.....	9
I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.....	9
I.3.1 Nombre o razón social.....	9
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes.....	9
I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.....	9
I.3.4 Dirección del responsable técnico del estudio.....	9
<b>CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....</b>	<b>10</b>
<i>II.1 Información general del proyecto.....</i>	<i>10</i>
II.1.1 Naturaleza del proyecto.....	10
II.1.2 Justificación y objetivos del proyecto.....	10
II.1.3 Dimensiones del proyecto.....	11
II.1.4 Planta y sección tipo.....	11
II.2 Obras especiales.....	12
II.2.1 Estructuras.....	12
II.2.2 Letreros y señalamiento.....	12
II.2.4 Obras Provisionales.....	12
II.2.5 Descripción de servicios requeridos.....	13
II.2.6 Situación legal de los predios y tipo de propiedad.....	14
II.2.7 Proceso constructivo.....	14
<b>CAPITULO III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DEL USO DE SUELO.....</b>	<b>21</b>
III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio.....	21

III.2 Regiones Prioritarias para la Biodiversidad .....	33
III. 3. Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno ..	38
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .....	48
VI.1. Delimitación del Sistema Ambiental .....	48
IV.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental regional.....	51
IV.2.1. Medio físico .....	51
V.2.2 Medio biótico .....	58
IV.3 Caracterización socioeconómica.....	132
IV.3. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional.....	137
IV.3.1 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.....	137
IV.4. Diagnóstico ambiental regional .....	140
IV.4.-Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional .....	143
IV.4.1.-Medio físico .....	143
IV.4.2 Medio biótico. ....	145
IV.4.3. Medio socioeconómico.....	147
IV.5. Construcción de escenarios futuros.....	149
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	150
V.1 Identificación de las afectaciones a la estructura y funciones del sistema ambiental regional. ....	150
V.1.2.1. Red de eventos .....	159
V.2 Criterios y técnicas para evaluar impactos ambientales .....	160
V.2.1 Identificación de impactos .....	164
V.3. Evaluación de impactos ambientales .....	188
V.3.1 Valoración jerárquica de los impactos .....	188
V.4.2. Selección y descripción de los impactos significativos.....	195
V.4.3. Indicadores de impacto.....	203
V.4.4. Ponderación de los impactos ambientales.....	206
CAPITULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.....	211
VI.1. Clasificación y descripción de las medidas de mitigación.....	211
VI.2 Medidas de mitigación .....	213
VI.2.1 Supervisión ambiental .....	213



IV.2.2. Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto .....	214
VI.2.3. Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna.....	216
VI.2.4. Programa de protección de suelos y agua.....	225
VI.2.5. Programa de Reforestación.....	233
VI.2.6. Plan de manejo Ambiental.....	242
<b>CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS .....</b>	<b>260</b>
<b><i>VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.</i></b> .....	<b>260</b>
<b><i>VII.2. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.</i></b> .....	<b>261</b>
<b><i>VII.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación</i></b> .....	<b>262</b>
<b><i>VII.4. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.</i></b> .....	<b>263</b>
<b><i>VII.5. Pronóstico ambiental.</i></b> .....	<b>264</b>
<b>VII.1. Conclusiones</b> .....	<b>265</b>
<b>CAPITULO VIII. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES. ....</b>	<b>267</b>
<b>VIII.1. Anexos</b> .....	<b>267</b>
<b>VIII.2. Literatura consultada</b> .....	<b>267</b>

## CAPITULO I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DE LA EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO.

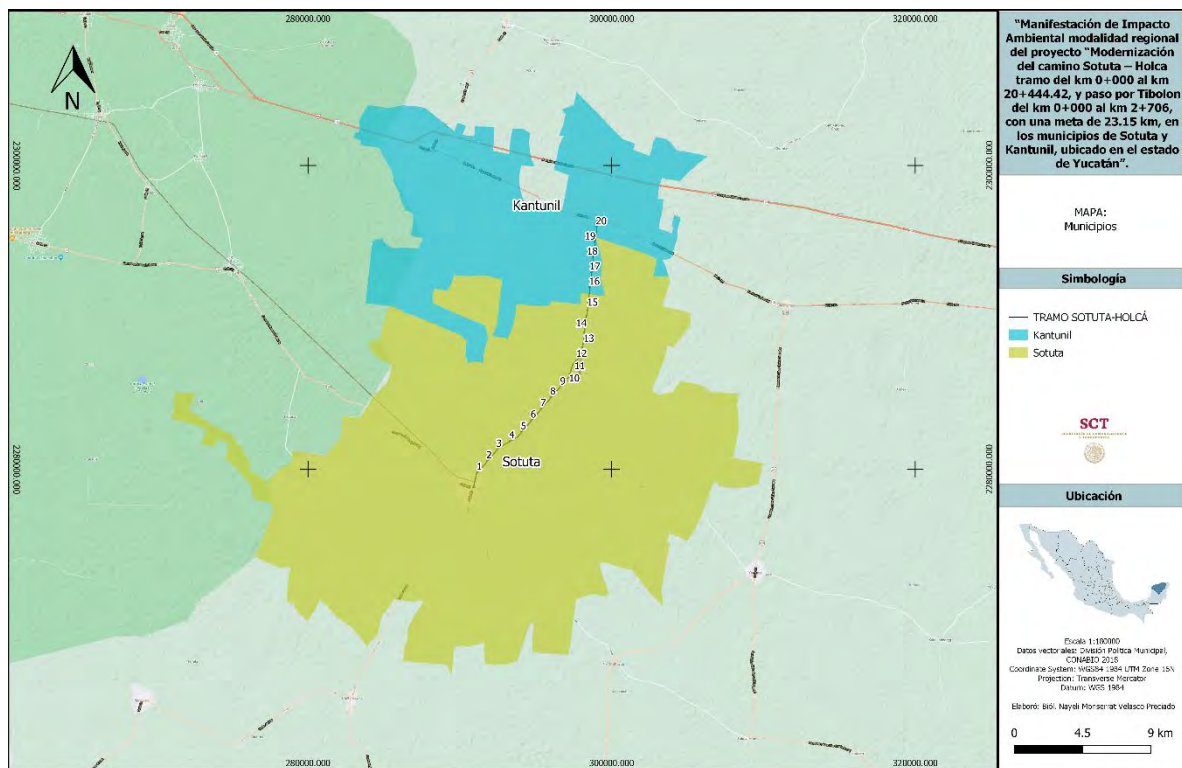
### I.1 Proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto.

El proyecto se denomina "Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad regional "Modernización del camino Sotuta – Holca tramo del km 0+000 al km 20+444.42, y paso por Tibilón del km 0+000 al km 2+706, con una meta de 23.15 km, en los municipios de Sotuta y Kantunil, ubicado en el estado de Yucatán".

#### I.1.1. Ubicación del proyecto.

El proyecto se encuentra ubicado en los municipios de Sotuta y Kantunil, estado de Yucatán, sobre la carretera federal 184, el cual se presenta a continuación:



**Figura 1.** Ubicación del presente proyecto y los municipios involucrados.

#### Ubicación geográfica del estado de Yucatán

Geográficamente el estado de Yucatán se localiza en las coordenadas 19°33'04.32" - 22°35'09.06" latitud norte y 92°19'34.68" - 87°31'59.16" longitud oeste; esto en la zona poniente del país. Colinda con el Estado de Campeche hacia el suroeste y hacia el sureste

con el Estado de Quintana Roo. Hacia el norte, Yucatán tiene una importante franja costera en el Golfo de México, el litoral que separa al territorio estatal comienza desde el municipio de Celestún y culmina en los límites orientales de Río Lagartos y Tizimín; con una longitud aproximada de 378 km; el Estado cuenta con una superficie territorial de 43,379 km<sup>2</sup>, que equivale al 2.21% del territorio de nacional, congregándose en 106 municipios que conforman sus 7 regiones. El proyecto cruza por la Regio III centro y Región VI Oriente del estado de Yucatán.

**Región VI Oriente.** Conformada por veinte municipios: Cantamayec, Chacsinkín, Chankom, Chemax, Chichimilá, Chikindzonot, Cuncunul, Dzitás, Kaua, Peto, Quintana Roo, Sotuta, Tahdziú, Tekom, Temozón, Tinum, Tixcacalcupul, Uayma, Valladolid (siendo esta su cabecera municipal) y Yaxcabá.

Esta región propone una propuesta estratégica de regionalización maestra en la consolidación de su vocación agrícola, particularmente la frutícola con capacidad de exportación. El objetivo es promover unidades económicas altamente productivas y sustentables, abasteciendo también al mercado peninsular. Como requisito, será fundamental el control de la deforestación y la promoción de actividades económicas complementarias que permitan la consolidación de los corredores de carácter turístico y cultural existentes.

**Regio III centro,** está integrada por 15 municipios siendo la cabecera en Izamal Cuzamá, Hocabá, Hochtún, Homún, Huhí, Izamal, Kantunil, Sanahcat, Sudzal, Tekal de Venegas, Tekantó, Tepakán, Teya, Tunkás y Xocchel.

### **Municipios del proyecto**

**Municipio de Sotuta.** Se localiza en la región oriente del estado. Queda comprendido entre los paralelos 20°29'04.20" a 20°44'45.96" de latitud norte y los meridianos 89°11'57.84" a 88°49'22.08" de longitud oeste; posee una altura promedio de 21 metros sobre el nivel del mar.

Ocupa una superficie de 613.15 Km<sup>2</sup>. Limita al norte con Kantunil-Sudzal, al sur con Cantamayec, al este con Yaxcabá y al oeste con Huhí-Tekit. Toda la superficie municipal es plana clasificada como llanura de barrera con piso rocoso cementado, complejo.

En el territorio municipal no existen corrientes superficiales de Agua. Sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas. La región está clasificada como cálida subhúmeda, con lluvias en verano. Tiene una temperatura media anual de 24.1°C. y su precipitación pluvial media anual de 59.9 milímetros. Predominan los vientos de dirección sureste-noroeste.

Existen porciones consideradas como selva mediana y baja caducifolia con vegetación secundaria, cuyas especies más comunes son: amapola, alché, cedro, ceiba, sábila, flamboyán, chaya y zapote.

Respecto a la fauna, las especies más abundantes son: ardillas, conejos, mapaches, tuzas y diversas clases de reptiles y aves. Está formado por terrenos de la era terciaria. Son permeables y altos en materiales consolidados, subexplotados. Su composición corresponde en su mayor extensión al tipo rendzina, existen porciones de tipo litosol alrededor del municipio, y de tipo cambisol en el extremo sureste.

El municipio cuenta con 10 localidades, de las cuales las más importantes son:

- Sotuta (Cabecera Municipal)
- Tibilón
- Zavala
- Tabi

Tibilón es una de las localidades por las que pasa la carretera Sotuta – Holcá, de la cual se harán las modernizaciones esperadas en este proyecto.

**Municipio de Kantunil.** Se localiza en la región centro del estado. Se ubica ente los paralelos 20°40'14.16" a 20°49'57.36" de latitud norte y los meridianos 89°05'03.84" a 88°51'38.88" de longitud oeste; posee una altitud promedio de 16 msnm.

Ocupa una superficie de 199.73 Km<sup>2</sup>. Colinda con los siguientes municipios: al norte con Sudzal e Izamal, al sur con Sotuta, al este con Sudzal y al oeste con Huhí, Sanahcat y Xocchel. La superficie del territorio municipal se clasifica como llanura de barrera, con piso rocoso o cementado, altamente escarpado.

En el territorio municipal no existen corrientes superficiales de Agua. Sin embargo, en el subsuelo se forman depósitos comúnmente conocidos como cenotes. En algunos casos los techos de estos se desploman y forman las aguadas.

La región está clasificada como cálida subhúmeda, con lluvias en verano. Tiene una temperatura media anual de 24.7°C. y su precipitación pluvial media anual de 74.0 milímetros. Predominan los vientos provenientes del norte.

La flora está clasificada como selva baja caducifolia en su mayor extensión, aunque existe una porción de selva alta perennifolia, con pastizales en el extremo sureste del municipio; su vegetación comprende chechén, palo de tinte, ceiba y pochote.

Las especies más comunes de animales que habitan en el municipio son reptiles como: iguana, víbora, tortuga de tierra; entre los mamíferos destacan el gato de monte y mapache; algunas aves como: chachalaca, codorniz, y tzutzuy.

El origen geológico del municipio corresponde a la era terciaria. La composición del suelo corresponde al tipo regosol que se encuentra en toda la región.

En el municipio se reconocen 5 localidades, las principales son:

- Kantunil (cabecera municipal).

- Holca

## Ubicación del Proyecto

Como ya ha mencionado anteriormente el proyecto se encuentra ubicado en los municipios de Sotuta y Kantunil, en el estado de Yucatán, sobre la carretera federal 184, tramo Sotuta-Holcá, con una longitud de 25.2 km.

**Tabla 1.** Coordenadas geográficas del proyecto

Cadenamiento	Coordenadas UTM	
	X	Y
0+000.00	290907.2892	2278803.5343
0+500.00	291009.0333	2279292.6755
1+000.00	291161.6354	2279760.4985
1+500.00	291486.1657	2280140.8669
2+000.00	291811.0861	2280520.9014
2+500.00	292136.7001	2280900.3425
3+000.00	292462.2837	2281279.8096
3+500.00	292856.3359	2281579.2990
4+000.00	293290.8609	2281826.6613
4+500.00	293725.0044	2282074.6735
5+000.00	294067.9851	2282435.7609
5+500.00	294392.3893	2282816.2367
6+000.00	294717.0026	2283196.5343
6+500.00	295041.3550	2283577.0540
7+000.00	295365.3164	2283957.9071
7+500.00	295689.6744	2284338.4218
8+000.00	296014.4480	2284718.5822
8+500.00	296338.5040	2285099.3547
9+000.00	296662.6244	2285480.0724
9+500.00	296987.2734	2285860.3388
10+000.00	297255.6272	2286274.8681
10+500.00	297389.7622	2286755.4814
11+000.00	297681.8942	2287153.0745
11+500.00	298016.9343	2287520.1987
12+000.00	298091.7757	2288013.3091
12+500.00	298153.0189	2288509.5432
13+000.00	298215.5133	2289005.6214
13+500.00	298256.9536	2289503.6952
14+000.00	298331.4776	2289997.9378
14+500.00	298407.8306	2290492.0651
15+000.00	298458.5459	2290989.4756
15+500.00	298522.9438	2291485.2477
16+000.00	298582.8043	2291981.6108
16+500.00	298633.7522	2292478.9735
17+000.00	298700.6993	2292974.4448
17+500.00	298750.2494	2293471.9083
18+000.00	298798.4891	2293969.5740
18+500.00	298852.9218	2294466.5998
19+000.00	298917.1558	2294962.4195
19+500.00	298974.4138	2295459.1298

Cadenamiento	Coordenadas UTM	
	X	Y
20+000.00	299037.9755	2295955.0469
20+444.42	299111.8559	2296393.1251
INICIO.E.C 9+391.15	296916.3869	2285777.7380
0+500.00	297410.2200	2285807.3830
1+000.00	297869.3257	2285877.6626
1+500.00	297894.9122	2286376.9938
2+000.00	297930.5073	2286873.6354
2+500.00	298007.1060	2287367.7267
FINAL.E.C 11+560.00	298034.8660	2287571.9109

## **I.2 Solicitante.**

### **I.2.1 Nombre o razón social.**

Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Centro SCT Yucatán

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

SCT 850101 QZ4

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

[REDACTED]

### **I.2.4 Dirección del Promovente o de su representante legal**

Calle 35 Km. 2.5 Carretera Chichi Suárez, 148, Col. Petcanche C.P. 97145, Mérida, Yucatán

## **I.3 Responsable de la elaboración del Estudio de Impacto Ambiental.**

### **I.3.1 Nombre o razón social.**

Proviat Constructora S.A. de C.V.

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

[REDACTED]

### **I.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio.**

[REDACTED]

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

Calle 23 No. 398 entre 42A y 44, Fracc. Residencial los Pinos, Merida, Yucatán, C.P. 971

## **CAPITULO II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

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

El proyecto consiste en la Modernización del camino Sotuta – Holca tramo del km 0+000 al km 20+444.42, y paso por Tibolón del km 0+000 al km 2+706, con una meta de 23.15 km, en los municipios de Sotuta y Kantunil, ubicado en el estado de Yucatán, conforme a las especificaciones de diseño, construcción y operación establecidas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que se desarrollará dentro del territorio de los municipios de Sotuta y Kantunil en el estado de Yucatán; se trata de una obra que sigue la trayectoria del camino asfaltado existente, así como la incorporación de obras, señalamientos, y reincorporación de carpeta asfáltica. La vialidad está proyectada para una velocidad de 80 km/hr.

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

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, el proyecto se identifica con la clave A1.

La obra, consistente la modernización del tramo carretero tipo "E" a tipo "D" del Camino Sotuta – Holca, Tramo km 0+000 al Km 20+444.42 en los municipios de Sotuta y Kantunil, así como del paso por Tibolón del km 0+000 al km 2+706; el proyecto coadyuvará a la redistribución del flujo vehicular en esta zona entre las localidades cercanas y las involucradas con el proyecto, brindando mayor seguridad vial a los usuarios.

El Proyecto para el cual se realiza la manifestación de impacto ambiental (MIA) hace referencia para la ejecución de las obras para la Modernización del camino Sotuta – Holca tramo del km 0+000 al km 20+444.42, y paso por Tibolón del km 0+000 al km 2+706 por dentro de la misma localidad.

#### **II.1.2 Justificación y objetivos del proyecto.**

De acuerdo con la reestructuración del sistema de planeación del gobierno del estado de Yucatán el proyecto se encuentra en la Región VI Oriente, por lo que se propone una ruta más ripiada y segura para el beneficio de las poblaciones cercanas al proyecto, utilizando el camino existente, mediante la modernización de un tramo de 23.15 km de longitud que incluirá carpeta asfáltica, creando de igual manera un alto impacto social positivo.



## Objetivos

- El objetivo de este proyecto es modernizar el camino existente buscando una mejor comunicación entre las localidades de la zona, a fin de facilitar los accesos, la transportación y la comercialización de los productos generados por las poblaciones de la región.
- Elevar la calidad en el transporte, aumentando la durabilidad de los vehículos y facilitando el desplazamiento de estos.
- Contribuir con el desarrollo social de las localidades aledañas al proyecto.

### II.1.3 Dimensiones del proyecto.

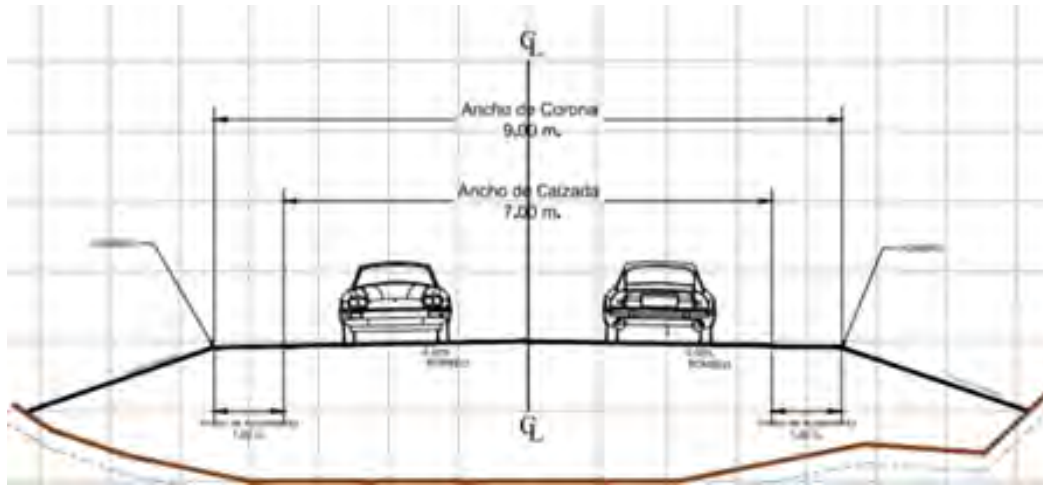
**Tabla 2.** Características geométricas del puente.

Especificaciones geométricas	Dimensiones	
	Camino actual	Modernización
Cadenamiento Inicio y Final	Km 0+000.00 al km 20+444.42	Km 0+000.00 al km 20+444.44
Camino Tipo	E	D
Longitud total	20.444	20.444 km + E.C 2.706 km = 23.150 km
Ancho de derecho de vía (m)	Variable	30 m aprox. Y variable en todo el camino
Ancho de línea de ceros (m)	Variable	4.50 m de cada lado
Ancho de corona (m)	5.80 m	9.00 m
Ancho de calzada (m)	5.80 m	9.00 m
Número y ancho de carriles (m)	2 carriles de 2.90 m de ancho	2 carriles de 3.50 m de ancho
Número y ancho de acotamiento (m)	-----	2 de 1 m de ancho
Superficie del derecho de vía (m <sup>2</sup> )	-----	413,550.328 m <sup>2</sup>
Superficie línea de ceros (m <sup>2</sup> )	-----	239,505.01 m <sup>2</sup> +e.c 19,700.01m <sup>2</sup> = 259,205.02 m <sup>2</sup>
Superficie de obras permanentes del camino (m <sup>2</sup> )	118,575.20 m <sup>2</sup>	183,996 m <sup>2</sup>
Superficie de desmonte	-----	69,980 m <sup>2</sup>

### II.1.4 Planta y sección tipo.

La planta y sección tipo correspondiente al camino Sotuta – Holcá, tramo km 0+000 al km 25+000, en el estado de Yucatán, se presenta a continuación:





**Figura 2:** Sección tipo del camino Sotuta - Holcá

## II.2 Obras especiales

### II.2.1 Estructuras.

Se construirán obras de drenaje tales como cunetas y bordillos, estos serán paralelos a la construcción de la carretera. Estas obras serán realizadas con la finalidad que la escorrentía fluya a través de las cunetas, minimizando el riesgo de la erosión.

### II.2.2 Letreros y señalamiento.

Se construirán e instalarán señalamientos horizontales y verticales para cubrir los requerimientos de seguridad e información, restrictiva, preventiva, de ubicación, origen y destino, que requiere el proyecto, de acuerdo con la Normatividad de: Señalamientos y Dispositivos para Protección en Zonas de Obras Viales y Señalamientos y Dispositivos para Protección de Obras.

### II.2.4 Obras Provisionales.

Las empresas responsables de la ejecución de los trabajos de modernización del camino podrán instalar las siguientes áreas y equipos:

- Campamentos provisionales en viviendas cercanas a la obra
- Patios de maniobras
- Áreas de almacenamiento de materia prima e insumos
- Almacén temporal de residuos peligrosos

Dichas áreas y equipos se instalarán a lo largo del derecho de vía o en sitios cercanos a los frentes de trabajo para lo cual deberán cumplir con las condiciones especificadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes y las autoridades competentes, con base a las disposiciones legales aplicables a las operaciones e instalaciones en dichas áreas.

Es importante especificar que no será necesario habilitar caminos de acceso, ya que las maniobras propias del proyecto tanto en preparación del sitio como en construcción y operación se realizarán en la propia carretera, no requiriéndose superficie adicional para este fin.

Se utilizarán plantas de asfalto que se encuentren instaladas en la zona o en las poblaciones cercanas.

## **II.2.5 Descripción de servicios requeridos**

Durante los trabajos de ampliación y modernización se requieren servicios básicos para la realización de los trabajos los cuales se listan a continuación:

- Agua para riego y humectación
- Agua potable
- Sanitarios
- Energía eléctrica
- Recolección de residuos sólidos urbanos
- Recolección de residuos de manejo especial
- Recolección de residuos peligrosos

Al abastecimiento de agua para riego y humectación de la base hidráulica que se requerirá, será adquirida de cuerpos de agua autorizados para su aprovechamiento o de plantas de tratamiento de agua residual que cumplan con los límites máximos permisibles establecidos en la normatividad.

El abastecimiento de agua potable se realizará por medio de garrafones que serán suministrados por diversas empresas especializadas en la venta de dicho recurso. Esta se ubicará en los frentes de trabajo, campamentos y áreas de trabajo.

Los sanitarios serán portátiles y se ubicarán en los frentes de trabajo, campamentos y áreas de trabajo requeridos, se contará con el servicio de empresas dedicadas a la recolección de los residuos y limpieza de los sanitarios móviles, los residuos se dispondrán de acuerdo con la normatividad ambiental.

La energía eléctrica se obtendrá por medio de plantas de generación a base de Diesel, las cuales abastecerán dicha energía a los campamentos y equipos de señalamiento. Los equipos de generación contarán con programa de mantenimiento y disposición de los residuos peligrosos generados por su mantenimiento y operación.

Los residuos sólidos urbanos generados en los frentes de trabajo y campamentos serán recolectados por empresas autorizadas para su transporte y disposición final o por los camiones de recolección de los municipios, con la premisa de valorización de estos.

Los residuos de manejo especial generados en los frentes de trabajo y campamentos serán recolectados por empresas autorizadas para su transporte y disposición final, con la premisa de valorización de estos.

Los residuos peligrosos generados por las actividades de operación y mantenimiento de los diferentes equipos involucrados en las actividades serán manejados de acuerdo con lo indicado en el Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los

Residuos.

Considerando la cercanía de diversas zonas urbanas al proyecto no se considera la habilitación de dormitorios.

Para la operación del proyecto no se considera la introducción o habilitación de servicios básicos, ya que para su funcionamiento no se requieren.

## **II.2.6 Situación legal de los predios y tipo de propiedad**

Como se trata de modernización de un tramo carretero ya existente no se requiere expropiación de terrenos, ya que la modernización se realizará en el derecho de vía existente.

## **II.2.7 Proceso constructivo**

**Desmante.** Los trabajos se iniciarán con el desmante, desraíce y limpieza general del área en donde quedará alojado la modernización del cuerpo del camino. Para la ejecución del desmante se considerará lo señalado en la Cláusula D. de la Norma N.LEG.3, Ejecución de Obras y se sujetará en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los trabajos se realizarán asegurando que toda la materia vegetal quede fuera de las zonas destinadas a la construcción, evitando dañar árboles fuera del área indicada en el proyecto o aprobada por la Secretaría; cualquier daño a la vegetación fuera de dicha área, será responsabilidad del Contratista de Obra y deberá restituirla por su cuenta y costo, de acuerdo con las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes. El desmante se ejecutará, en 1.60 m a ambos lados del camino existente.

Para e caso de los árboles situados fuera de las áreas desmante y que las ramas que queden sobre la corona de las terracerías, estas serán cortadas.

Los árboles o arbustos que deban respetarse; en este caso, el Contratista de Obra tomará las providencias necesarias para no dañarlos y únicamente se cortarán las ramas que queden a menos de ocho ( ) metros sobre la corona de la carretera, procurando conservar la simetría y buena apariencia del árbol.

**Despalmes.** Estos trabajos se ejecutarán en ambos lados del camino a modernizar en donde lo indique el proyecto. Se despalmará el espesor que indica el proyecto de construcción el cual será de 1.60 m a cada costado del camino existente, iniciando en los hombros del terraplén actual a ambos lados, continuando en todo el ancho donde se desplantará el nuevo terraplén hasta el límite de los ceros de construcción; Los despalmes no se deben realizar fuera de la zona de ceros, a fin de no provocar afectación a la vegetación fuera de la línea de ceros. El material producto del despalme se colocará fuera de los ceros de los terraplenes para su posterior utilización en el arroje 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.

**Nivelación y rellenos.** Se realizan nivelaciones y rellenos cuyo fin es tener una superficie que cumpla con las curvas horizontales que requiere una carretera del tipo D de acuerdo con la SCT. Las nivelaciones se realizarán sobre el terreno natural donde se llevarán a cabo las ampliaciones del camino existente, el cual será la superficie donde se formará el cuerpo del terraplén, lo que dará como resultado una base, que, en cuanto a curvas horizontales, cumple con los requerimientos de una carretera tipo D. Esta actividad consistirá en realizar excavaciones someras para retirar el material inestable donde se construían los terraplenes, resultando una superficie geométrica uniforme; los faltantes de material, se completarán con material proveniente del banco de material.

Las nivelaciones se realizarán de acuerdo con las necesidades que indique el proyecto en cuanto a curvas verticales. Se realizará una extracción del suelo 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.

**Compactación** Para la construcción del cuerpo de terraplén se compactarán el material utilizado en capas no mayores a las que pueda compactar el equipo utilizado para tal fin, utilizando materiales procedentes de los bancos. El material será compactado al 95% de la MVSM AASHTO estándar. Cuando el cuerpo de terraplén se construya con material no compactable, el espesor de las capas será el mínimo que permita el tamaño máximo de los fragmentos, bandeando el material con un tractor D-8 o similar dando por cada punto un mínimo de tres pasadas.

**Movimiento de tierras.** La actividad más significativa será el movimiento de tierras, ya que es necesario para conseguir una superficie uniforme donde constituirá en la base de todas capas del terraplén donde se construirá el área de rodamiento de los vehículos.

El material removido del despalme y de las excavaciones donde se construirá el cuerpo del terraplén se retirará del sitio mediante el uso de una retroexcavadora con capacidad de una y media yarda cúbica, colocándolo en el sitio más adecuado a juicio del responsable de la obra, para pisteramente ser utilizado en arroje de taludes, además de que el acarreo sea económicamente viable.

**Fosas de adsorción.** Estas obras se construirán con la finalidad de captar agua de las precipitaciones pluviales para promover la infiltración, estas se realizarán en las partes más bajas sobre a trayectoria del proyecto. Se realizarán excavaciones para introducir alcantarillas de concreto de 1.5 m de diámetro por 2 m de alto, estas alcantarillas estarán perforadas por muchos orificios de 1 a 2 cm de diámetro, para permitir la permeabilidad de la estructura, permitiendo la infiltración del agua captada.

**Construcción de Terraplenes.** Los trabajos inician con la limpieza general del área en donde quedará alojada la carretera, en el ancho y longitud que indica el proyecto. 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"). Finalmente, los taludes serán arropado con el material de despalme para promover la revegetación natural y la estabilización de los mismos.

**Colocación de base y subbase.** 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

**Explotación de bancos de material.** Para realizar la modernización del camino se requiere el uso de materiales para la formación de terracerías y de carpeta asfáltica. Esta promovente no contempla los bancos de material, ya que la empresa que se encargue de la construcción del camino elegirá a su conveniencia la ubicación del banco, y como consecuencia, se encargará de tramitar las autorizaciones necesarias en materia de impacto ambiental. Sin embargo, esta actividad también se consideró en la elaboración de la Matriz de impactos.

Los bancos de material serán designados por la constructora que resulte ganadora de la licitación para la construcción del proyecto. La promovente propone que se utilicen bancos de material que se encuentren actualmente en operación de forma comercial, sin embargo, estos bancos se explotarán a cielo abierto con la utilización de maquinaria pesada tomando en cuenta que será la empresa constructora la responsable que, en su momento deberá solicitar y obtener los permisos y licencias correspondientes a la autoridad ambiental competente, esto dependiendo al tipo de material y la ubicación del mismo, procurando no dañar al ecosistema y abriendo sólo los accesos necesarios para la explotación de estos sitios toda vez que, es la empresa constructora la que determina la cantidad de caminos que necesita de acuerdo con los procedimientos constructivos que haya planteado en la propuesta técnica y económica para la licitación de la obra.

Una vez que el proyecto se encuentre en etapa de construcción, y se requiera de la utilización de los bancos de material, se presentara los permisos y licencias correspondientes a la autoridad ambiental competente.

**Acarreos de material.** Se denomina acarreo al transporte de material producto excavaciones y nivelaciones para el sitio de formación del terraplén. Acarreo libre o no pagado es el efectuado hasta una distancia de 20; el realizado a mayor distancia es el denominado sobre acarreo, que se hace en camiones con caja (Materialistas o de volteo). El sobre acarreo de los materiales se considera como sigue: Hasta 5 estaciones de 20 m, es decir hasta 100 m (1 Hm) contados a partir del origen. Hasta 500 m (5 Hm) contados a partir del origen. En los bancos de material, la distancia es a partir del centro del lugar de al

terraplén, sobre la ruta más corta y/o conveniente, a juicio de la Secretaría. Para acarreo del agua utilizada en la compactación de terraplenes, se mide a partir del lugar de extracción de la misma, sobre la ruta más corta y/o conveniente hasta el sitio de compactación.

**Operación de maquinaria y equipo.** La mayoría de las actividades que se realizarán en la modernización del camino requerirán el uso maquinaria y equipo, os cuales operarán a cielo abierto lo que genera emisiones a la atmósfera.

Las actividades asociadas al desplazamiento, maniobras y parqueo de equipo y maquinaria, almacenamiento temporal de equipos y materiales, así como la estancia de personal en los frentes de obra. No se construirán campamentos para la estancia del personal, ni parqueo de maquinaria. El personal pernochará en los poblados aledaños al trazo, que son Sotuta, Holcá y/o Tibolón que son los más grandes, no obstante, todo el SAR tiene suficientes sitios para que el personal pernocte.

**Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.** La planta de asfaltos operara con el material triturado de los bancos. La instalación y el uso de bancos de material serán de aprovechamiento comercial (comercios establecidos independientes a la construcción del trazo). El permiso en materia de impacto ambiental es responsabilidad del propio comercio o en su caso, de la constructora.

Una vez que el proyecto se encuentre en etapa de construcción, y se requiera de la utilización de plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio, se presentara los permisos y licencias correspondientes a la autoridad ambiental competente.

**Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.** 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

*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, cumplirán 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 cumplirá 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.

### **Manejo y disposición de residuos de obra**

*Residuos orgánicos e inorgánicos.* Se realizará la separación de los residuos en orgánicos e inorgánicos y serán colocados en contenedores metálicos de 200 litros 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 contenedores 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 atmósfera.* 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 necesita afinación y que se verifiquen las unidades por lo menos cada seis meses. Para minimizar las emisiones a la atmósfera se aplicará el riego con agua de pipas en las áreas a trabajar.

*Residuos peligrosos.* Todos estos residuos serán colocados en contenedores de 200 litros 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.

**Señalamientos.** Se colocarán señales y elementos de manera provisional, con el fin de garantizar la integridad de las personas y las obras, durante la ejecución de trabajos de mejoramiento del puente. Al terminar la etapa de construcción se instalarán señaléticas de prevención e informativas para la seguridad vial de la carretera.

**Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).** Se trata de un conjunto de obras que permitirán mantener la vía en buenas condiciones: reencarpetado, reparación de baches, obras de control de escurrimientos, limpieza, cambio de señales, mantenimiento de áreas forestadas, etc.

Para realizar las actividades de mantenimiento se llevará a cabo la ejecución de un Programa de operación y mantenimiento establecido por la SCT.

*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, 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.*

- Prever el programa quincenal inicial de conservación preventiva y correctiva, que deberá ser actualizado anualmente. Entregar programa quincenal actualizado al centro S.C.T.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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*

- Realizar inspecciones diariamente en la vialidad para detectar problemas y corregirlos en:
  - o Cercado e invasión del derecho de vía. Reforestación en su caso.
  - o Retiro de derrumbes, basura y limpieza de la superficie de rodamiento.
  - o Falta de señales que pongan en peligro al usuario o lo desorienten.
- Realizar inspecciones semanales o cuando se requiera en la vialidad o de acción inmediata si fuera necesario para detectar problemas y corregirlos en:
  - Señales de tipo normal
  - Baches, calavereo, grietas, deformaciones, etc., en el pavimento.
  - Retiro o censura de propaganda no autorizada
  - Limpieza de cunetas y derecho de vía
  - Daños en el camino por efecto de accidentes
  - Fallas locales de cortes
  - Postes y fantasmas
  - Deshierbe y poda de vegetación
  - Pintura en general



### *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 rencarpetado 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 que estará en uso continuo.

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

### **III.1 Planes de Ordenamiento Ecológico del Territorio.**

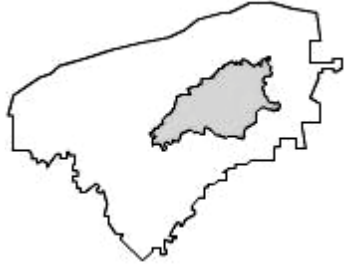
#### **PROGRAMA DE ORDENAMIENTO ECOLÓGICO DEL TERRITORIO DEL ESTADO DE YUCATÁN (POETY).**

Es un instrumento de planeación jurídica, basado en información técnica y científica, que determina esquemas de regulación de la ocupación territorial maximizando el consenso entre los actores sociales y minimizando el conflicto sobre el uso del suelo.

Comprende el área total del Estado, con una superficie de 39,271.38 Km<sup>2</sup>. Dicha área colinda al Norte con el Golfo de México; al Este con Quintana Roo; al Sur con Quintana Roo y Campeche; y al Oeste con Campeche y el Golfo de México. Se encuentra ubicada en las siguientes coordenadas geográficas: al Norte 21°36'; al Sur 19°32' de latitud norte; al este 87°32'; y al Oeste 90°25' de longitud oeste (INEGI 2000).

El Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), establece que la zona del proyecto se localiza dentro de la Unidad de Gestión Ambiental (UGA) identificada como 1.2E.- Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul cuyos criterios se vinculan con el proyecto.

**Tabla 3.** Descripción y ubicación general de las UGA'S aplicables al proyecto

<p><b>1.2E.- Planicie Sotuta-Valladolid-Calotmul</b></p> <p>Planicie de plataforma media (10-30 m) ondulada (0-0.5 grados) con superficies planas de menor extensión, con suelos de tipo luvisol y cambisol en las planadas, y rendzina y litosol en los terrenos altos, con selva mediana subcaducifolia con vegetación secundaria, milpa tradicional de roza-quema y pastizales para ganadería extensiva. Superficie 5,084.72 km<sup>2</sup></p>	
--	--

**Tabla 4.** Políticas y usos principales de las UGA's, aplicables al Proyecto.

Clave	Nombre	Sup. km <sup>2</sup>	Localidades	Política	Uso principal
1.2E	Planicie Sotuta-Valladolid – Calotmul	5,084.72	441	Aprovechamiento	Agricultura

**Tabla 5.** Características de las UGA's, aplicables al Proyecto; para el establecimiento del modelo de ocupación del territorio del Estado de Yucatán.

UGAs	Aptitud principal	Aptitud secundaria	Uso actual principal y tipo de vegetación	Conflicto	Población total	Densidad de población*	Densidad de caminos**
1.2E	Agricultura	Apicultura, Asentamientos Humanos	Apicultura, agricultura de temporal, asentamientos humanos y selva mediana subcaducifolia con y sin vegetación secundaria	Compatible con restricciones	119 455	23.49	0.51

**Tabla 6.** Modelo de Ocupación del Territorio del Estado de Yucatán, para el Proyecto.

UGA	Usos	Políticas*	Criterios y recomendaciones de manejo
1.2E	<u>Predominante</u> Agricultura.	P	P – 1, 2, 5, 6, 9, 10, 12, 13, 14, 16.
	<u>Compatible</u> Asentamientos humanos, turismo alternativo, actividades cinegéticas y agroforestería.	C	C – 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 13.
	<u>Condicionado</u> Industria y ganadería extensiva.	R	R – 1, 5, 6, 8, 9.
	<u>Incompatible</u> Bancos de extracción de materiales pétreos y porcicultura.	A	A – 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16,

\* P = Protección  
C = Conservación  
R = Restauración

A = Aprovechamiento.

El uso predominante, es el uso del suelo o actividad actual establecida con un mayor grado de ocupación en la UGA, cuyo desarrollo es congruente con las características y diagnóstico ambiental; para el caso de **Agricultura**, por las condiciones de humedad y la baja fertilidad de los suelos, el potencial para el desarrollo de la agricultura en el Estado es bajo, por lo que se propone el desarrollo de esta actividad en áreas en las que históricamente se ha practicado. Para ello, se deben tomar las medidas adecuadas para evitar la degradación de los suelos y la contaminación y abatimiento del manto freático, así como lograr una organización de las actividades agrícolas que posibilite introducir mejoras técnicas con vistas a lograr incrementos significativos de producción y productividad. Ello permitirá mejorar las condiciones de vida de las comunidades dedicadas a esta actividad.

La consolidación y/o el apoyo al desarrollo del cultivo de hortalizas, papaya y cítricos permitirían incrementar los niveles de competitividad para ingresar al mercado estatal y regional en mejores condiciones económicas y financieras.

Uso Condicionado: Uso del suelo o actividad actual que se encuentra desarrollándose en apoyo a los usos predominantes y compatibles, pero por sus características requiere de regulaciones estrictas especiales que eviten un deterioro al ecosistema. Para el caso de estas UGA's, el uso condicionado es para **la Industria y ganadería semi-extensiva y extensiva**.

Uso incompatible: Son aquellos usos que por las condiciones que guarda el terreno no deben permitirse, ya que generarían problemas de deterioro al ecosistema, que para el caso de estas UGA's son: **Industrias, extracción de materiales pétreos y porcicultura**.

En cuanto a los criterios de regulación ecológica aplicables para dichas UGA's, considerando que esta área no se encuentra bajo protección oficial de un decreto federal o estatal, ni como Área Natural Protegida de carácter federal o Estatal, se presenta un análisis para demostrar que el proyecto de construcción no se contrapone con ellos.

**Tabla 7.** Análisis de los criterios aplicables a las UGA 1.2E.

CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
P	1	Promover la reconversión y diversificación productiva bajo criterios ecológicos de los usos del suelo y las actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas, que no se estén desarrollando conforme a los requerimientos de protección del territorio.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino carretero existente, no se pretenden realizar actividades forestales, agrícolas, pecuarias y extractivas.
	2	Crear las condiciones que generen un desarrollo socioeconómico de las comunidades locales que sea compatible con la protección.	Uno de los impactos positivos que tiene el Proyecto, es el generar empleos locales cuidando y preservando el entorno de acuerdo con los criterios de protección del POETY. Por lo que se realizara la plantación de individuos forestales nativos dentro del derecho de vía del camino a modernizar.

CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
	3	Evitar el cambio de uso de suelo en las depresiones y montículos kársticos al igual que las pendientes que presentan en general un estado alto de conservación.	Las actividades inherentes al Proyecto no incluyen la realización de Cambio de Uso de Suelo en ninguna zona. El proyecto consiste en la modernización de camino existente, donde la vegetación de las orillas del camino ha estado en constante mantenimiento, es decir ya se encuentra perturbada.
	5	No se permite el confinamiento de desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos.	El Proyecto no realizará confinamientos de ningún tipo de desechos, además; toma en cuenta las medidas preventivas necesarias, con relación al manejo de residuos que pudieran producirse durante la modernización del camino.
	6	No se permite la construcción a menos de 20 m. de distancia de cuerpos de agua, salvo autorización de la autoridad competente.	El Proyecto no realizara ningún tipo de construcción de edificación en áreas bajas inundables, pantanos, dunas costeras y zonas de manglares que estén reconocidas dentro de las áreas de alto riesgo de Ordenamientos locales y regionales. El trazo del camino a modernizar no intercepta ningún cuerpo de agua.
	9	No se permite la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes.	Las actividades del Proyecto no incluyen la quema de vegetación, de desechos sólidos ni la aplicación de herbicidas y defoliantes. Así mismo se prohibirá a los trabajadores de la obra el uso de fogatas en lugares no autorizados.
	10	Los depósitos de combustible deben someterse a supervisión y control, incluyendo la transportación marítima y terrestre de estas sustancias, de acuerdo con las normas vigentes.	El suministro de combustibles se realizará mediante camiones orquesta debidamente identificados y con los permisos correspondientes.
	11	Con base en estudios específicos de geohidrología, impacto ambiental y análisis de riesgo, se debe crear un sistema de acopio y confinamiento adecuado de los desechos industriales, tóxicos y biológico-infecciosos generados en la región.	El Proyecto toma en cuenta las medidas preventivas necesarias, con relación al manejo de residuos que se pudieran generar durante la modernización del camino. Los confinamientos temporales los realizaran las empresas constructoras para tal fin con los permisos vigentes por las autoridades que competan.
	12	Los proyectos por desarrollar deben garantizar la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, el cual permitirá la conectividad de la vegetación entre los predios colindantes que permitan la movilidad de la fauna silvestre. Se realizará la plantación de individuos nativos dentro del derecho de vía del proyecto.

CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
	13	No se permiten las actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos.	El Proyecto no llevará a cabo actividades que degraden la naturaleza en las zonas que formen parte de los corredores biológicos y realizará medidas de protección a la fauna.
	14	Deben mantenerse y protegerse las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.	El Proyecto no causará afectaciones a las áreas de vegetación que permitan la recarga de acuíferos.
	16	No se permite el pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, el cual no incluye actividades de pastoreo en áreas de corte forestal que se encuentren en regeneración.
C	1	Los proyectos de desarrollo deben considerar técnicas que disminuyan la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad.	<p>El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, por lo cual la afectación de la cobertura vegetal se distribuye adyacente a la carretera y de la biodiversidad existente y, por corresponder al derecho de vía ya manifiestan evidencias de perturbación, en ese sentido, no se afectarán zonas con alto grado de conservación. El hecho de que se ubique la afectación en manchones de borde sobre el trazo del camino evita la mayor afectación en la conectividad que ocurriría en un caso de construcción de un trazo nuevo. Sin embargo, se considera disminuyen el efecto de borde en los macizos forestales adyacentes a las reforestaciones.</p> <p>En compensación a la remoción de vegetación se llevará acabo la plantación y rehabilitación con especies endémicas de manera lineal en los tramos donde la vegetación aledaña al camino a modernizar presente condiciones que pudieran formar un corredor biológico, es decir donde está se encuentre conservada, por lo que el proyecto contempla 6 km sobre el derecho de vía a ambos lados del cuerpo carretero, en total se plantarán 3,000 individuos a espaciamentos de 4 m.</p> <p>Así mismo llevará acabo la restauración de 10 ha mediante la plantación de 7,220 individuos de especies nativas, la restauración se llevará a cabo en áreas degradadas cercanas al camino a modernizar, con lo que se espera</p>

CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
			compensar a corto plazo la pérdida de cobertura vegetal y la biodiversidad.
	2	Prevenir la erosión inducida por las actividades antropogénicas.	Se evitará la erosión inducida dentro de las actividades del Proyecto. Sin embargo, se considera la plantación de especies nativas dentro del derecho de vía, que ayudaran a evitar la erosión.
	3	Controlar y/o restringir el uso de especies exóticas.	Quedará estrictamente el uso de especies exóticas.
	4	En el desarrollo de proyectos, se debe proteger los ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; así como las poblaciones de flora y fauna endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que se localicen dentro del área de estos proyectos.	<p>El desarrollo del Proyecto NO se desarrollará dentro de ecosistemas excepcionales tales como selvas, ciénagas, esteros, dunas costeras entre otros; si bien el proyecto recae en vegetación de tipo selva esta presenta un estado seccional secundario de acuerdo con la carta de uso de suelo y vegetación.</p> <p>En las inmediaciones del proyecto de acuerdo con los muestreos de campo No se encontraron especies en peligro de extinción, sin embargo, para la protección de flora y fauna y de las poblaciones de fauna y de flora endémicas, amenazadas o en peligro de extinción, que llegasen a encontrarse dentro del área del proyecto, se ejecutarán acciones de rescate y ahuyentamiento, rescate y reubicación de fauna silvestre; así mismo, en compensación a la remoción de vegetación se llevará acabo la plantación y rehabilitación con especies endémicas de manera lineal en los tramos donde la vegetación aledaña al camino a modernizar presente condiciones que pudieran formar un corredor biológico, es decir donde está se encuentre conservada, por lo que el proyecto contempla 6 km sobre el derecho de vía a ambos lados del cuerpo carretero, en total se plantarán 3,000 individuos a espaciamentos de 4 m y la restauración de 10 ha mediante la plantación de 7,220 individuos de especies nativas, la restauración se llevará a cabo en áreas degradadas cercanas al camino a modernizar, con lo que se espera compensar a corto plazo la pérdida de cobertura vegetal y la biodiversidad.</p>
	5	No se permite la instalación de bancos de préstamo de material en	El Proyecto no se encuentra inmerso en alguna Área Natural Protegida y quedará



CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
		unidades localizadas en ANP, cerca de cuerpos de agua y/o dunas costeras.	estrictamente prohibido la instalación de bancos de préstamo de material.
	6	Los proyectos turísticos deben de contar con estudios de capacidad de carga.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de Proyectos turísticos.
	7	Se debe establecer programas de manejo y de disposición de residuos sólidos y líquidos en las áreas destinadas al ecoturismo.	El Proyecto no incluye áreas para ecoturismo, sin embargo, toma en cuenta las medidas preventivas necesarias, con relación al manejo de residuos que pudieran generarse durante la modernización del camino.
	8	No se permite la disposición de materiales derivados de obras, excavaciones o rellenos sobre la vegetación nativa, zona federal marítima terrestre, zonas inundables y áreas marinas.	<p>Se realizará la estimación del material producto de excavaciones y se informará a los municipios cercanos, para que las autoridades municipales indiquen si es de interés para las comunidades el aprovechar ese material, en caso de ser así, podrá ser donado al municipio o a grupos civiles.</p> <p>El material producto de excavaciones y excedente para la obra se podrá almacenar temporalmente en sitios que cumplan las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sea un terreno plano o con pendientes no mayores al 9%</li> <li>- En sitios sin cobertura vegetal o suelo desnudo</li> <li>- A más de 600 m de algún río o cañada</li> <li>- El material será transportado y deberá acamellonarse en capas horizontales.</li> </ul> <p>Los bancos de almacén o de tiro, serán responsabilidad de la empresa constructora, la cual deberá obtener los permisos de impacto ambiental ante la autoridad competente.</p> <p>Después de haber sido dispuesto el material excedente de excavaciones en los sitios de tiro, la empresa constructora deberá procederá a la remediación de estos, a través de la aplicación de suelo orgánico procedente de los mismos cortes, lo que permitirá que el banco semillero que contiene dicho suelo se exprese, cubriendo con herbáceas nativas de la región.</p>



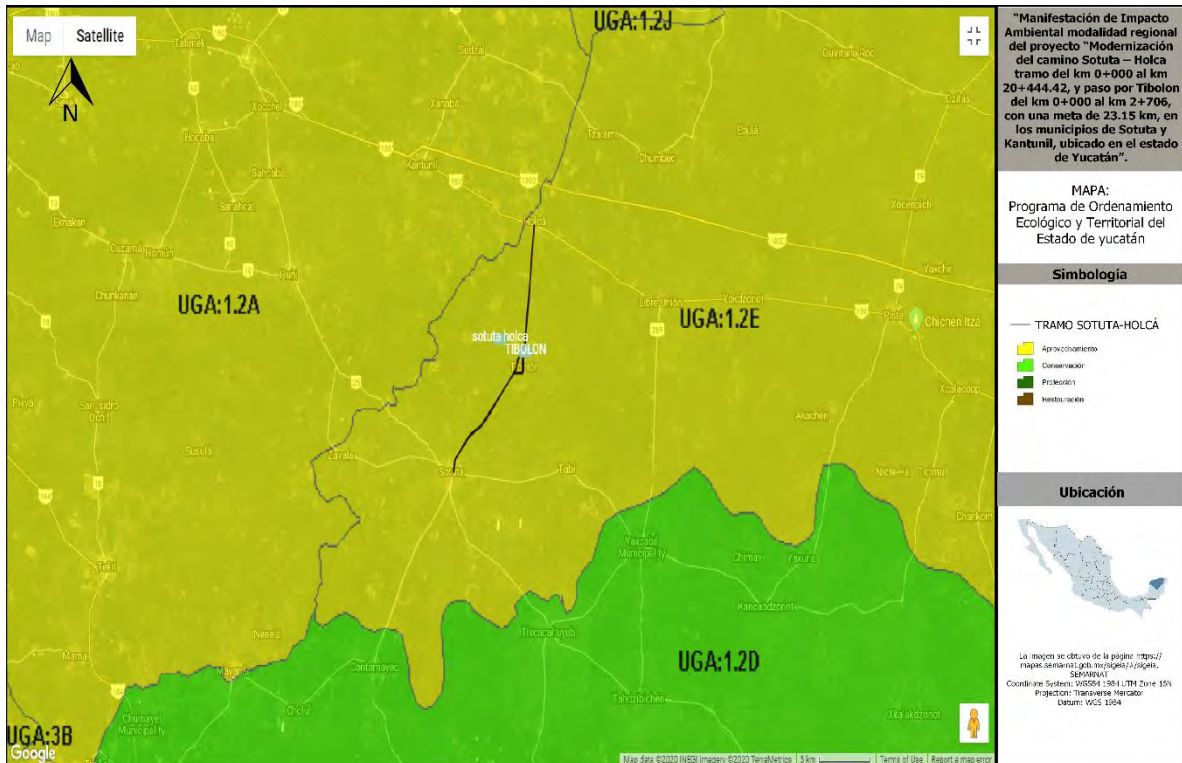
CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
			Por otro lado, con la finalidad de evitar la mala disposición de este tipo de materiales sobre la vegetación, se implementarán platicas de concientización ambiental al personal que labore en la obra, de restricción de afectar la vegetación y disposición de residuos producto de la construcción sobre la misma.
	9	Las vías de comunicación deben contar con drenajes suficientes que permitan el libre flujo de agua, evitando su represamiento.	En lo que respecta al mantenimiento de los flujos hídricos, el camino a modernizar no presenta escurrimiento superficial por lo que no habrá afectación del patrón local de escurrimientos. Cabe destacar que en las zonas más bajas del proyecto se construirán fosas de absorción para la captación de agua pluvial que promoverá la infiltración de agua al subsuelo.
	10	El sistema de drenaje de las vías de comunicación debe sujetarse a mantenimiento periódico para evitar su obstrucción y mal funcionamiento.	El Proyecto contempla una fase de mantenimiento para evitar mal funcionamiento de la vía de comunicación.
	13	Los proyectos de desarrollo deben identificar y conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región.	Una de las prioridades del Proyecto es la de conservar los ecosistemas cuyos servicios ambientales son de relevancia para la región. Por lo que se llevarán acciones de rescate de flora y fauna silvestre, así como la plantación de especies nativas dentro del derecho de vis del camino a modernizar.
A	1	Mantener las fertilidades de los suelos mediante técnicas de conservación y/o agroecológicas.	El proyecto se trata de la modernización de camino existente, por lo que este criterio no es aplicable.
	2	Considerar prácticas y técnicas para la prevención de incendios.	El despalme se realizará de manera mecánica y quedará estrictamente prohibido el uso de fuego o sustancias químicas para tal fin. Sin embargo de capacitara el personal de obra con técnicas para la prevención de incendios
	3	Reducir la utilización de agroquímicos en los sistemas de producción, favoreciendo técnicas ecológicas y de control biológico.	El Proyecto no contempla el uso de agroquímicos.
	4	Impulsar el control integrado para el manejo de plagas y enfermedades.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades control integrado para el manejo de plagas, sin embargo, los trabajadores contarán con atención médica por si se presentara el caso de accidentes menores.

CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
	5	Promover el uso de especies productivas nativas que sean adecuadas para los suelos, considerando su potencial.	La plantación de especies nativas que considera el proyecto será las mismas que se encuentran en el área del proyecto.
	7	Permitir el ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de ecoturismo de baja densidad en las modalidades de contemplación y senderismo.
	8	En las actividades pecuarias debe fomentarse la rotación de potreros y el uso de cercos vivos con plantas nativas.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades pecuarias.
	9	El desarrollo de infraestructura turística debe considerar la capacidad de carga de los sistemas, incluyendo las posibilidades reales de abastecimiento de agua potable, tratamiento de aguas residuales, manejo de residuos sólidos y ahorro de energía.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades desarrollo de infraestructura turística.
	11	Promover la creación de corredores de vegetación entre las zonas urbanas e industriales.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, sin embargo, se contempla la plantación de especies nativas sobre el derecho de vía en zonas altamente conservadas para mantener la conexión de las masas forestales aledañas al proyecto.
	12	Utilizar materiales naturales de la región en la construcción de instalaciones ecoturísticas.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de construcción de instalaciones ecoturísticas.
	13	En áreas agrícolas productivas debe promoverse la rotación de cultivos.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades agrícolas productivas.
	14	En áreas productivas para la agricultura deben de integrarse los sistemas agroforestales y/o agro silvícolas, con diversificación de especies arbóreas, arbustivas y herbáceas.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades agrícolas productivas.
	15	No se permite la ganadería semi-extensiva y la existente debe transformarse a ganadería estabulada o intensiva.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de ganadería semi-extensiva.
	16	Restringir el crecimiento de la frontera agropecuaria en zonas de aptitud forestal o ANP.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades agrícolas productivas.
	21	Promover las actividades cinegéticas en las zonas de pastizales inducidos.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de agrícolas productivas y/o ganadería extensiva.

CLAVE	No	DESCRIPCION	JUSTIFICACION
R	1	Recuperar las tierras no productivas y degradadas.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de agrícolas productivas y/o ganadería extensiva.
	5	Recuperar la cobertura vegetal en zonas con proceso de erosión y perturbadas.	contempla la plantación de especies nativas sobre el derecho de vía en zonas altamente conservadas para mantener la conexión de las masas forestales aledañas al proyecto. Esto ayudara con el proceso de erosión.
	6	Promover la recuperación de poblaciones silvestres.	contempla la plantación de especies nativas sobre el derecho de vía en zonas altamente conservadas para mantener la conexión de las masas forestales aledañas al proyecto. Ayudando a la recuperación de nichos ecológicos para la fauna local.
	8	Promover la restauración del área sujeta a aprovechamiento turístico.	El Proyecto consiste en la modernización de un camino existente, no implica actividades de aprovechamiento turístico.
	9	Restablecer y proteger los flujos naturales de agua.	El material del área donde se pretende llevar a cabo la modernización es rocoso, por lo cual cuando llueve se queda en la piedra que es de tipo caliza, logrando infiltrarse el agua y llegar a los mantos freáticos, en caso de existir pendientes se realizaran pozos de absorción con la misma función de la piedra caliza.
	11	Restaurar superficies dañadas con especies nativas.	El proyecto contempla la plantación de especies nativas sobre el derecho de vía.
	12	Restaurar zonas cercanas a los sitios de extracción para la protección del acuífero.	El Proyecto no contempla áreas cercanas a sitios de extracción.
	16	Establecer programas de monitoreo ambiental.	Todas las actividades relacionadas con la modernización del camino estarán vigiladas por personal especializado en supervisión ambiental, el cual verificara que se cumplan las normas ambientales vigentes aplicables al proyecto.
17	En áreas de restauración se debe restituir al suelo del sitio la capa vegetal que se retiró, para promover los procesos de infiltración y regulación de escurrimientos.	Una vez llevada a cabo las actividades constructivas por la modernización del camino, las áreas impactadas por la maquinaria pesada serán desempacadas y se implementara la plantación de especies nativas que ayudarán a promover la infiltración.	

En resumen, se examinó el cumplimiento de los criterios ecológicos correspondientes a las políticas de ordenamiento del Estado de Yucatán (Protección, Conservación, Restauración y Aprovechamiento). De los criterios aplicables, el Proyecto da cumplimiento con ellos, ya que las medidas de mitigación propuestas *coadyuvan al cumplimiento de los objetivos de*

dichos criterios y de la misma forma estos complementan a las medidas propuestas en el capítulo VI del presente documento.



**Figura 3:** Mapa del Modelo del Ordenamiento Ecológico Territorial aplicable al Proyecto

### III.2 Decretos y Programas de Manejo de Áreas Naturales Protegidas.

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 Yucatán se ubican 12 Áreas Naturales Protegidas, de las cuales una es de jurisdicción municipal, siete son de administración estatal y cuatro son de carácter federal, destacando por su extensión las Reservas de la Biosfera Ría Celestún, Ría Lagartos y Parque Nacional Arrecife Alacranes.

**Tabla 8.** Superficie dedicada a conservación de biodiversidad a través de Áreas Naturales Protegidas decretadas.

Categorías de las superficies	Superficie* (hectáreas)	Porcentaje del territorio estatal
Territorio total del Estado	3 927 138	100

Áreas Naturales Protegidas Federales**	147 197.15	3.74
Áreas Naturales Protegidas Estatales	182 521.62	4.64
Áreas Naturales Protegidas Municipales (Cuxtal, en Mérida)	10 757	0.27
Superficie total en las ANP del Estado*	340 475.77	8.67
Superficie restante para alcanzar la meta del 10% de la superficie sujeta a conservación	52 230.93	1.33

\*Los datos no incluyen superficies marinas (solo comprenden la superficie terrestre).

\*\*Está superficie no incluye la del Parque Nacional Arrecife Alacranes (333 769 Ha.), cuya superficie total se encuentra en el mar.

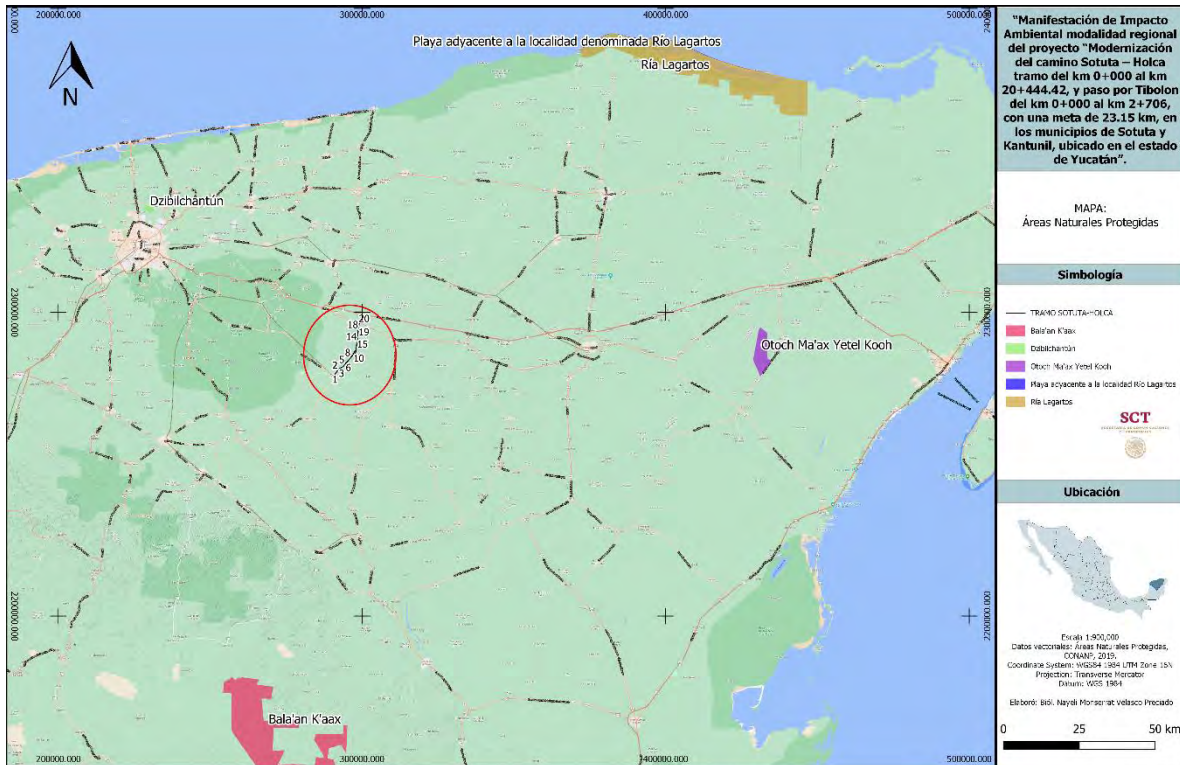
**Tabla 9. Áreas Naturales Protegidas en Yucatán.**

ANP	Superficie* (hectáreas)
<b>ESTATALES</b>	
Reserva Estatal El Palmar	50 177.39
Reserva Estatal de Dzilam	69 039.29
Parque Estatal Lagunas de Yalahau	5 683.28
Área Natural Protegida de Valor Escénico, Histórico y Cultural San Juan Bautista Tabi y Anexa Sacnité	1 355.74
Parque Nacional Dzibilchaltún	539.43
Parque Estatal de Kabah	949.76
Reserva Estatal Humedales y Manglares de la Costa norte de Yucatán	54 776.73
<b>Total</b>	<b>182 521.62</b>
<b>MUNICIPALES</b>	
Reserva Cuxtal	10 757.00
<b>Total</b>	<b>10 757.00</b>
<b>FEDERALES</b>	
Parque Nacional Arrecife Alacranes	333 768.50
Área de Protección de Flora y Fauna Punta Laguna Otoch Ma'ax Yetel Koo	5 367
Reserva de la Biosfera Ría Celestún	81 482.33
Reserva de la Biosfera Ría Lagartos	60 347.82
<b>Total</b>	<b>480 965.65</b>
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>674 244.27</b>

\*Incluye superficies marinas.

Con base en lo anterior, se puede mencionar que el sitio donde se pretende ubicar el **proyecto NO se encuentra inmersa dentro de algún Área Natural Protegida de carácter Federal, Estatal o Municipal.**





**Figura 4:** Localización del Proyecto respecto a las ANP's

### III.2 Regiones Prioritarias para la Biodiversidad

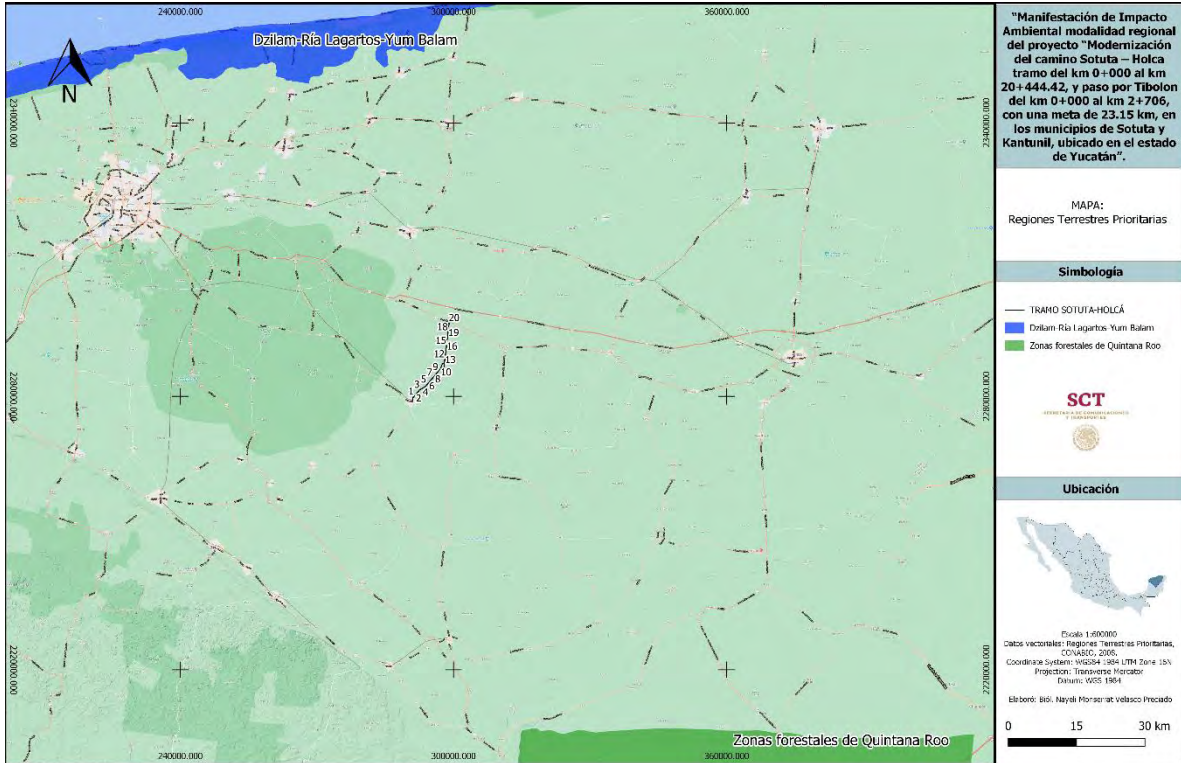
La Comisión Nacional para el Cuidado de la Biodiversidad (CONABIO) impulsa el programa de identificación de regiones prioritarias para la biodiversidad considerando los ámbitos terrestre (regiones terrestres prioritarias), marino (regiones prioritarias marinas) y acuático epicontinental (regiones hidrológicas prioritarias), para los cuales, mediante ciertos talleres de especialistas, se definieron las áreas de mayor relevancia en cuanto a la riqueza de especies, presencia de organismos endémicos y áreas con un mayor nivel de integridad ecológica, así como aquellas con mayores posibilidades de conservación en función a aspectos sociales, económicos y ecológicos. Con este marco de planeación regional, se espera orientar los esfuerzos de investigación que optimicen el conocimiento de la biodiversidad en México.

En el estado de Yucatán, la CONABIO tiene registradas 02 Región Terrestre Prioritaria (RTP), 04 Regiones Marinas Prioritarias, 04 Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP) y 05 Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA).

#### Regiones Terrestres Prioritarias

El objetivo general del Proyecto Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) es 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

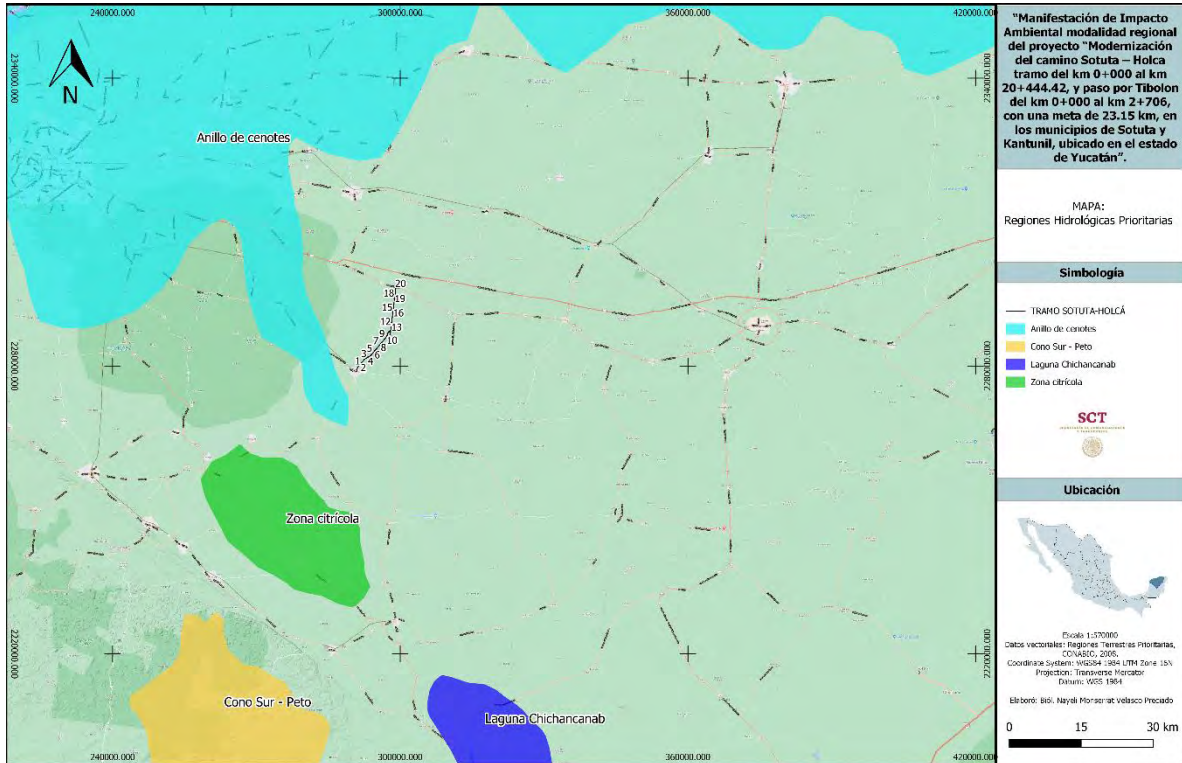
funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación. **El proyecto no se encuentra dentro de alguna (RTP).**



**Figura 5:** Regiones Terrestres Prioritarias respecto al proyecto.

### Región Hidrológica Prioritaria

La superficie donde se ubica el Proyecto NO se encuentra ubicada dentro de alguna Región Hidrológica Prioritaria. El área más cercana al área del proyecto se conoce como "Anillo de cenotes".



**Figura 6:** Regiones hidrológicas Prioritarias respecto al proyecto.

### Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves

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

La superficie donde se ubica el Proyecto NO se encuentra ubicada dentro de alguna AICA.



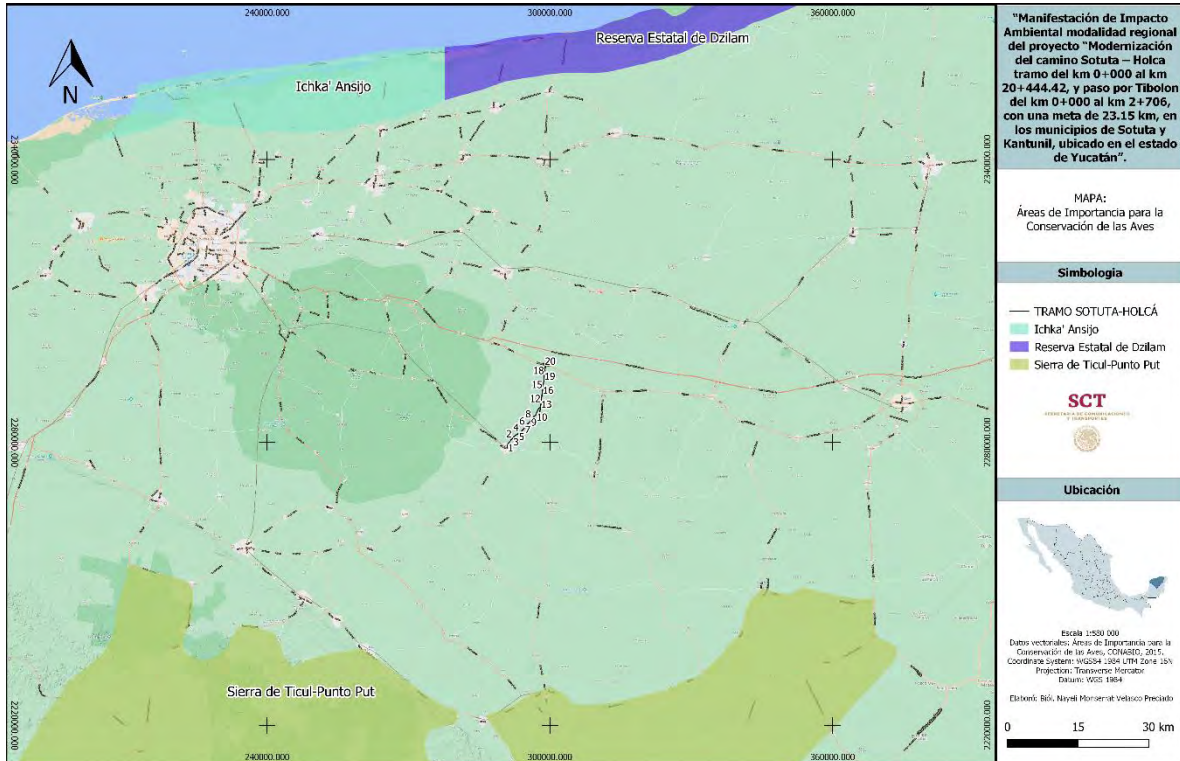


Figura 7: Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA) respecto al proyecto.

## UNIDADES DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE LA VIDA SILVESTRE

Las Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre, comúnmente conocidas como UMA, pueden ser definidas como unidades de producción o exhibición en un área delimitada claramente bajo cualquier régimen de propiedad (privada, ejidal, comunal, federal, etc.), donde se permite el aprovechamiento de ejemplares, productos y subproductos mediante la utilización directa o indirecta de los recursos de la vida silvestre y que requieren un manejo (SEMARNAT, 2003).

La Ley General de Vida Silvestre, en la fracción XLVIII del artículo 3°, las define como:

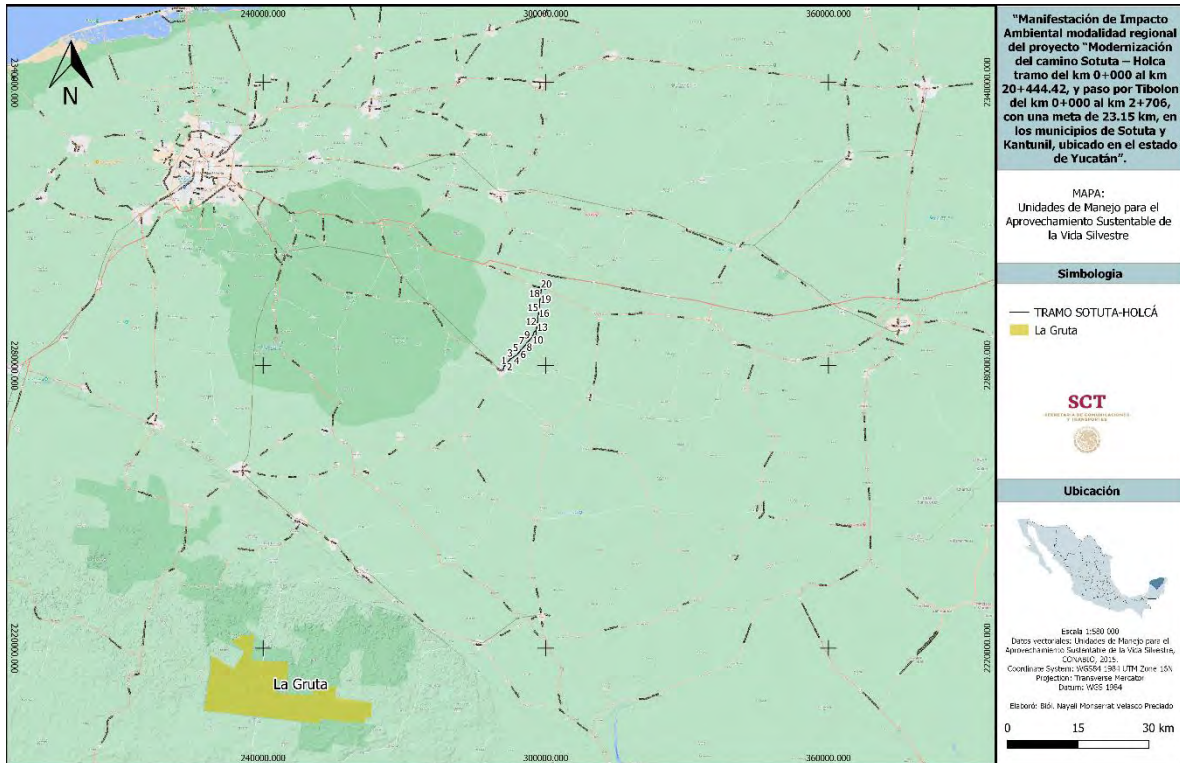
*Artículo 3o. Para los efectos de esta Ley se entenderá por:*

*XLVIII. Unidades de manejo para la conservación de vida silvestre: Los predios e instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen.*

*Asimismo, esta Ley establece que sólo a través de las UMA se permite el aprovechamiento de ejemplares, partes y derivados de vida silvestre (SEMARNAT, 2005).*

En el territorio nacional, existe un registro con 8,384 Unidades de Manejo, de las cuales, el proyecto no incide en ninguna, por lo que no se verá afectada por el desarrollo y operación

del proyecto, la más cercana al proyecto es la denominada La Gruta y se encuentra a 53 kilómetros en línea recta del Proyecto.



**Figura 8:** Unidades de Manejo para la Conservación de la Vida Silvestre respecto al proyecto.

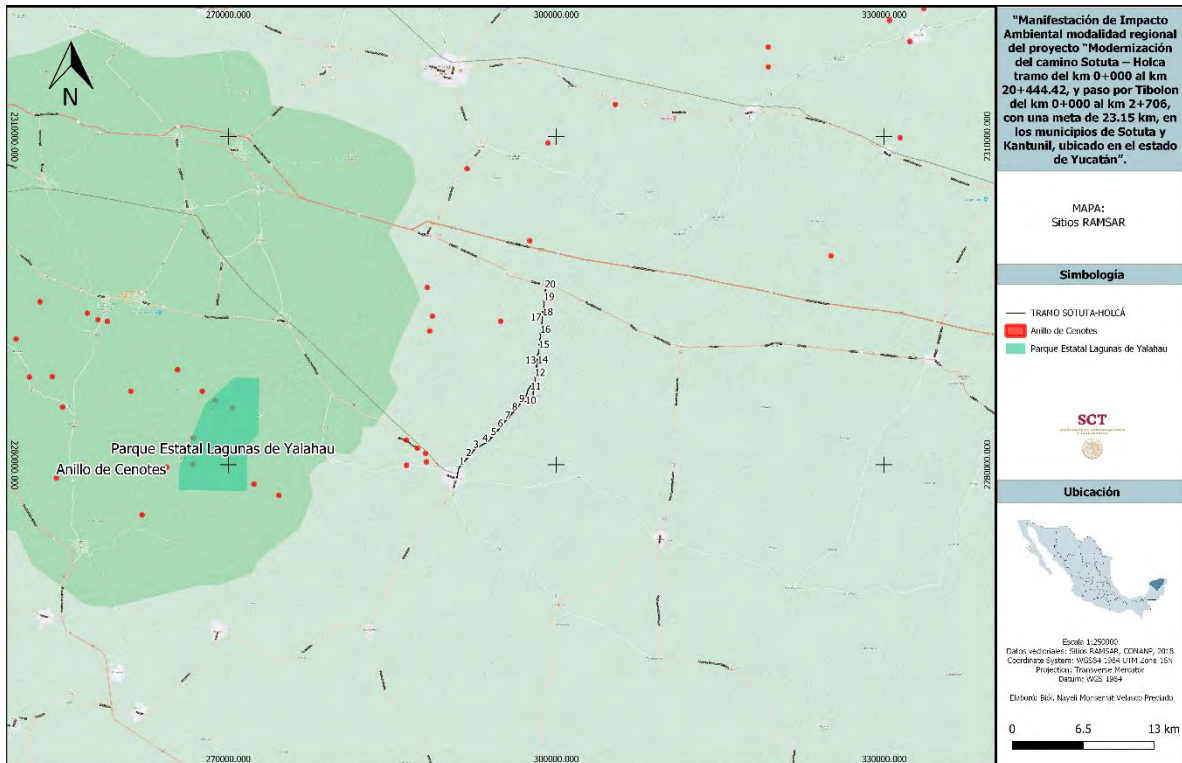
## SITIOS RAMSAR

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 y como se puede observar en la Figura 9; la más cercana es la denominada: Parque Estatal Lagunas de Yalahau y se encuentra a 22 kilómetros en línea recta del Proyecto.



**Figura 9:** Sitio RAMSAR respecto al proyecto.

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

Por comprender un proyecto de vías generales de comunicación que será financiado con fondos Federales, el proyecto es de competencia federal, se presenta la siguiente vinculación y forma de cumplimiento de leyes federales, posteriormente se muestra la vinculación con las leyes estatales aplicables.

#### LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE.

Los siguientes artículos se vinculan con el proyecto.

**Artículo 28.** La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece las condiciones a que se sujetara la realización de obras y actividades que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el medio ambiente. Para ello en los casos en que determine el reglamento que al afecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguno de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría.

I.- Obras hidráulicas, **vías generales de comunicación**, oleoductos, gasoductos, carbo ductos y poliductos...

VII.- **Cambio de uso del suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas.



## XI.- Obras o actividades en áreas naturales protegidas de competencia de la federación...

### VINCULACION

El proyecto, se *localiza dentro del Estado de Yucatán*, se somete al procedimiento de evaluación del impacto ambiental, por tratarse de una vía general de comunicación, a su vez el proyecto no requiere el cambio de uso de suelo ya que no se llevará a cabo la afectación de vegetación forestal y no se desarrollarán trazos dentro de ningún ANP de competencia de la federación o estatal.

**Artículo 30.** Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la secretaria una manifestación de impacto ambiental, la cual deberá contener, por lo menos, una descripción de los posibles efectos en el o los ecosistemas, así como las medidas preventivas, de mitigación y las demás necesarias para evitar y reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

### VINCULACION

Se presenta la manifestación de Impacto Ambiental en su Modalidad Regional del proyecto en cuestión, la cual contempla la información necesaria, a fin de dar cumplimiento a lo establecido en el Art. 30.

**Artículo 133.** No deberán emitirse contaminantes a la atmosfera que ocasionen o puedan ocasionar desequilibrios ecológicos o daños al ambiente. En todas las emisiones a la atmosfera, 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 secretaria.

### VINCULACION

Las emisiones a la atmosfera que generara el proyecto serán generadas principalmente durante la etapa de construcción, provenientes de los vehículos y maquinaria; estas emisiones se ajustaran a cumplir con lo establecido en las normas aplicables y un programa de mantenimiento.

## REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLOGICO Y LA PROTECCION AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUCION DE IMPACTO AMBIENTAL.

El proyecto se vincula con los siguientes artículos del Reglamento en materia de Impacto Ambiental de la LGEEPA

**Artículo 5.** Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental;

...

B) Vías generales de comunicación: **Construcción de carreteras**, autopistas, puentes o túneles federales vehiculares o ferroviarios; puertos, vías férreas, aeropuertos, helipuertos aeródromos e infraestructura mayor para telecomunicaciones que afecten áreas naturales

protegidas o con vegetación forestal, selvas, vegetación de zonas áridas, ecosistemas costeros o de humedales y cuerpos de aguas nacionales, con excepción de...

O) **Cambios de uso de suelo de áreas forestales**, así como en selvas y zonas áridas...

S) **Obras en Áreas Naturales Protegidas.**

## VINCULACION

Derivado de que el proyecto se refiere a una vía general de comunicación (carretera), en la cual no habrá Cambio de Uso de Suelo y no se introduce dentro de algún Área Natural Protegida, se requiere previamente la autorización de la Secretaria en materia de impacto ambiental.

**Artículo 9.** Los promoventes deberán presentar ante la Secretaria una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que esta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de la que se solicita autorización.

La información que contenga la manifestación de impacto ambiental deberá referirse a circunstancias ambientales relevantes vinculadas con la realización del proyecto...

## VINCULACION

Se presenta la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional, la misma que incluye la información ambiental relevante relacionada con el proyecto, para exponer los factores ambientales susceptibles de ser afectados y las respectivas medidas de mitigación que deberán ejecutarse a fin de minimizar de la mejor forma los efectos adversos atribuibles al proyecto.

**Artículo 11.** Las manifestaciones de impacto ambiental se presentarán en la modalidad regional cuando se trate de:

- I. Parques industriales y acuícolas, granjas acuícolas de más de 500 hectáreas, **carreteras** Y vías férreas, proyectos de generación de energía nuclear, presas y, en general, proyectos que alteren las cuencas hidrológicas;
- II. Un conjunto de obras o actividades que se encuentren incluidas en un plan o programa parcial de desarrollo urbano o de ordenamiento ecológico que sea sometido a consideración de la Secretaria en los términos previstos por el artículo 22 de este reglamento;
- III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una **región ecológica determinada**, y
- IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que, por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.  
En los demás casos, la manifestación deberá presentarse en la modalidad particular.

## VINCULACION

El proyecto se encuentra comprendido dentro del numeral I., de dicho precepto, asimismo corresponde a un proyecto que pretende realizarse en una región ecológica determinada, por lo anterior le corresponde la manifestación de impacto ambiental en su modalidad regional.

**Artículo 13.** La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:

## VINCULACION

El presente documento se encuentra estructurado y contiene la información relevante de acuerdo con lo establecido por este artículo.

### **REGLAMENTO PARA LA PROTECCION DEL AMBIENTE CONTRA LA CONTAMINACION ORIGINADA POR LA EMISION DE RUIDO.**

Este reglamento es de observancia general en todo el Territorio Nacional y tiene por objeto proveer, en la esfera administrativa, al cumplimiento de la Ley Federal de Protección al Ambiente, en lo que se refiere a emisión contaminante de ruido, proveniente de fuentes artificiales. Este reglamento en su artículo 11 establece que el nivel de emisión de ruido máximo permisible en fuentes fijas es de 68 dB (A) de las seis a las veintidós horas, y 65 dB de las veintidós a las seis horas.

## VINCULACION

Durante la construcción del proyecto se dará cumplimiento a lo establecido en el reglamento y normas en materia de emisión de ruido. Se espera que en las labores de construcción, y por la operación de vehículos, no se rebasen determinados niveles auditivos. En el primer caso (Labores de construcción) los límites máximos permisibles son de 68 dB (A), (máximo), mientras que el segundo caso (Operación de vehículos) los límites son de 90 dB(A) como máximo en tiempos de exposición no mayores de 15 minutos. En general, los ruidos generados no deberán exceder los 68 dB(A) de las 6 a las 22 horas, y los 65 dB (A) de las 22 a las 6 horas.

### **LEY GENERAL PARA LA PRESERVACION Y GESTION DE LOS RESIDUOS Y SU REGLAMENTO.**

**Artículo 18.** Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.

## VINCULACION

Se llevará un Plan Integral para el manejo y disposición adecuada de los residuos sólidos urbanos. Los residuos generados durante la etapa de preparación del sitio y construcción serán separados en orgánicos e inorgánicos, destinando en contenedores para el mismo fin, realizando la disposición final según sea el tipo de residuo.



**Artículo 22.** Las personas que generen o manejen residuos y que requieran determinar si estos son peligrosos, conforme a lo previsto en este ordenamiento, deberán remitirse a lo que establezcan las normas oficiales mexicanas que los clasifican como tales.

#### VINCULACION

Se implementará un Plan Integral para el manejo y disposición adecuados de los Residuos Peligrosos. Dentro del proyecto se considera la generación de residuos peligrosos provenientes del mantenimiento de los vehículos automotores, el manejo de los mismos se hará de acuerdo con lo establecido, en esta Ley y en las NOM's aplicables.

**Artículo 31.** Estarán sujetos a un plan de manejo los siguientes residuos peligrosos y los productos usados, caducos, retirados del comercio o que se desechen y que estén clasificados como tales en la norma oficial mexicana correspondiente

- I. Aceites lubricantes usados;
- II. Disolventes orgánicos usados
- III. Convertidores catalíticos de vehículos automotores;
- IV. Acumuladores de vehículos automotores conteniendo plomo;

#### VINCULACION

Se establecerá un Plan de manejo para los residuos Peligrosos mencionados en este artículo y que se contemplan, serán generados durante el desarrollo del proyecto (dichas medidas se desarrollan en el capítulo VI, del presente documento).

**Artículo 40.** Los residuos peligrosos deberán ser manejados conforme a lo dispuesto en la presente Ley, su Reglamento, las normas oficiales mexicanas y las demás disposiciones que de este ordenamiento se deriven.

**Artículo 41.** Los generadores de residuos peligrosos y los gestores de este tipo de residuos, deberán manejarlos de manera segura y ambientalmente adecuada conforme a los términos señalados en esta Ley.

**Artículo 45.** Los generadores de residuos peligrosos, deberán identificar, clasificar y manejar sus residuos de conformidad con las disposiciones contenidas en esta Ley y en su Reglamento, así como en las normas oficiales mexicanas que al respecto expida la Secretaría.

#### VINCULACION

El manejo de los residuos peligrosos se hará en apego a lo dispuesto por la LGPGIR y demás disposiciones aplicables, cumpliendo con lo establecido en los artículos, 40, 41 y 45.

#### LEY DE AGUAS NACIONALES

Esta Ley es de observancia general en todo el territorio nacional, sus disposiciones son de orden público e interés social, tiene por objeto regular la explotación, uso o aprovechamiento de dichas aguas, su distribución y control, así como la preservación de su

cantidad y calidad para lograr su desarrollo integral sustentable. Sus disposiciones aplican a todas las aguas nacionales ya sean superficiales o de subsuelo. Por lo que se vincula con el proyecto de la siguiente manera:

**Artículo 7.** Se declara de utilidad pública:

I.- La adquisición o aprovechamiento de los bienes inmuebles que se requieran para la construcción, operación, mantenimiento, conservación, rehabilitación, mejoramiento o desarrollo de las obras publicas hidráulicas y de los servicios respectivos, la adquisición y aprovechamiento de las demás instalaciones, inmuebles y vías de comunicación que las mismas requieran.

**Artículo 85.** Es de interés público la promoción y ejecución de las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, en los términos de Ley.

### VINCULACION

En caso, que se requiera utilizar el recurso hídrico, se realizara la solicitud correspondiente, Para dar cumplimiento a lo establecido en el artículo 118; se deberán realizar los trámites correspondientes ante la delegación de la CNA correspondiente. Por otro lado, el proyecto considera la aplicación de diferentes prácticas de preservación del ecosistema, como lo son: proteger la calidad de agua y reducir la acumulación de sedimentos en los escurrimientos del agua, minimizar los impactos al terreno y el canal de drenaje, aplicar acciones de reforestación utilizando especies nativas, etc.

### CUMPLIMIENTO DE LAS REGULACIONES EN MATERIA DE VIAS DE COMUNICACIÓN.

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

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

**Artículo 3.** Son parte de las vías generales de comunicación los terrenos necesarios para el derecho de vía, las obras construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas.

### VINCULACION

Presente proyecto corresponde a una vía general de comunicación y se relaciona de manera directa con la presente ley, por lo que está regulando por todas las etapas.

**Artículo 5.** Es de jurisdicción federal todo lo relacionado con los caminos, puentes y los servicios de auto transporte que en ellos operan y sus servicios auxiliares.

Corresponden a la Secretaria, sin perjuicio de las otorgadas a otras dependencias de la Administración Pública Federal a las siguientes atribuciones:

II.- Construir y conservar caminos y puentes;

III.- Otorgar las concesiones y permisos a que se refiere esta Ley; vigilar su cumplimiento y resolver sobre su revocación o terminación en su caso;

V.- Determinar las características y especificaciones técnicas de los caminos y puentes;

### **VINCULACION**

En el anterior artículo se establece que es de competencia de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, construir y conservar caminos y puentes, así como determinar las características y especificaciones técnicas de los mismos. Asimismo, establece que son parte de las vías generales de comunicación de los terrenos necesarios para el derecho de la vía, las obras y construcciones y demás bienes y accesorios que integran las mismas. Por lo anterior, esta Ley se vincula con el proyecto, por tratarse de una vía general de comunicación existente y subtramo nuevo, la cual pretende cumplir con las especificaciones técnicas propias de una carretera tipo C, considerando un derecho de vía de 20 metros.

### **LEY DE VIAS GENERALES DE COMUNICACIÓN.**

Esta Ley específica que las vías generales de comunicación y los modos de transporte que operan en ellas que dan sujetos exclusivamente a los Poderes Federales. Ejerciendo las facultades a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

**Artículo 10.** El gobierno Federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo o en cooperación con las autoridades locales. La construcción o establecimiento de estas vías podrá encomendarse a particulares, en los términos del artículo 134 de la Constitución Federal.

**Artículo 41.** No podrán ejecutarse trabajos de construcción en las vías generales de comunicación, en sus servicios auxiliares y demás dependencias y accesorios, sin la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones a los planos, memoria descriptiva y demás documentos relacionados con las obras que tratan de realizarse. Las modificaciones que posteriormente se hagan se someterán igualmente a la aprobación previa de la Secretaría de Comunicaciones.

### **VINCULACION**

Esta Ley establece que las vías generales de comunicación quedan sujetas exclusivamente a los poderes federales. El Gobierno federal tendrá facultad para construir o establecer vías generales de comunicación por sí mismo, o en cooperación con las autoridades locales, así como, el ejecutivo ejercerá sus facultades por conducto de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. En este caso, se vincula el presente proyecto con esta Ley por tratarse una vía general de comunicación en el Estado de Yucatán, además de que es un proyecto que pretende llevar a cabo la Dirección General de Carreteras Federales de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes SCT a través de particulares, previo conocimiento y autorización de las autoridades correspondientes.

### **NORMAS OFICIALES MEXICANAS**

**Tabla 9. NOM'S.**

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACION	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
<p>NOM-001-SEMARNAT-1996. Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas y bienes nacionales.</p>	<p>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.</p>	<p>Contratista responsable de la realización de la obra en conjunto con la empresa que otorgue el servicio de arrendamiento de sanitarios portátiles.</p>	<p>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 contratara a una empresa especializada en manejo, tratamiento disposición adecuada.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>Secretaría de Comunicaciones y Transportes 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.</p>	<p>La SCT 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.</p>
<p>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.</p>	<p>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, oxígeno, máximo y mínimo de dilución, y óxidos de nitrógeno.</p>	<p>La empresa constructora y la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, quienes realizarán la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el proyecto.</p>	<p>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.</p>
<p>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</p>	<p>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</p>	<p>La empresa constructora y la Secretaria de Comunicaciones y Transportes, quienes realizaran la supervisión de la maquinaria y automotores que se utilizan en el Proyecto.</p>	<p>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.</p>

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACION	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
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.	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.		
NOM-045-SEMARNAT-1996. 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.	Los niveles máximos permisibles de 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.	La empresa constructora y La Secretaria de Comunicación y Transporte deberán realizar la verificación de la maquinaria y automotores que se utilizan en el proyecto.	Los vehículos 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 ruido 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 límites máximo permisibles que establece la norma respectiva.
NOM-081-SEMARNAT-1994. Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método.	A las actividades en vía pública que alteran el bienestar del ser humano emitiendo ruido el cual provoca daños dependiendo de la magnitud t tiempo.	La empresa Constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración. Propietario de los bancos de extracción de materiales.	Se deberá monitorear la maquinaria, equipo y vehículos utilizados en las plantas de asfalto, concreto, trituradoras y en los bancos de materiales, sobre todo si se encuentran cerca de poblaciones cuyas emisiones de ruido no deben exceder la presente norma.
NOM-085-SEMARNAT-1994. Contaminación atmosférica. Para fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o	Es de carácter obligatorio conocer las emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.	La empresa constructora responsable de la elaboración de asfalto y equipo de trituración.	En las plantas de asfalto o concreto se deberán monitorear periódicamente sus emisiones siempre y cuando utilicen combustibles sólidos, líquidos o gaseosos.

NORMA OFICIAL MEXICANA	APLICACION	QUIEN DEBE CUMPLIRLA	CUMPLIMIENTO
<p>gaseosos o cualquiera de sus combinaciones.</p> <p>NOM-059-SEMARNAT-2010. Protección ambiental-especies nativas de México de flora y fauna y especificaciones silvestres categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-lista de especies en riesgo.</p>	<p>En el desmonte de la vegetación y de despalme y tras actividades de las etapas de preparación del sitio y construcción, debe de considerarse la protección a especies de flora y fauna, catalogadas dentro de algunas de las categorías de riesgo en territorio nacional.</p>	<p>La empresa Constructora quien debe aplicar el programa de manejo adecuado de la flora y fauna.</p>	<p>El contratista durante el desmonte y despalme requerido para alcanzar el ancho del proyecto, deberá rescatar los ejemplares susceptibles de trasplantarse o incluidos en la NOM y reubicar y proteger los individuos de fauna, nidos y madrigueras invariablemente deberán ejecutarse en programas de protección y rescate y reubicación de flora y fauna silvestre y un plan de monitoreo ambiental que permitan prevenir y/o minimizar cualquier afección a la vida silvestre.</p>
<p>NOM-052-SEMARNAT-2011. Establece las características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.</p>	<p>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.</p>	<p>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.</p>	<p>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 Secretaria de Comunicaciones y Transporte, 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.</p>

Fuente: Diario oficial de la Federación, diferentes fechas.



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

### **IV.1. Delimitación del Sistema Ambiental**

La delimitación del Sistema Ambiental es una de las herramientas más importantes para la evaluación de los impactos ambientales y las medidas de mitigación que de ahí se desprendan, es por eso que algunos de los estados de la República Mexicana se han dado a la tarea de delimitar y construir un Ordenamiento Ecológico del Territorio donde se engloben los criterios, políticas, vocaciones y características bióticas y abióticas de las diferentes partes que componen a su territorio.

#### ***Metodología de la delimitación del Sistema Ambiental***

Existen diferentes argumentos para delimitar un Sistema Ambiental, entre los que destacan las características fisiográficas, cuencas hidrológicas, división política, cuencas atmosféricas, entre otras. Cada uno de estos argumentos empiezan a tener validez en la medida de que los elementos bióticos y abióticos formen parte de un área bien definida y que a su vez el proyecto se encuentre dentro de la misma.

Es por eso que la conjunción de las características físicas y biológicas del lugar van delimitando paso a paso el Sistema Ambiental que tendrá la evaluación de los impactos ambientales. Esto a su vez se convierte en un desafío al tener que analizar cuáles de las características de la zona son las que ayudarán a marcar los límites del SA y cuáles no, es por eso que para la delimitación del SA de este proyecto se crearan mapas de los criterios básicos que delimitan el SA así como los factores particulares de indicadores ambientales que lo argumenten.

Esta metodología permite ver cada uno de los argumentos que delimitarán al Sistema Ambiental de manera gráfica junto con la explicación de cada uno de ellos, arrojando al final una serie de capas que se pueden sobre encimar y generar un área definida con todos los argumentos desarrollados.

El utilizar los planos donde se muestren los criterios de delimitación de Sistema Ambiental permite ir visualizando el área sobre el cual tendrá el proyecto injerencia y a su vez validan la evaluación de los impactos ambientales.

#### ***Argumentos Básicos para Delimitación del SAR***

Los argumentos básicos según las guías de SEMARNAT y otras fuentes consultadas para la presentación de la manifestación de impacto ambiental tanto en su modalidad particular como regional son las siguientes;

- A) *Ordenamiento ecológico*
- B) *Rasgos geomorfoedafológicos.*
- C) *Cuencas hidrológicas.*
- D) *Dimensiones del proyecto, distribución de obras y actividades a desarrollar, sean principales, asociadas y provisionales, sitios para la disposición de desechos.*

- E) Límites políticos-administrativos.
- F) Tipos de vegetación y continuidad de unidades ambientales.

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.

Como primera variable a considerar para la delimitación del SAR, se tomó en cuenta el Programa de Ordenamiento Ecológico del estado de Yucatán, el cual ya presenta una regionalización ambiental representada por unidades de gestión ambiental (UGAs), la UGA que se seleccionó como primera variable para la delimitación del SAR fue la **1.2E**.

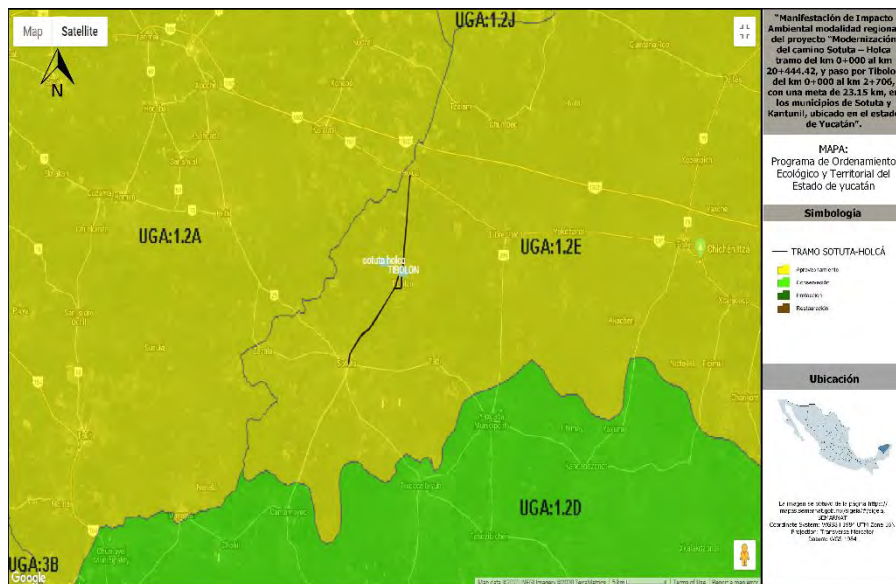


Figura 10: Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Yucatán.

La microcuenca es el ámbito lógico para planificar el uso y manejo de los recursos naturales, en la búsqueda de la sostenibilidad de los sistemas de producción y los diferentes medios de vida. Es en este espacio donde ocurren las interacciones más fuertes entre el uso y manejo de los recursos naturales (acción antrópica) y el comportamiento de estos mismos recursos (reacción del ambiente).

Es por esto, que como segunda variable para la delimitación del SAR se tomó en cuenta el parteaguas de las microcuencas **Sotuta**, **Huhí** y **Kankabchen**. (Figura 2) La información de las microcuencas se obtuvo de la página de SIGEIA de SEMARNAT.

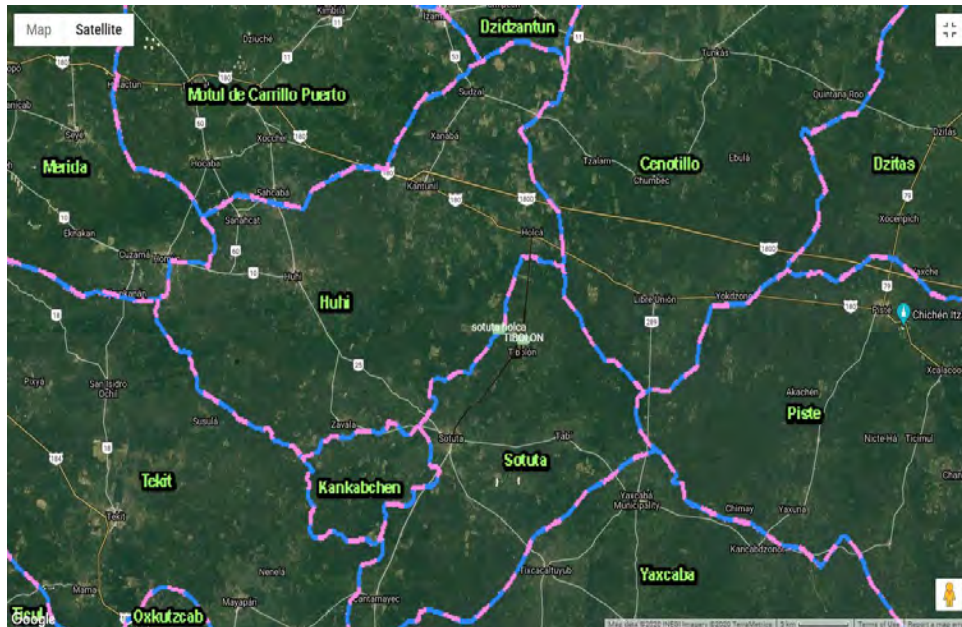


Figura 11: Microcuencas en el estado de Yucatán.

A partir de una superposición de estas dos variables se procedió a realizar la delimitación del SAR, en la página de SIGEIA de SEMARNAT, dando como resultado un Sistema Ambiental Regional con una superficie de 64, 384.857 ha.

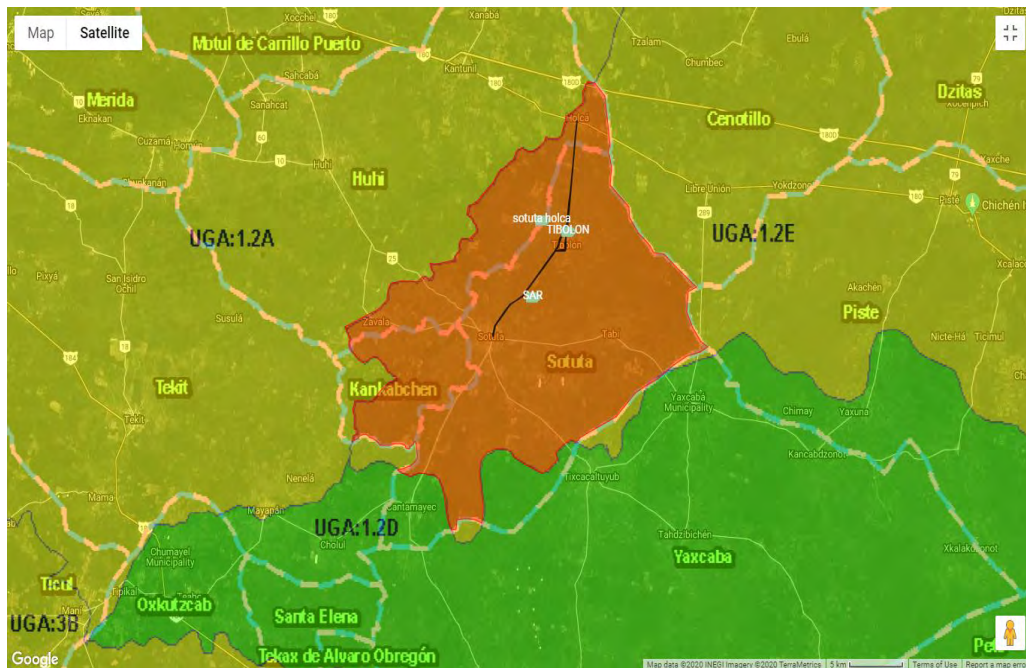


Figura 12: Delimitación del Sistema Ambiental Regional

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

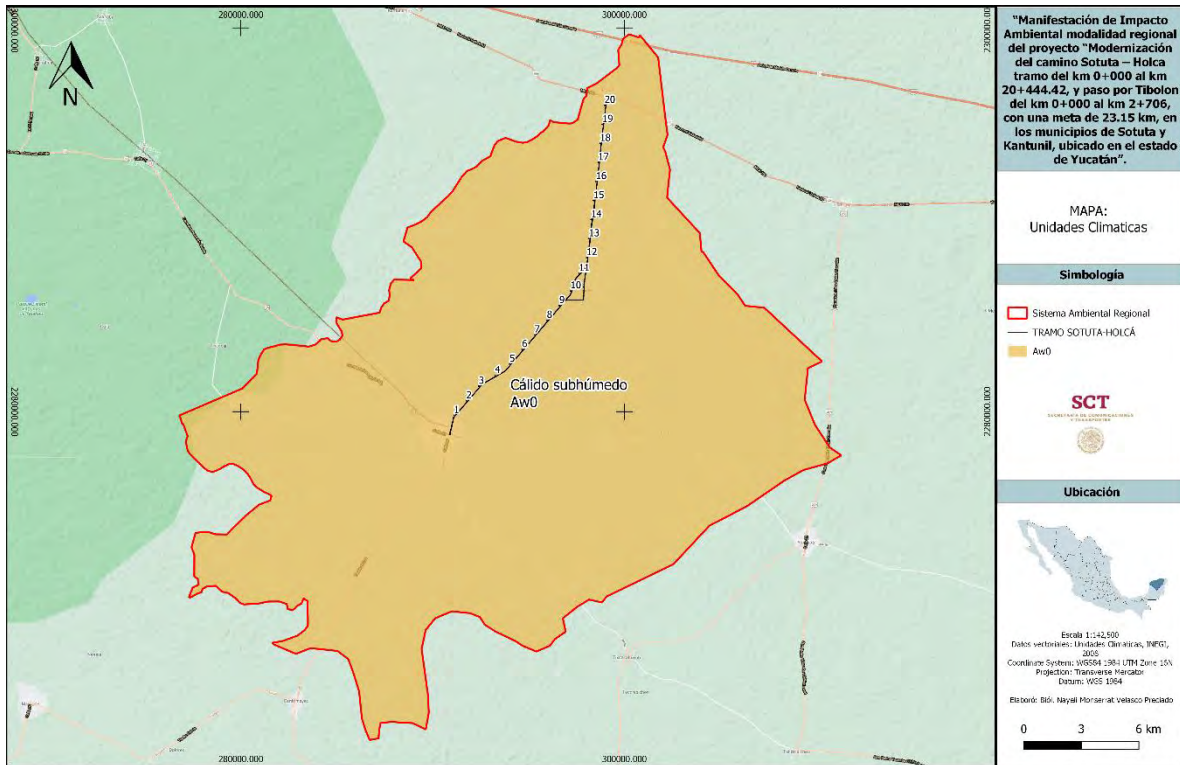
### IV.2.1. Medio físico

#### Clima

El Clima presente en la región según la clasificación de Köppen modificado por García (1973) es al cálido subhúmedo, con lluvias en verano Aw1 (x'), que son las condiciones ambientales más húmedas en la península, característica de las zonas con vegetación más desarrollada y diversa. La temperatura media es 26.3°C y la oscilación térmica fluctúa entre 5 y 7°C. El promedio anual de precipitación va de 1,138.1 a 1,440.0 mm (Flores y Espejel, 1994).

Temperatura promedio: Con respecto a la temperatura, según las estaciones meteorológicas más cercanas al sitio de estudio, la temperatura media anual, es entre 24.4 y 25.8 ° C, teniéndose que la temperatura máxima promedio en el área va de 31.5 a 32.2 ° C y la temperatura mínima promedio va de 17.4 a 19.3 ° C.





**Figura 13:** Clima dentro del SAR del proyecto

## Geología

El estado de Yucatán tiene las mismas características geológicas que los otros dos estados que componen la Península de Yucatán; en este estado la roca sedimentaria cubre 95.8% de su territorio y sólo 4.2% es de suelo. La roca sedimentaria del Periodo Terciario abarca 82.6%, se localiza en todo el estado excepto en su parte norte; donde aflora la roca sedimentaria del Cuaternario con 13.2% y paralelamente a la línea de costa, se ubica el suelo. Toda la superficie estatal queda comprendida en la Era del Cenozoico con una edad aproximada de 63 millones de años.

Uno de los problemas principales para el estudio de la geología en el estado de Yucatán, y en la península, es la poca cantidad de afloramientos, debido al material de caliche reciente, producto de la transformación de las calizas o consolidación de material suelto, que cubren en mayor parte a la península, comúnmente alcanza un espesor de 2 a 10 metros y forma indiscriminadamente sobre casi todas las rocas del subsuelo ya sea del Eoceno, Oligoceno o MiocenoPlioceno; oscureciendo la información geológica superficial, y a diversos factores externos, alteración in situ, además de lo disperso de la información geológica tanto subterránea como superficial, hacen que los estudios geológicos superficiales no sean muy concluyentes.

Aparte de estos factores, existen otros; la gran extensión, el escaso relieve y los afloramientos geológicos muy alejados uno de otros y una gran planicie, se requiere para

correlacionar las formaciones geológicas, extensos levantamientos topográficos, lo cual incrementa el tiempo y el costo.

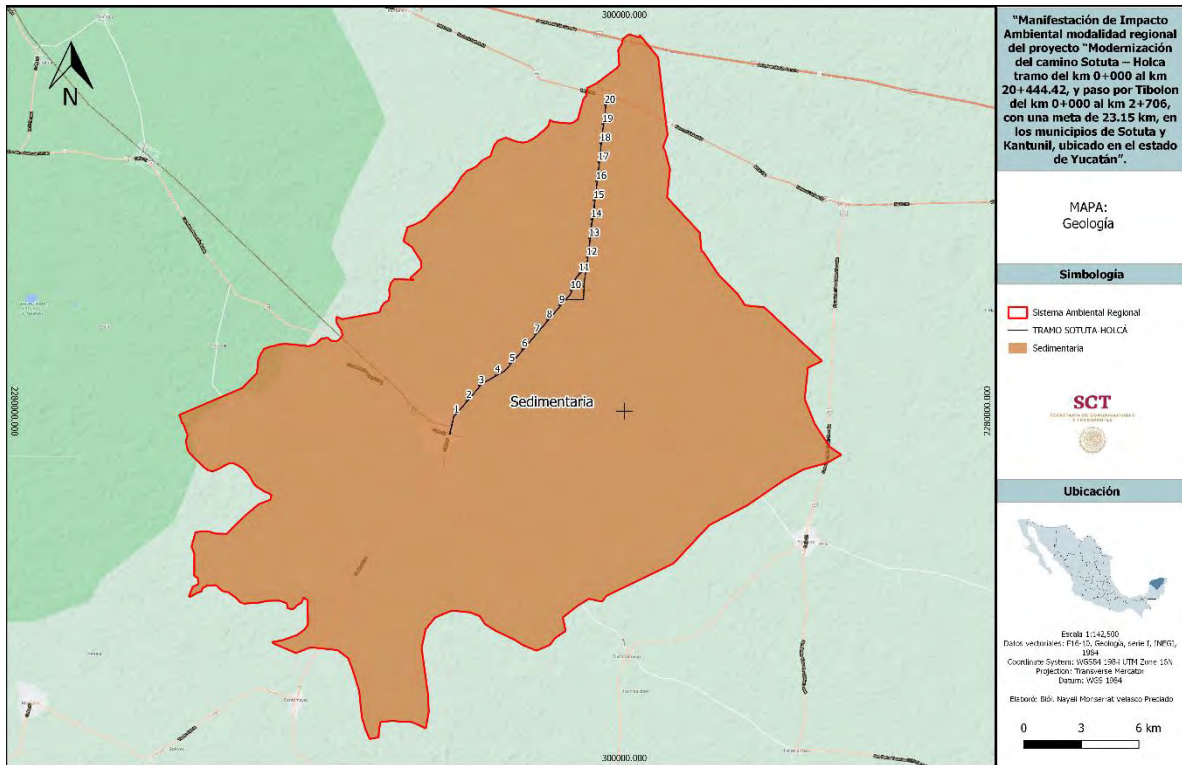


Figura 14: Geología dentro del SAR del proyecto

### Geomorfología

La península de Yucatán se formó por sedimentación calcárea, encontrándose cubierta por un mar de poca profundidad, que emergió poco a poco, unos centímetros cada siglo, adquiriendo una forma de relieve llano o plana, con escasa elevación sobre el nivel del mar y una ligera inclinación general de sus pendientes y de sus leves contrastes topográficos. Llega a conformar parte de la provincia fisiográfica conocida como Península de Yucatán, que a su vez se divide en dos subprovincias: la 62, Carso Yucateco y la 63, Carso y Lomeríos de Campeche; que es una plataforma rocosa, donde la parte más elevada se encuentra al sur, denominada Cordón Puuc, también conocida localmente como "Sierrita de Ticul", dominando notoriamente la llanura baja y casi monótona que la limita al norte; presenta la mayor parte de las grutas y cavernas del estado, así como los niveles estáticos más profundos, pues éstos se encuentran en algunos casos a más de 100 m de profundidad.

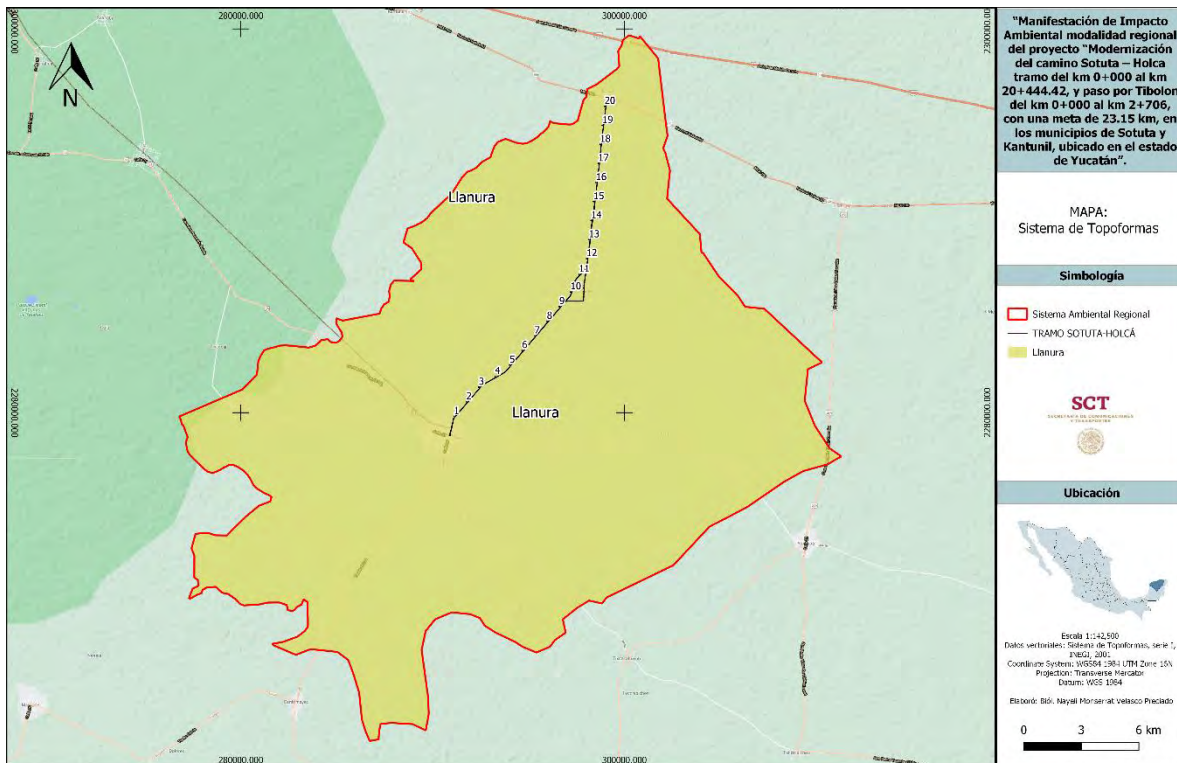
El cordón Puuc, con rumbo NE – SE y buzamiento al NE, presenta en la parte alta del camino Uxmal – Muna una discreta estructura en forma anticlinal, mas esta condición no la



observamos en los cortes al sur de Oxkutzcab y Tekax. La planicie al norte del Cordón Puuc tiene ondulaciones al este, con echados de tres a cinco grados, aunque por movimientos locales hay fuertes inclinaciones en las capas de algunos sitios.

La región ha sido esculpida de una plataforma calcárea estable, en donde es posible diferenciar tres zonas donde actúan diversos procesos: la litoral, la planicie central y la de los cerros y valles; la primera se encuentra al norte, en la costa, donde tiene lugar la creación de franjas arenosas que corresponden a barras arenosas, islas, antiguas líneas de costa y desarrollo de planicies de inundación y lacustres; la segunda, en la porción central abarca la mayor parte del estado, se observa el desarrollo de una topografía cárstica, en su mayor parte baja y ondulada, en la que frecuentemente se localizan cavidades de disolución con afloramiento del nivel freático, que son conocidas en la región como cenotes; la tercera zona corresponde a la de mayor contraste morfológico, se ubica en la porción suroeste e incluye el cordón Puuc, en ella se ha desarrollado un relieve de lomeríos suaves, producido por la erosión de las rocas carbonatadas, el relieve solo se ve interrumpido por la presencia de dolinas y pequeñas planicies residuales producto de la acumulación de arcillas de descalcificación en las depresiones.

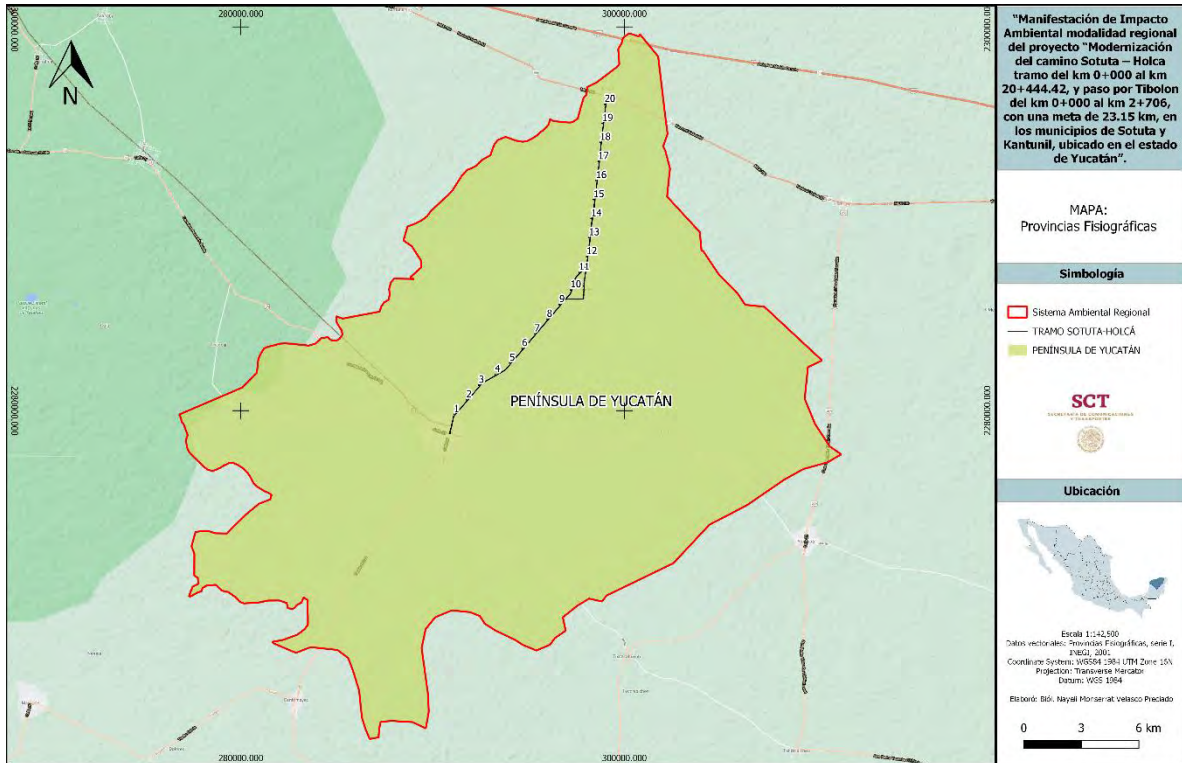
La zona donde se ubica el proyecto se presenta una topografía de tipo llanura, es decir se encuentra en la una planicie muy extensa.



**Figura 15:** Sistema de topoformas dentro del SAR del proyecto

## Fisiografía

El proyecto se ubica fisiográficamente en la provincia Fisiográfica Península de Yucatán a su, dentro de la Subprovincia fisiográfica Cesó Yucateco



**Figura 16:** Provincia fisiográfica dentro del SAR del proyecto

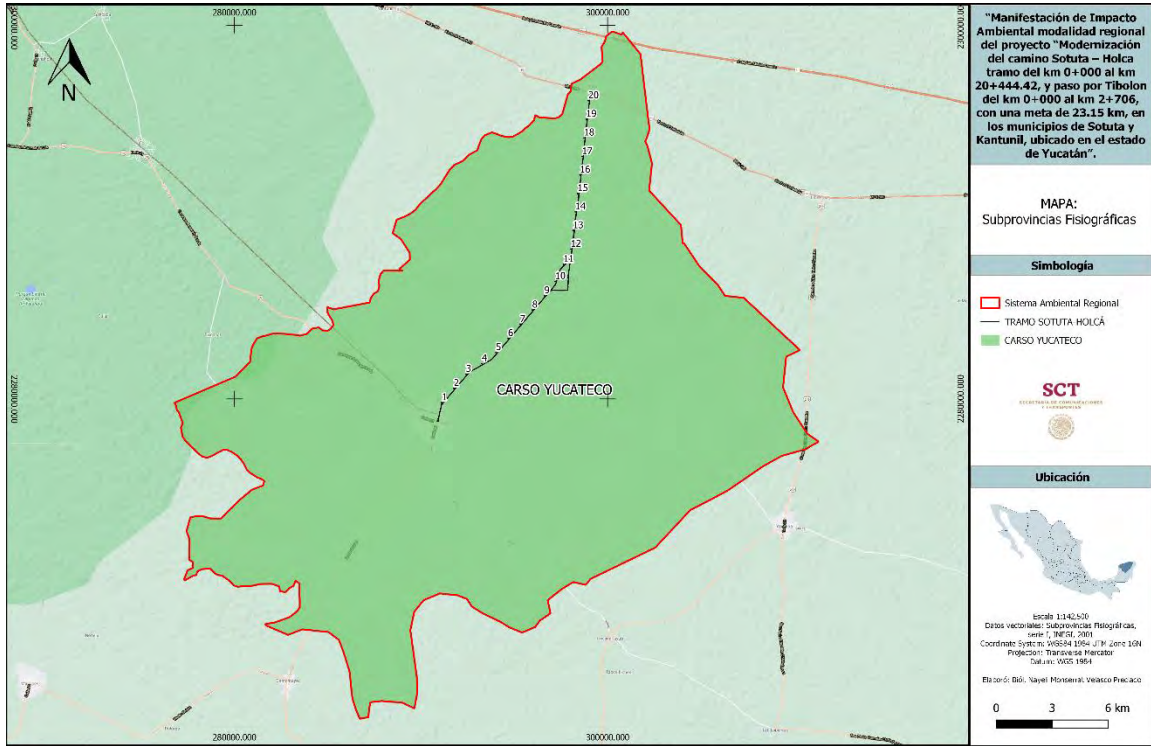


Figura 17: Subprovincia fisiográfica dentro del SAR del proyecto

## Suelo

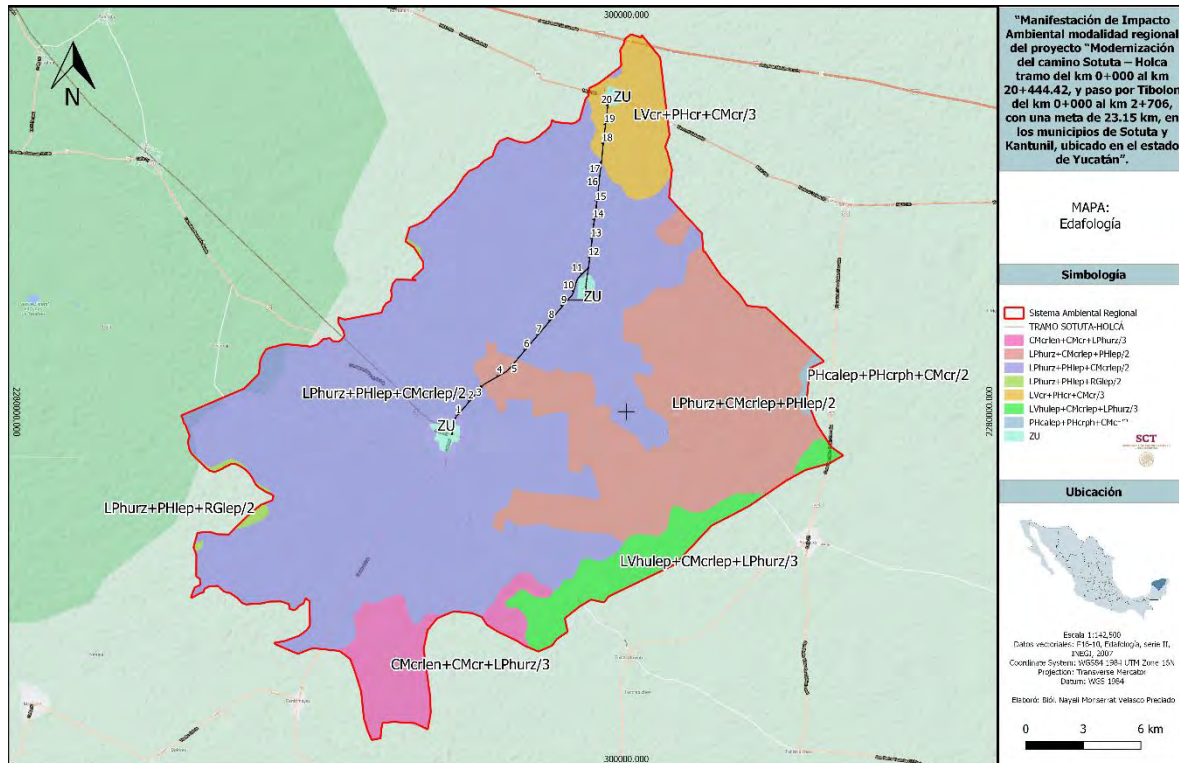
Desde el punto de vista edáfico el Estado de Yucatán se distingue por la predominancia de suelos someros y pedregosos, de colores que van del rojo al negro, pasando por diversas tonalidades de café; por su textura franca o de migajón arcilloso en el estrato más superficial y por regla general la ausencia del horizonte C en la mayoría de los casos. Asimismo, estos suelos muestran por lo general un abundante contenido de fragmentos de roca desde 10 hasta 15 cm de diámetro, tanto en la superficie como en el interior de su breve perfil, además de que regularmente se ve acompañada de grandes y frecuentes afloramientos de la típica coraza calcárea yucateca; otra característica que cabe mencionar es que los diferentes tipos de suelos es común encontrarlos dentro de pequeñas asociaciones de dos o más tipos de suelos, los cuales corresponden casi exactamente a la combinación de topoformas que configuran el relieve de cada lugar. El Estado de Yucatán presenta un conjunto de suelos entre los cuales están presentes las Leptosoles rendzinas, litosoles, luvisoles, solonchaks, cambisoles, regosoles, vertisoles, nitosoles, histosoles y gleysoles; en términos de extensión superficial, se aprecia la amplia predominancia de los tres primeros sobre los restantes.

El suelo es un recurso natural de suma importancia para las actividades, tanto agrícolas como pecuarias, dado que constituye el soporte físico de las plantas y suministros de nutrientes que permite el desarrollo de estas. El suelo del Estado de Yucatán y como unidad Fisiográfica se caracteriza por ser de origen Sedimentario y constituido fundamentalmente por un complejo calizo tipo Cárstico. Los suelos del Estado de Yucatán se distinguen por



diferentes tipos de suelo caracterizado por la dominancia de Suelos Someros y pedregosos, medianamente profundos y profundos de textura media arcillosa.

El tipo de suelo registrado en el área del proyecto es de tipo Leptosol en la parte sur y central del trazo del camino, mientras que en la en la parte norte presenta tipo Luvisol.



**Figura 18:** Suelos dentro del SAR del proyecto

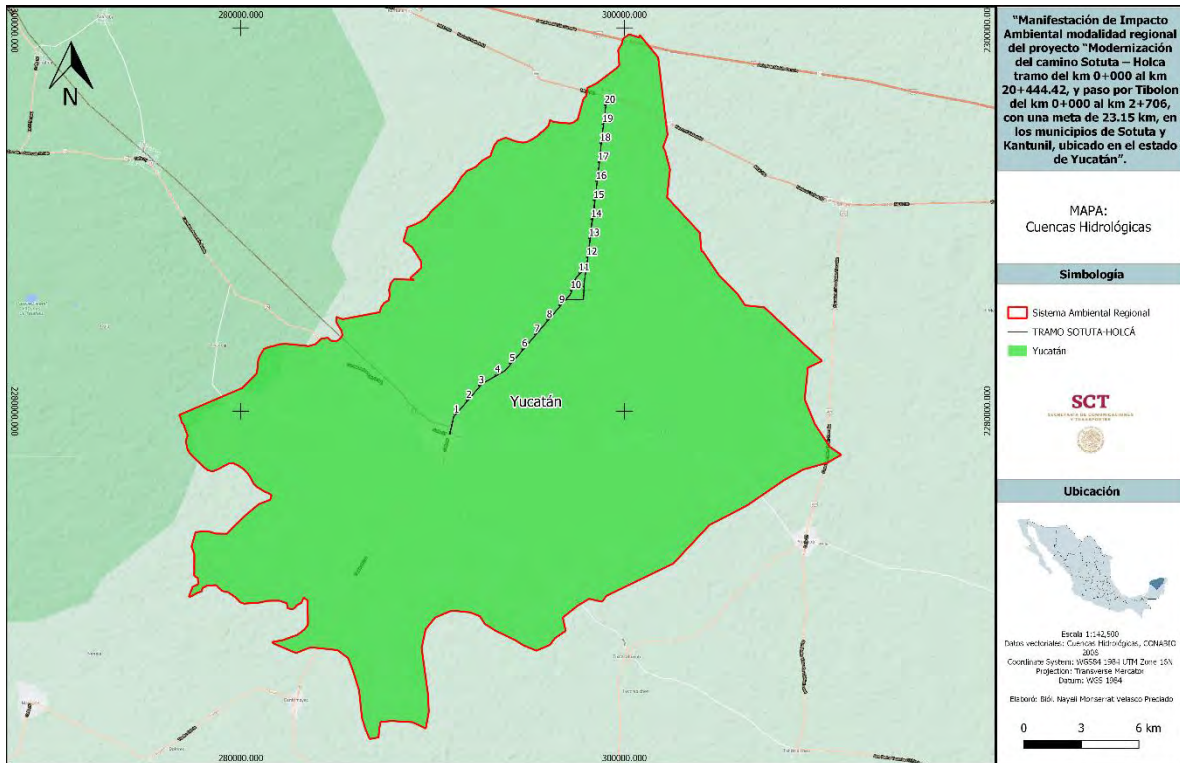
### Hidrología

El área de estudio queda comprendida dentro de la RH 32 Yucatán Norte, la cual limita al oeste y norte con el Golfo de México, al este con el Mar Caribe y al sur con la división que delimita la RH 31 y RH 33. La excesiva permeabilidad y la falta de desniveles orográficos impiden la formación de corrientes superficiales de importancia, la ausencia de una red hidrográfica superficial no permite delimitar cuencas y subcuencas en esta Región Hidrológica que abarca una superficie de 56,172 km<sup>2</sup>. No existen embalses ni cuerpos de agua superficiales en el sitio de estudio. La ausencia de escurrimientos superficiales en el Estado de Yucatán se compensa con los abundantes depósitos de agua subterránea. La economía hídrica en la Plataforma Yucateca es eminentemente subterránea.

El proyecto se inserta en la cuenca hidrológica B Yucatán la cual se localizada en toda la parte centro y norte del estado de Yucatán, ocupa una extensión que representa 89.57% de la superficie estatal; colinda al norte con el Golfo de México, al este con la cuenca A (RH32) y con Quintana Roo, al sur con la cuenca B de la (RH33) y al oeste con el estado de Campeche y con el Golfo de México. Presenta una temperatura media anual de 26° C, una precipitación media anual que varía de 500 a 1 500 mm y un escurrimiento superficial

con rango de 0 a 5%; excepto en las costas y en algunas porciones al suroeste del estado donde varía de 5 a 10%, debido a la presencia de arcillas y limos en el primer caso y de suelos residuales en el segundo.

Los únicos cuerpos de agua superficiales son las lagunas que se encuentran junto al cordón litoral como la Rosada y Flamingos; los esteros Celestún, Yucalpetén y Río Lagartos y algunas aguadas distribuidas en toda la cuenca. El área donde cruza el camino a modernizar no presenta escurrimientos superficiales.



**Figura 19:** Hidrología dentro del SAR del proyecto

## IV.2.2 Medio biótico

### IV.2.2.1 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.

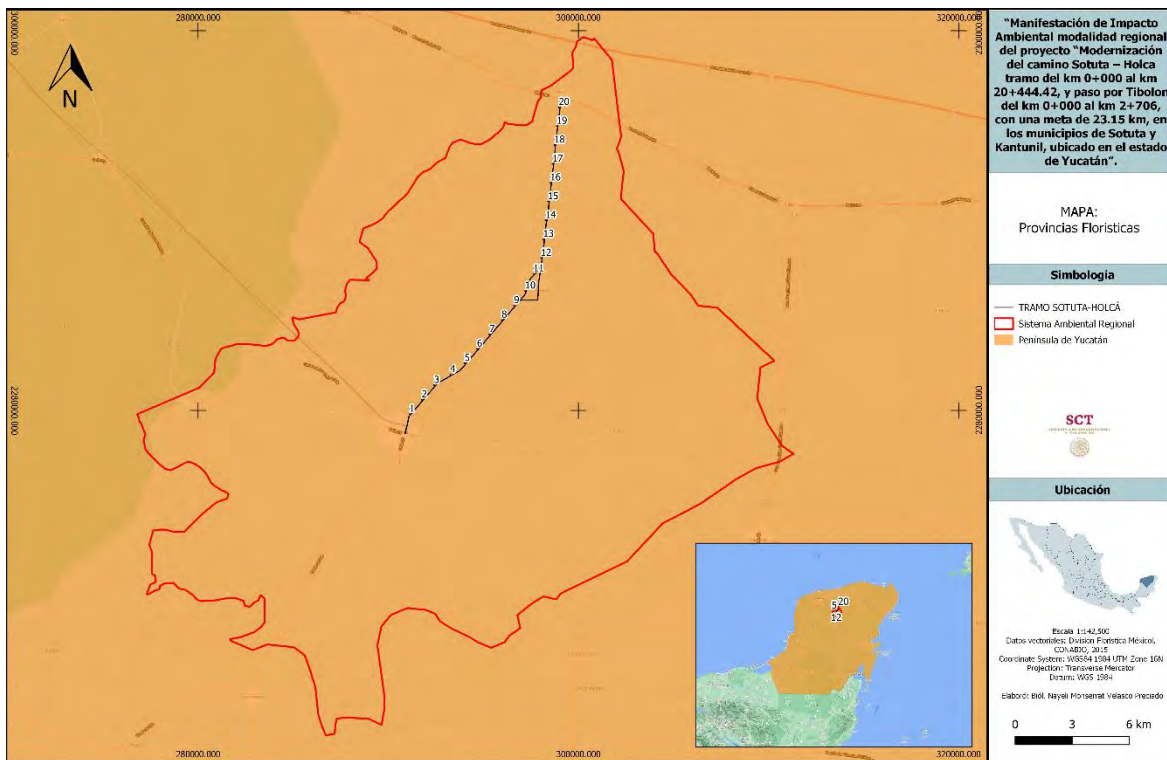
Conforme a lo anterior, los tipos de vegetación que cubren el territorio nacional van desde selvas altas preferentemente distribuidas en las regiones húmedas del sureste y vertiente del Atlántico, hasta los matorrales y desiertos áridos del norte y península de Baja California y en toda la altiplanicie 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.

### Vegetación del estado de Yucatán

El proyecto propuesto en este trabajo se inserta dentro del estado de Yucatán, el cual alberga diversas comunidades vegetales las cuales se manifiestan a través de distintos tipos de vegetación y diversas asociaciones terrestres y marítimas que se tornan más diversas de acuerdo con un gradiente de humedad que se incrementa de norte a sur. Estas condiciones determinan un mayor desarrollo estructural y un incremento en la riqueza florística de estas comunidades, desde las ubicadas en las islas del norte del estado hasta las asentadas en la posición sur de la península (Flores *et al.*, 2010).

Por otro lado, de acuerdo con el análisis de las afinidades geográficas de la flora de diferentes regiones del país, coeficientes de similitud y tomando en cuenta los endemismos conocidos y la distribución general de las plantas vasculares, en México se han descrito 17 provincias florísticas (Rzedowski y Reina-Trujillo, 1990). Una de estas provincias, y en donde se inserta el SAR y el AP, corresponde a la *Península de Yucatán*, inserta en la región *Caribea* dentro del reino *Neotropical*.





**Figura 20.** Provincia florística Península de Yucatán, en la cual se encuentra inserta el SAR y el AP.

Esta provincia comprende probablemente el territorio íntegro de esta unidad fisiográfica, pero sus límites meridionales no se pueden determinar aún con exactitud. Incluye también al menos una parte de Belice y el Departamento de Petén de Guatemala. El clima es cálido y húmedo en la base de la Península y existe un gradiente de aumento de sequedad en dirección sureste-noroeste. La vegetación consiste primordialmente de bosques tropicales caducifolios, subcaducifolios y perennifolios. La flora, en general, presenta una gran similitud con la de la provincia *Costa del Golfo de México*, pero destaca un número de endemismos y, además, sus relaciones con las Antillas son más acentuadas que en cualquier otra parte de la República. Al igual que en las provincias *Costa Pacífica* y *Costa del Golfo de México* es notable el empobrecimiento de la flora hacia el noroeste. Los géneros de plantas vasculares sólo conocidos en la *Península de Yucatán* son los siguientes: *Asemnanthe*, *Beltrania*, *Goldmanella*, *Harleya* y *Plagiolophus*.

De acuerdo con Flores *et al.* (2010), para este estado se presentan diversas comunidades vegetales que pueden ser clasificadas con relación a lo expuesto por Miranda y Hernández (1963) como:

- Vegetación de dunas costeras
- Manglar
- Selva baja caducifolia
- Selva mediana subcaducifolia
- Selva mediana subperennifolia
- Selva baja inundable
- Sabanas
- Petenes

- Comunidades hidrófilas
- Comunidades secundarias de los anteriores tipos de vegetación

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 página del herbario CICY (<https://www.cicy.mx/sitios/flora%20digital/vegetacion.html>), los 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 muestro de manera dirigida a lo largo del *DDV* 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 *transectos de Gentry* con una superficie de 300 m<sup>2</sup> (60 m de largo y 5 m de ancho) (adaptado de Mostacedo y Fredericksen, 2000) cubría 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:

- **Árboreo:** Todos aquellos individuos de 7.5 cm de *DN* o mayores. Se registró especie taxonómica, *DN* y altura total en 300 m<sup>2</sup>. 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 100 m<sup>2</sup>.
- **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<sup>2</sup> ubicada en el límite norte del sitio para la determinación del estrato arbustivo.
- **Epífita y trepador** en una superficie de 25 m<sup>2</sup>.

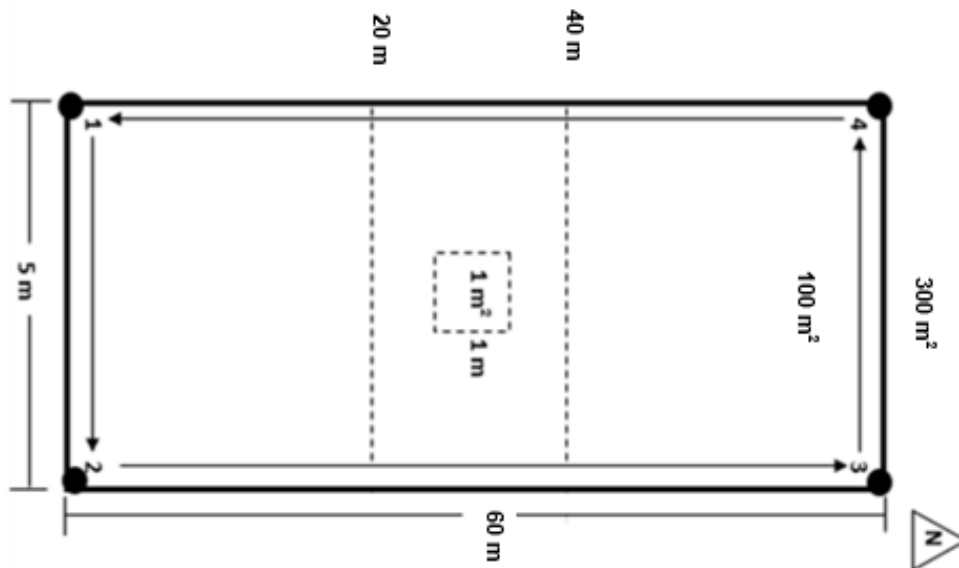


Figura 21. Diagrama de Transecto de Gentry.

PROYECTO									
RESPONSABLE TÉCNICO					FECHA		MUNICIPIO		ESTADO
NOMBRE DEL		DIRECCIÓN		DIRECCIÓN DEL		COORDENADAS UTM (Easting)		ELEVACIÓN	
INFORMACIÓN DEMOGRÁFICA									
ID	NOMBRE CATEGÓRICO	NOMBRE COMÚN	DBP (cm)	DBM (cm)	DBH (cm)	H (m)	DIÁMETRO (cm)	DIÁMETRO (cm)	COMENTARIOS
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									

Figura 22. Formato de campo para el levantamiento del estrato arbóreo

AGROFLORA					
ID	NOMBRE CATEGÓRICO	NOMBRE COMÚN	USO	USO	COMENTARIOS
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					

HERBACEO					
ID	NOMBRE CATEGÓRICO	NOMBRE COMÚN	USO	USO	COMENTARIOS
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					

EPÍFITO Y TREPADOR					
ID	NOMBRE CATEGÓRICO	NOMBRE COMÚN	USO	USO	COMENTARIOS
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					

Figura 23. Formato de campo para el levantamiento del resto de los estratos





**Figura 24.** Actividades de muestreo dentro de los sitios para la caracterización de la vegetación





**Figura 25.** Actividades de muestreo dentro de los sitios para la caracterización de la vegetación (continuación...).

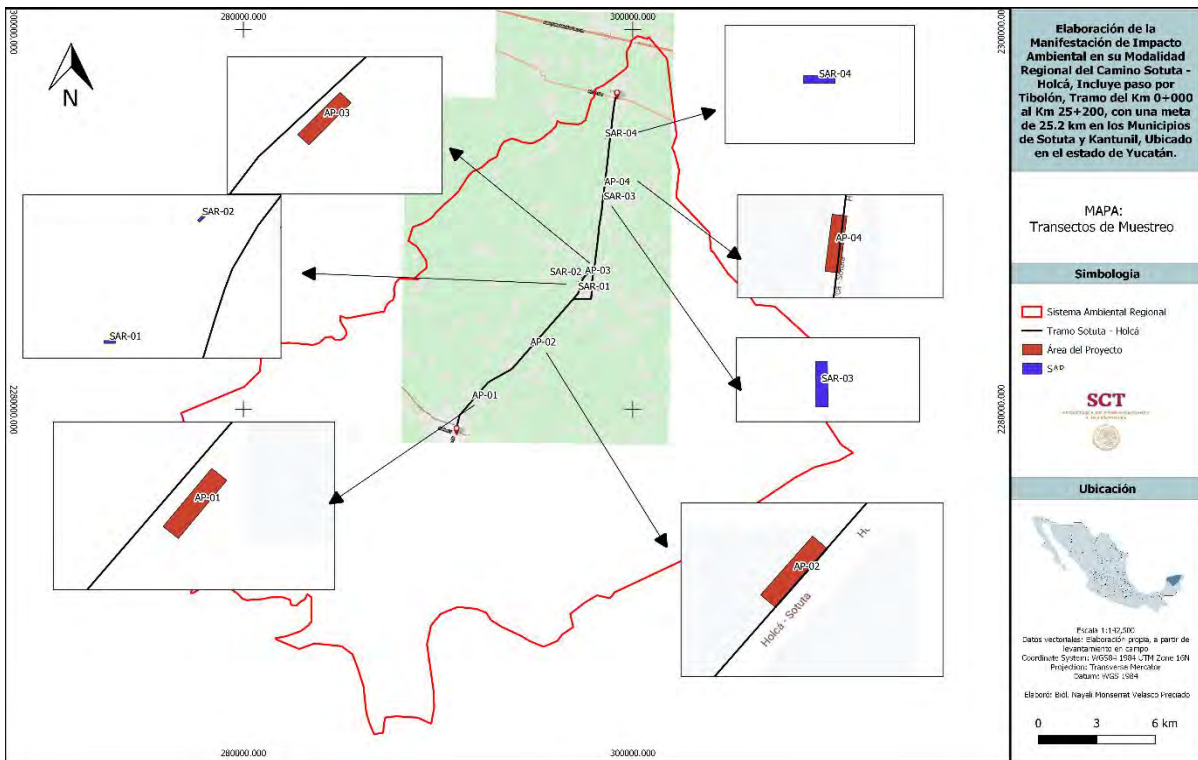
➤ *Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo*

Derivado del análisis de la información vectorial de la *Carta de Uso de Suelo y Vegetación Serie VI* de INEGI (2017), se definió que el tipo de vegetación que se distribuye dentro del AP corresponde a *Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)*, por lo que se establecieron **4 sitios de muestreo** a lo largo del proyecto y otros **4 sitios de muestreo** distribuidos a lo largo del SAR con el fin de tener unidades comparables.

**Tabla 10.** Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del AP y el SAR.

Sitio de muestreo	ÁREA DEL PROYECTO (AP)			SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)					
	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y	
01	SMS	1	291763	2280455	01	SMS	1	297217	2286714
		2	291750	2280440			2	297197	2286714
		3	291746	2280443			3	297197	2286719
		4	291759	2280459			4	297217	2286719
02	SMS	1	294749	2283244	02	SMS	1	297383	2286952
		2	294736	2283229			2	297369	2286938
		3	294732	2283232			3	297365	2286941
		4	294745	2283247			4	297379	2286956
03	SMS	1	297557	2287019	03	SMS	1	298513	2290907
		2	297543	2287005			2	298513	2290927

ÁREA DEL PROYECTO (AP)					SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)				
Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y	Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y
04	SMS	3	297539	2287009	04	SMS	3	298518	2290927
		4	297553	2287023			4	298518	2290907
		1	298546	2291697			1	298598	2294240
		2	298544	2291677			2	298578	2294240
		3	298539	2291678			3	298578	2294245
		4	298541	2291697			4	298598	2294245



**Figura 26.** Ubicación de sitios de muestreo dentro del SAR y 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 (2017)**

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 apartado, 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 ( $\lambda$ ), 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 ( $\lambda$ ), 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:

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

Dónde:

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

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

- *Índice de dominancia de Simpson ( $\lambda$ )*

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  $1 - \lambda$  (Lande, 1996):

$$\lambda = \sum p_i^2$$

Dónde:

$p_i$  = 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

$$I_J = c / a+b-c$$

Dónde:

$I_J$  = índice de Jaccard

$a$  = número de especies en el sitio A.

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:

$b$  = número de especies en el sitio B.

$c$  = número de especies compartidas en ambos sitios.

*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:

$$IVI = \text{Dominancia relativa (\%)} + \text{Abundancia relativa (\%)} + \text{Frecuencia relativa (\%)}$$

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:

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



➤ 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:

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

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.

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

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 (2017), los usos de suelo presentes dentro del SAR corresponden a *Agrícola-Pecuaria-Forestal*, *Asentamientos Humanos* y *Vegetación Forestal* siendo este último el que presenta una mayor superficie (81.97%).

**Tabla 11.** Relación de superficies por uso de suelo y vegetación dentro del SAR.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Agrícola-Pecuaria-Forestal (IAPF)	10,464.437	17.45
Asentamientos Humanos (AH)	346.839	0.58
Vegetación Forestal (V)	49,164.401	81.97
<b>TOTAL</b>	<b>59,975.677</b>	<b>100.00</b>

Dentro de esta última se distribuye tanto la *Selva Mediana Caducifolia (SMC)* como la *Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)*, predominando esta última dentro de este sistema analizado. Como puede observarse en la tabla en mención, son selvas medianas las que se distribuyen dentro de este sistema, en donde la SMS se consolida como la comunidad más abundante, abarcando un 98.35% del SAR.

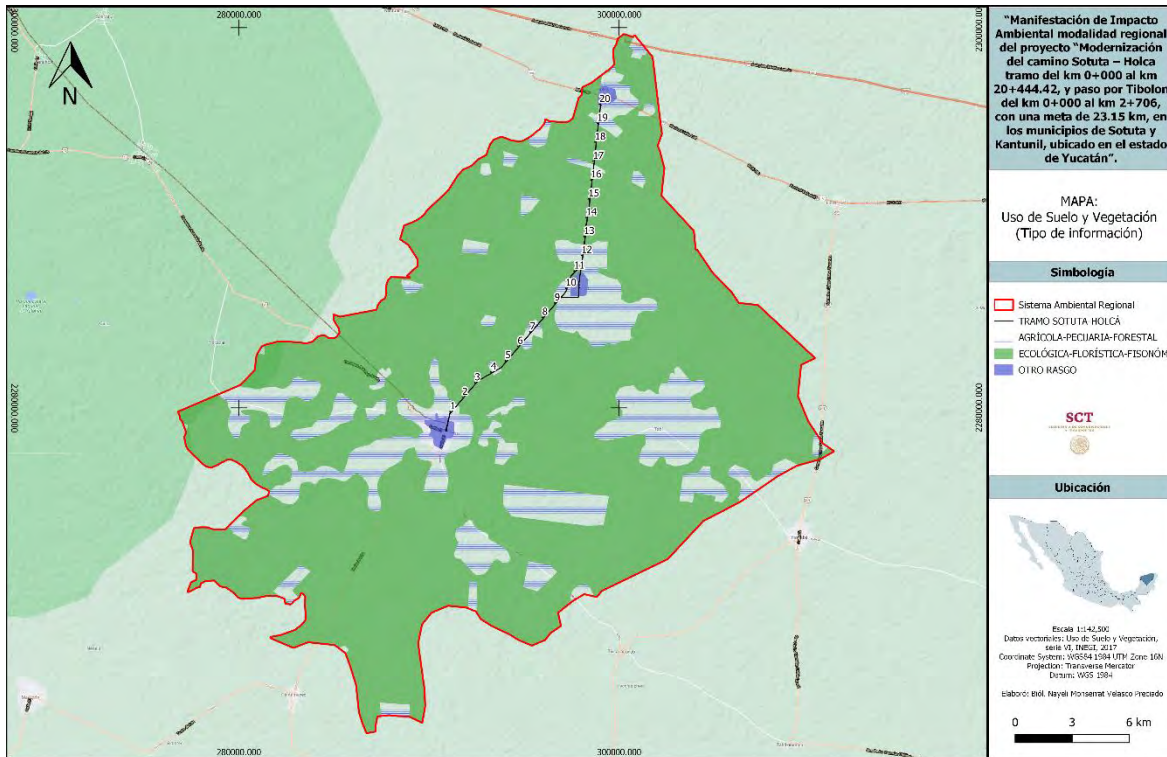
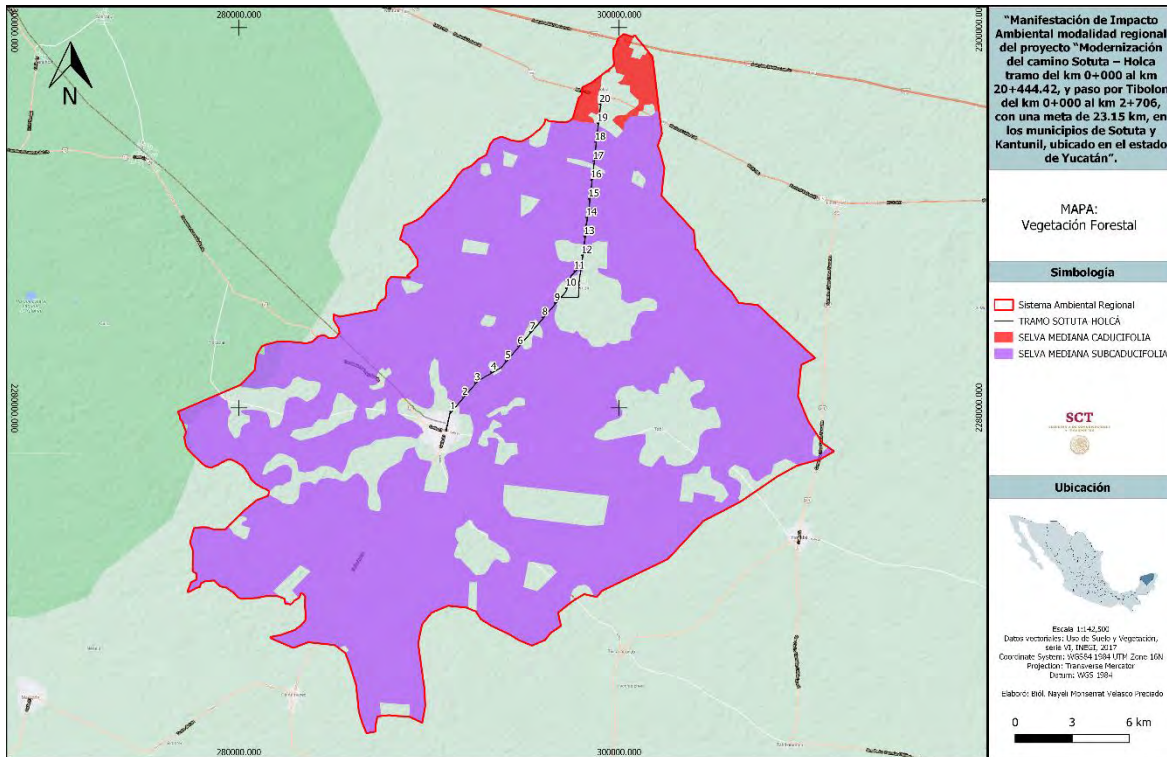


Figura 27. Uso de suelo y vegetación dentro del SAR.



**Figura 28.** Vegetación forestal dentro del SAR.

**Tabla 12.** Relación de superficies de los tipos de vegetación presentes dentro del SAR.

USO DE SUELO Y VEGETACIÓN	SUPERFICIE (ha)	SUPERFICIE (%)
Selva Mediana Caducifolia (SMC)	812.908	1.65
Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)	48,351.493	98.35
<b>TOTAL</b>	<b>49,167.401</b>	<b>100.00</b>

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).

➤ *Selva Mediana Caducifolia (SMC)*

Se encuentra en climas  $Aw_1$  y  $Aw_2$  cálidos subhúmedos con condiciones más húmedas que  $Aw_0$ , con una temperatura media anual que va desde los 18 a 28°C y precipitaciones que se enmarcan entre los 700 y 1500mm la precipitación es estacional concentrándose en 3 a 4 meses presentando una estación seca que se extiende generalmente de diciembre a mayo.

El estrato arbóreo de esta selva se presenta de 15 a 20 m con estratos arbustivos y herbáceos reducidos. La selva se encuentra en diferentes situaciones topográficas y tipos de suelo, aunque muestra una preferencia por suelos someros pedregosos y sobre laderas

de cerros, los suelos presentan características de la roca madre la cual puede ser ígnea, metamórfica o sedimentaria marina. Los suelos que se presentan con esta selva se encuentran generalmente en condiciones más favorables de humedad edáfica que la *Selva Baja Caducifolia*.

Las condiciones del suelo son bastante variables las texturas pueden variar de arcilla hasta arena, el pH de ácido a ligeramente alcalino, pueden ser pobres o ricos en materia orgánica y de diferentes colores. Por lo general son suelos jóvenes y bien drenados. Prospera en lugares más protegidos y con suelos más profundos, su altura es de 15 a 20 m. Las áreas que cubre esta selva actualmente presentan una cantidad considerable de vegetación secundaria debido a las actividades humanas.

Las especies más importantes dentro de esta comunidad forestal son *Lysiloma latisiliquum* (tsalam, guaje), *Piscidia piscipula* (ja'bín), *Bursera simaruba* (chaka', palo mulato), *Cedrela odorata* (cedro rojo), *Maclura tinctoria*, *Cordia dodecandra* (siricote, cuéramo), *Alvaradoa amorphoides* (Belsinikche', camarón), *Lonchocarpus rugosus*, *Cordia gerascanthus*, *Gyrocarpus sp.*, *Neomillspaughia emarginata*, *Gyrocarpus americanus* y *Cenostigma gaumeri*, *Ehretia latifolia*, *Simarouba amara*, *Terminalia buceras*, *Terminalia macrostachya* y *Handroanthus impetiginosus*.

La SMC se presenta como una franja en dirección NE-SO al centro de Yucatán, que se prolonga al norte de Campeche; también en la vertiente sur del Pacífico dentro del área del istmo de Tehuantepec existen selvas bastante densas y frondosas.

#### ➤ *Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)*

Es una de las comunidades más representativas del estado. Se extiende como una amplia franja que se origina en la parte nororiental del estado y se enfila con rumbo suroeste, pasando por el centro hasta internarse en la porción norte del estado de Campeche. Tipifica, junto con las selvas bajas, la fisonomía vegetal de Yucatán, ocupando una extensión aproximada de 29 309 km<sup>2</sup>.

Se distribuye en climas cálidos subhúmedos con lluvias en verano; la precipitación oscila entre 1078 y 1220 mm al año, con una temperatura media anual de 25.9 a 26.6 °C. Se desarrolla sobre suelos pedregosos, pero que contienen una delgada capa de materia orgánica, como sucede con la vegetación que cubre la Sierra de Ticul, y las depresiones del terreno (hondonadas y rejolladas) en las que se registran lugares con una significativa acumulación de materia orgánica.

Está conformada por un estrato arbóreo cuya altura promedio oscila entre 10 y 15 m, y en la época de secas de 50 a 75% de sus árboles dejan caer sus hojas. Entre las especies características de esta selva se encuentran los árboles más corpulentos de la flora de Yucatán: *Enterolobium cyclocarpum*, *Ceiba pentandra*, y algunas especies de *Ficus*. Entre las especies de árboles más comunes están: *Vachellia cornigera*, *Vachellia pennatula*, *Annona reticulata*, *Bursera simaruba*, *Bucida buceras*, *Cedrela odorata*, *Cochlospermum vitifolium*, *Gliricidia maculata*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Cenostigma gaumeri*, *Guazuma*



*ulmifolia, Gymnopodium floribundum, Gyrocarpus americanus, Havardia albicans, Lysiloma latisiliquum, Mimosa bahamensis, Metopium brownei, Sapindus saponaria, Piscidia piscipula, Pithecellobium dulce, Simarouba amara, Sphinga platyloba, Spondias mombin, Trema micrantha y Vitex gaumeri.*

Por otra parte, al analizar el estado de conservación mediante la información que brinda INEGI (2014), se determinó que ambos tipos de vegetación se presentan en un estado secundario derivado de las actividades antropogénicas realizadas por las poblaciones aledañas.

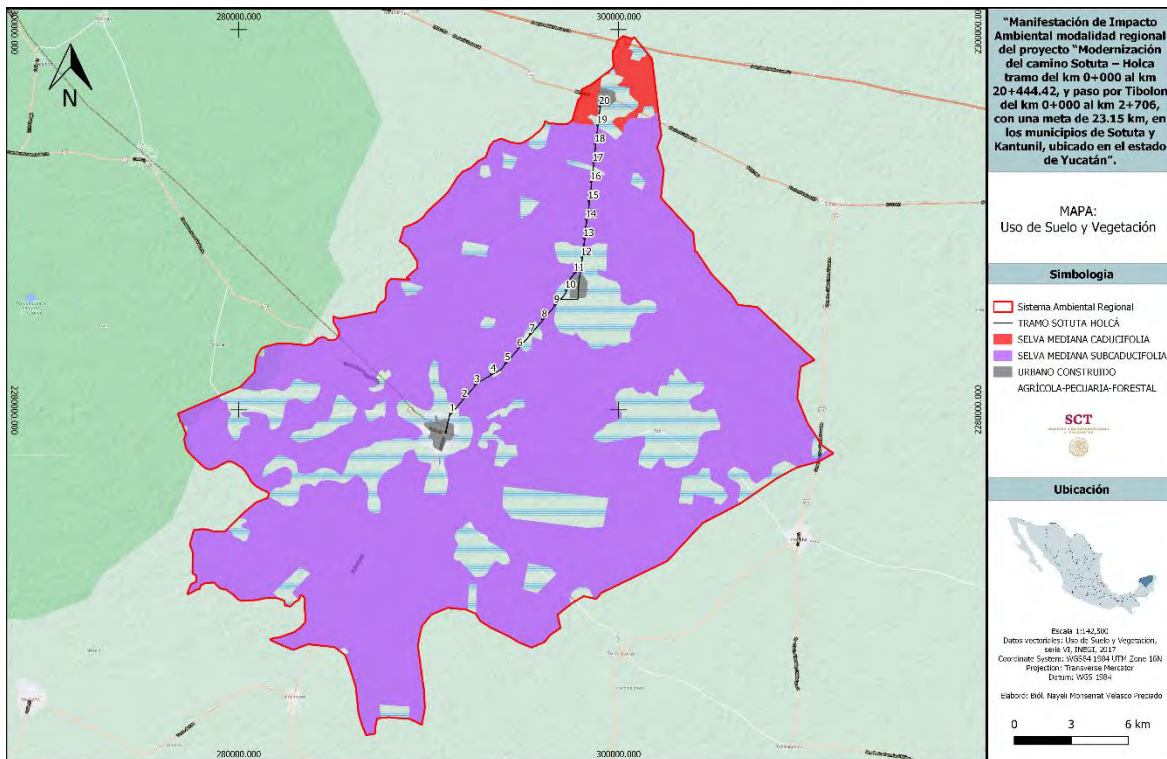


Figura 29. Estado de conservación de la vegetación forestal dentro del SAR.

### Caracterización de los tipos de vegetación mediante los sitios de muestreo

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

##### ➤ Descripción a nivel comunidad

Dentro de esta selva se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: arbóreo (12 spp.), arbustivo (15 spp.), herbáceo (10 spp.) y epífita-trepador (4 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, tal como se indica en apartados anteriores.



Dentro del estrato arbóreo se registraron individuos con alturas máximas de hasta 15.00 m de altura y *DN* de alcanzaron los 62.07 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 7.78 m y para el *DN* fue de 16.74 cm.

**Tabla 13.** Rangos de valores para la altura (h) y el diámetro normal (DN).

PARÁMETRO	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
<b>Altura (h)</b>	7.78	3.50	15.00	7.50
<b>Diámetro normal (DN)</b>	16.74	7.64	62.07	14.96

Las especies que conformaron el estrato superior fueron la parota (*Enterolobium cyclocarpum*), la ceiba (*Ceiba pentandra*) y el granadillo (*Platymiscium yucatanum*). La densidad por hectárea fue de 316.67  $Nha^{-1}$  y el área basal fue de 11.274  $m^2ha^{-1}$ .

El estrato arbustivo fue el más abundante y desarrollado dentro de los sitios de muestreo; se determinaron individuos con alturas entre 0.5 m y 6.0 m de altura, donde los elementos más característicos fueron el carricillo (*Petiveria alliaceae*), la guázuma (*Guazuma ulmifolia*) y la chirimolla (*Annona squamosa*). Este estrato registró una densidad de 1,125.00  $Nha^{-1}$  y una cobertura de copa de 935.311  $m^2ha^{-1}$ .

En el estrato herbáceo fue común la aparición del pastillo (*Oplismenus burmannii*), el pasto guinea (*Panicum maximum*) y la altea (*Malvaviscus arboreus*), con una densidad de 180,000.00  $Nha^{-1}$  y con una cobertura de copa de 14,981.470  $m^2ha^{-1}$ , mientras que en el estrato epífita-trepador el gallito (*Tillandsia brachycaulos*), la jícama (*Pachyrhizus ferrugineus*) y el bejuco de cachorra (*Dolichandra unguis-cati*) fueron los elementos más característicos.



**Figura 30.** Vista general de la Selva Mediana Subcaducifolia (SMS) dentro del SAR.





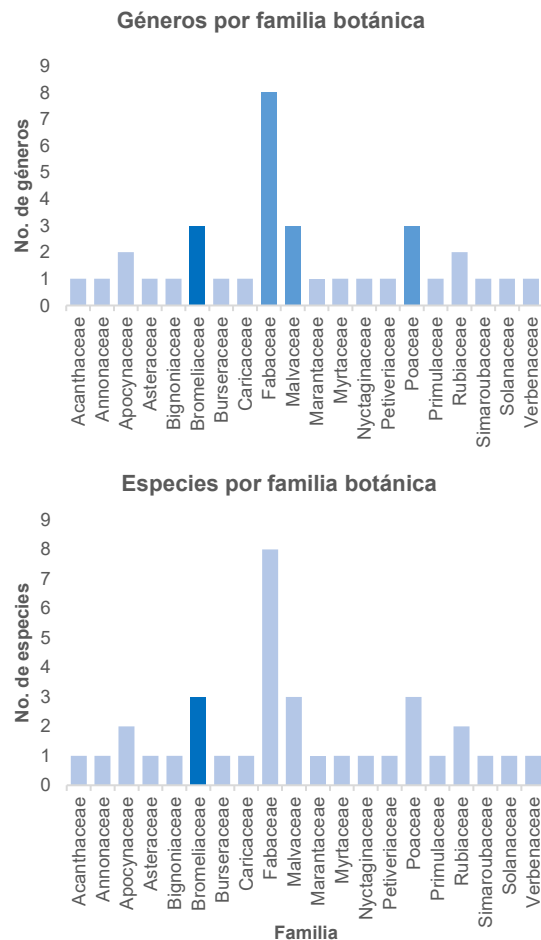
**Figura 31.** Vista general de la Selva Mediana Subcaducifolia (SMS) dentro del SAR (continuación...).

➤ *Descripción florística*

Se registraron 35 especies repartidas en 35 géneros y 20 familias botánicas, de las cuales Fabaceae (8 spp.) y tanto Bromeliaceae, Malvaceae y Poaceae (3 spp. cada una) 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 14.** Relación de nivel taxonómico por familia botánica.

FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Acanthaceae	1	1
Annonaceae	1	1
Apocynaceae	2	2
Asteraceae	1	1
Bignoniaceae	1	1
Bromeliaceae	3	3
Burseraceae	1	1
Caricaceae	1	1
Fabaceae	8	8
Malvaceae	3	3
Marantaceae	1	1
Myrtaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Poaceae	3	3
Primulaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Simaroubaceae	1	1
Solanaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
<b>20 familias</b>	<b>35</b>	<b>35</b>



**Figura 32.** 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 epífita y trepador fue el menos rico.



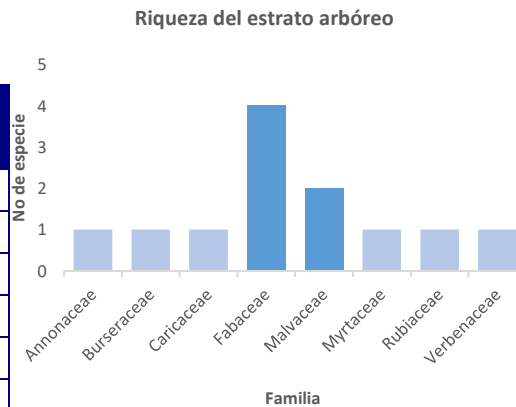
**Tabla 15.** Número de especies por estrato analizado.

ESTRATO	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Epífito y trepador
Riqueza (S)	12	15	10	4

Dentro del estrato arbóreo se registraron 12 especies dentro de 12 géneros y 8 familias botánicas, siendo Fabaceae la que acumuló la mayor cantidad de especies. Una situación similar se presentó dentro del estrato arbustivo, en donde esta misma familia botánica acumuló la mayor cantidad de especies, seguida de Rubiaceae, aunque, en general, la riqueza fue muy equitativa. Para el caso del estrato herbáceo, fue Malvaceae la mejor representada, mientras que en el epífito y trepador se encontró que Dioscoreaceae albergó la mayor cantidad de especies.

**Tabla 16.** Riqueza del estrato arbóreo.

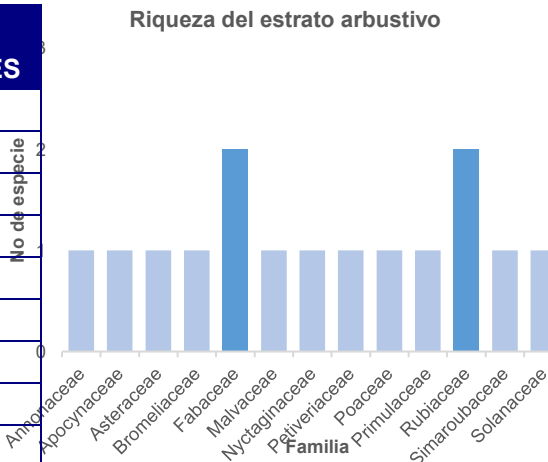
ARBÓREO		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Annonaceae	1	1
Burseraceae	1	1
Caricaceae	1	1
Fabaceae	4	4
Malvaceae	2	2
Myrtaceae	1	1
Rubiaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
<b>8 familias</b>	<b>12</b>	<b>12</b>



**Figura 33.** Especies dentro del estrato arbóreo.

**Tabla 17.** Riqueza del estrato arbustivo.

ARBUSTIVO		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Annonaceae	1	1
Apocynaceae	1	1
Asteraceae	1	1
Bromeliaceae	1	1
Fabaceae	2	2
Malvaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Poaceae	1	1
Primulaceae	1	1
Rubiaceae	2	2



Simaroubaceae	1	1
Solanaceae	1	1
<b>13 familias</b>	<b>15</b>	<b>15</b>

Figura 34. Especies dentro del estrato arbustivo.

Tabla 18. Riqueza del estrato herbáceo.

HERBÁCEO		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Acanthaceae	1	1
Apocynaceae	2	2
Fabaceae	3	3
Malvaceae	1	1
Marantaceae	1	1
Poaceae	2	2
<b>6 familias</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

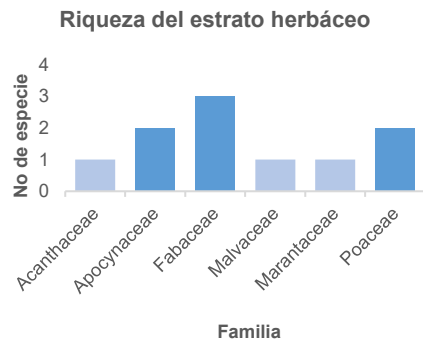


Figura 35. Especies dentro del estrato herbáceo.

Tabla 19. Riqueza del estrato epífita y trepador.

EPÍFITO Y TREPADOR		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Bignoniaceae	1	1
Bromeliaceae	2	2
Fabaceae	1	1
<b>3 familias</b>	<b>4</b>	<b>4</b>

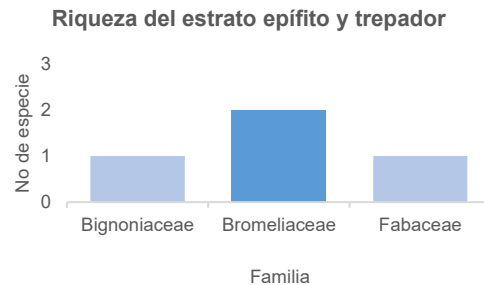


Figura 36. Especies dentro del estrato epífita y trepador.

Finalmente, se presenta el listado de las especies registradas durante las actividades de muestreo, de las cuales ninguna se encuentra enlistada dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.



**Tabla 20.** Listado de especies presentes dentro de la SMS.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚM	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Aechmea bracteata</i>	Gallina	Bromeliaceae	
<i>Annona squamosa</i>	Chirimolla	Annonaceae	
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Fabaceae	
<i>Bonellia macrocarpa</i>	Amole	Primulaceae	
<i>Bromelia kataras</i>	Aguama	Bromeliaceae	
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	Burseraceae	
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	
<i>Chiococca alba</i>	Aretito	Rubiaceae	
<i>Desmodium rotundifolium</i>	Pegatina	Fabaceae	
<i>Dolichandra unguis-cati</i>	Bejuco de cachorra	Bignoniaceae	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota	Fabaceae	
<i>Eugenia capuli</i>	Arrayán	Myrtaceae	
<i>Gonolobus barbatus</i>	Talayote	Apocynaceae	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guázuma	Malvaceae	
<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonote	Caricaceae	
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carrillo	Poaceae	
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje dormilón	Fabaceae	
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Altea	Malvaceae	
<i>Maranta arundinacea</i>	Azafrán	Marantaceae	
<i>Oplismenus burmannii</i>	Pastillo	Poaceae	
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	Jícama	Fabaceae	
<i>Panicum maximum</i>	Zacate guinea	Poaceae	
<i>Petiveria alliacea</i>	Carrillo	Petiveriaceae	
<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Nyctaginaceae	
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Granadillo	Fabaceae	
<i>Randia longiloba</i>	Cruceta	Rubiaceae	
<i>Rhabdadenia biflora</i>	Bejuco	Apocynaceae	
<i>Ruellia nudiflora</i>	Hierba de la calentura	Acanthaceae	
<i>Senna alata</i>	Mazorquilla	Fabaceae	
<i>Simarouba amara</i>	Aceituno	Simaroubaceae	
<i>Solanum quitoense</i>	Kampocolché	Solanaceae	
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	Gallito	Bromeliaceae	
<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	Asteraceae	
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaáxník	Verbenaceae	

Por otro, de acuerdo con Zamora *et al.* (2008), el siguiente listado contiene a las especies que potencialmente pueden ocurrir dentro del área de estudio.

**Tabla 21.** Listado de flora potencial de acuerdo con Zamora et al. (2008).

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Acacia cornigera</i>	Fabaceae	-
<i>Acacia dolychostachya</i>	Fabaceae	-
<i>Acacia gaumeri</i>	Fabaceae	-
<i>Acacia sp.</i>	Fabaceae	-
<i>Allophyllus cominia</i>	Sapindaceae	-
<i>Alseis yucatanensis</i>	Rubiaceae	-
<i>Ardisia escallonioides</i>	Myrsinaceae	-
<i>Arrabidaea sp.</i>	Bignoniaceae	-
<i>Astrocasia tremula</i>	Euphorbiaceae	-
<i>Astronium graveolens</i>	Anacardiaceae	Amenazada (A)
<i>Bauhinia divaricata</i>	Fabaceae	-
<i>Bauhinia erythrocalyx</i>	Fabaceae	-
<i>Bauhinia unguolata</i>	Fabaceae	-
<i>Blomia prisca</i>	Sapindaceae	-
<i>Bourreria pulchra</i>	Boraginaceae	-
<i>Brosimum alicastrum</i>	Moraceae	-
<i>Bumelia retusa</i>	Sapotaceae	-
<i>Bumelia sp.</i>	Sapotaceae	-
<i>Bunchosia glandulosa</i>	Malpighiaceae	-
<i>Bunchosia swartziana</i>	Malpighiaceae	-
<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae	-
<i>Caesalpinia gaumeri</i>	Fabaceae	-
<i>Caesalpinia mollis</i>	Fabaceae	-
<i>Callicarpa acuminata</i>	Lamiaceae	-
<i>Capparis pachaca</i>	Brassicaceae	-
<i>Casearia corymbosa</i>	Salicaceae	-
<i>Casimiroa tetrameria</i>	Rutaceae	-
<i>Cecropia peltata</i>	Cecropiaceae	-
<i>Chrysophyllum mexicanum</i>	Sapotaceae	-
<i>Coccoloba acapulcensis</i>	Polygonaceae	-
<i>Coccoloba barbadensis</i>	Polygonaceae	-
<i>Coccoloba cozumelensis</i>	Polygonaceae	-
<i>Coccoloba spicata</i>	Polygonaceae	-
<i>Cochlospermum vitifolium</i>	Cochlospermaceae	-
<i>Cordia gerasacanthus</i>	Boraginaceae	-
<i>Cordia sp.</i>	Boraginaceae	-
<i>Cosmacalyx spectabilis</i>	Rubiaceae	-
<i>Croton lundellii</i>	Euphorbiaceae	-
<i>Croton reflexifolius</i>	Euphorbiaceae	-
<i>Cupania sp.</i>	Sapindaceae	-
<i>Diospyros anisandra</i>	Ebenaceae	-
<i>Diospyros campechiana</i>	Ebenaceae	-
<i>Diospyros cuneata</i>	Ebenaceae	-
<i>Diospyros salicifolia</i>	Ebenaceae	-
<i>Diospyros verae crucis</i>	Ebenaceae	-
<i>Diospyros yatesiana</i>	Ebenaceae	-
<i>Diphysa carthagenensis</i>	Fabaceae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Drypetes lateriflora</i>	Putrajivaceae	-
<i>Ehretia tinifolia</i>	Boraginaceaea	-
<i>Elaeodendron trichotomum</i>	Celastraceae	-
<i>Erythroxylum areolatum</i>	Erythroxylaceae	-
<i>Erythroxylum confusum</i>	Erythroxylaceae	-
<i>Erythroxylum rotundifolium</i>	Erythroxylaceae	-
<i>Eugenia acapulcensis</i>	Myrtaceae	-
<i>Eugenia axillaris</i>	Myrtaceae	-
<i>Eugenia buxifolia</i>	Myrtaceae	-
<i>Eugenia capuli</i>	Myrtaceae	-
<i>Eugenia yucatanensis</i>	Myrtaceae	-
<i>Forchhammeria trifoliata</i>	Brassicaceae	-
<i>Gliricidia maculata</i>	Fabaceae	-
<i>Guettarda combsii</i>	Rubiaceae	-
<i>Guettarda elliptica</i>	Rubiaceae	-
<i>Guettarda gaumeri</i>	Rubiaceae	-
<i>Guettarda sp.</i>	Rubiaceae	-
<i>Gymnanthes lucida</i>	Euphorbiaceae	-
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Polygonaceae	-
<i>Hampea trilobata</i>	Malvaceae	-
<i>Havardia albicans</i>	Fabaceae	-
<i>Helicteres baruensis</i>	Malvaceae	-
<i>Hintonia sp.</i>	Rubiaceae	-
<i>Hippocratea excelsa</i>	Celastraceae	-
<i>Hybanthus yucatanensis</i>	Violaceae	-
<i>Hyperbaena winzerlingii</i>	Menispermaceae	-
<i>Jacquinia sp</i>	Teophrastaceae	-
<i>Jatropha gaumeri</i>	Euphorbiaceae	-
<i>Krugiodendron ferreum</i>	Rhamnaceae	-
<i>Laetia thamnia</i>	Salicaceae	-
<i>Lasianthaea fruticosa</i>	Asteraceae	-
<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>	Fabaceae	-
<i>Lonchocarpus longistylus</i>	Fabaceae	-
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Fabaceae	-
<i>Lonchocarpus xuul</i>	Fabaceae	-
<i>Lonchocarpus yucatanensis</i>	Fabaceae	-
<i>Luehea speciosa</i>	Malvaceae	-
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Fabaceae	-
<i>Malmea depressa</i>	Annonaceae	-
<i>Malpighia glabra</i>	Malpighiaceae	-
<i>Manilkara zapota</i>	Sapotaceae	-
<i>Melicoccus floresii</i>	Sapindaceae	-
<i>Melicoccus oliviformis</i>	Sapindaceae	-
<i>Metopium brownei</i>	Anacardiaceae	-
<i>Mimosa bahamensis</i>	Fabaceae	-
<i>Nectandra coriacea</i>	Lauraceae	-
<i>Nectandra salicifolia</i>	Lauraceae	-
<i>Neea choriophylla</i>	Nyctaginaceae	-

NOMBRE CIENTÍFICO	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Neomillspaughia emarginata</i>	Polygonaceae	-
<i>Oreopanax capitatus</i>	Apiaceae	-
<i>Piscidia piscipula</i>	Fabaceae	-
<i>Pisonia aculeta</i>	Nyctaginaceae	-
<i>Pithecellobium dulce</i>	Fabaceae	-
<i>Pithecellobium lanceolatum</i>	Fabaceae	-
<i>Platymiscium yucatanum</i>	Fabaceae	-
<i>Pouteria campechiana</i>	Sapotaceae	-
<i>Pouteria sp.</i>	Sapotaceae	-
<i>Pseudobombax ellipticum</i>	Malvaceae	-
<i>Psidium sartorianum</i>	Myrtaceae	-
<i>Psidium sp.</i>	Myrtaceae	-
<i>Psychotria microdon</i>	Rubiaceae	-
<i>Randia aculeata</i>	Rubiaceae	-
<i>Randia longiloba</i>	Rubiaceae	-
<i>Rourea glabra</i>	Connaraceae	-
<i>Sabal japa</i>	Arecaceae	-
<i>Sapranthus campechianus</i>	Annonaceae	-
<i>Sideroxylon celastrinum</i>	Sapotaceae	-
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	Sapotaceae	-
<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	Sapotaceae	-
<i>Sideroxylon salicifolium</i>	Sapotaceae	-
<i>Simarouba glauca</i>	Simaroubaceae	-
<i>Spondias bombin</i>	Anacardiaceae	-
<i>Swartzia cubensis</i>	Fabaceae	-
<i>Thouinia paucidentata</i>	Sapindaceae	-
<i>Tournefortia sp.</i>	Boraginaceae	-
<i>Trichilia glabra</i>	Meliaceae	-
<i>Vitex gaumeri</i>	Lamiaceae	-
<i>Ximenia americana</i>	Olacaceae	-
<i>Zuelania guidonia</i>	Salicaceae	-

➤ *Descripción dasométrica*

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

**Tabla 22.** Relación de individuos por especie y por estrato analizado.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA ( $Nha^{-1}$ )
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>				
<i>Annona squamosa</i>	Chirimolla	Annonaceae	3	25.00
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	Burseraceae	7	58.33
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	Malvaceae	1	8.33
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	4	33.33
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Parota	Fabaceae	1	8.33

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha <sup>-1</sup> )
<i>Eugenia capuli</i>	Arrayán	Myrtaceae	1	8.33
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guázuma	Malvaceae	1	8.33
<i>Jacaratia mexicana</i>	Bonote	Caricaceae	2	16.67
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje dormilón	Fabaceae	5	41.67
<i>Platymiscium yucatenum</i>	Granadillo	Fabaceae	6	50.00
<i>Randia longiloba</i>	Cruceta	Rubiaceae	5	41.67
<i>Vitex gaumeri</i>	Yaáxník	Verbenaceae	2	16.67
<b>TOTAL</b>			<b>38</b>	<b>316.67</b>
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>				
<i>Annona squamosa</i>	Chirimolla	Annonaceae	4	100.00
<i>Bonellia macrocarpa</i>	Amole	Primulaceae	1	25.00
<i>Bromelia kataras</i>	Aguama	Bromeliaceae	1	25.00
<i>Chiococca alba</i>	Aretito	Rubiaceae	2	50.00
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guázuma	Malvaceae	2	50.00
<i>Lasiacis divaticata</i>	Carrillo	Poaceae	3	75.00
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje dormilón	Fabaceae	2	50.00
<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo	Petiveriaceae	15	375.00
<i>Pisonia aculeata</i>	Uña de gato	Nyctaginaceae	2	50.00
<i>Randia longiloba</i>	Cruceta	Rubiaceae	2	50.00
<i>Rhabdadenia biflora</i>	Bejuco	Apocynaceae	2	50.00
<i>Senna alata</i>	Mazorquilla	Fabaceae	3	75.00
<i>Simarouba amara</i>	Aceituno	Simaroubaceae	1	25.00
<i>Solanum quitoense</i>	Kampocolché	Solanaceae	1	25.00
<i>Viguiera dentata</i>	Chamiso	Asteraceae	4	100.00
<b>TOTAL</b>			<b>45</b>	<b>1,125.00</b>
<b>ESTRATO HERBÁCEO</b>				
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Fabaceae	1	2500
<i>Desmodium rotundifolium</i>	Pegatina	Fabaceae	2	5000
<i>Gonolobus barbatus</i>	Talayote	Apocynaceae	4	10000
<i>Leucaena leucocephala</i>	Huaje dormilón	Fabaceae	3	7500
<i>Malvaviscus arboreus</i>	Altea	Malvaceae	8	20000
<i>Maranta arundinacea</i>	Azafrán	Marantaceae	1	2500
<i>Oplismenus burmannii</i>	Pastillo	Poaceae	30	75000
<i>Panicum maximum</i>	Zacate guinea	Poaceae	14	35000
<i>Rhabdadenia biflora</i>	Flor de San Juan	Apocynaceae	6	15000
<i>Ruellia nudiflora</i>	Hierba de la calentura	Acanthaceae	3	7500
<b>TOTAL</b>			<b>72</b>	<b>180,000.00</b>
<b>ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR</b>				
<i>Aechmea bracteata</i>	Gallina	Bromeliaceae	5	125.00
<i>Dolichandra unguis-cati</i>	Bejuco de cachorra	Bignoniaceae	5	125.00
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	Jícama	Fabaceae	7	175.00
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	Gallito	Bromeliaceae	10	250.00
<b>TOTAL</b>			<b>27</b>	<b>675.00</b>

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 multitaneeo muy sesgada hacia el lado izquierdo de la gráfica, en donde la mayoría de los individuos se encuentran en clases diamétricas menores, y conforme aumentan las clases, disminuye la abundancia. Asimismo, se identificó que dentro de las clases intermedias no hay presencia de individuos,

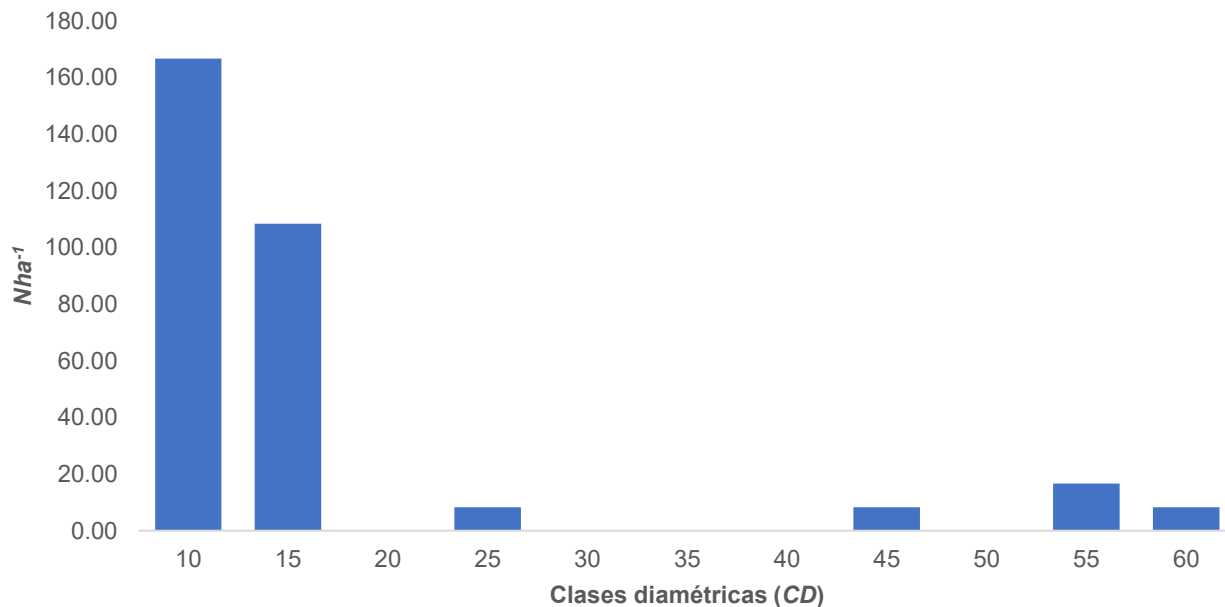


inferiendo así que la dinámica de reclutamiento de esta comunidad funciona con base en la apertura de claros, situación frecuente dentro de este SAR.

**Tabla 23.** 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	166.67	0.16	1.309	6.37
15	13.00	108.33	0.23	1.914	8.22
20	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
25	1.00	8.33	0.05	0.409	7.50
30	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
35	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
45	1.00	8.33	0.16	1.325	12.80
50	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
55	2.00	16.67	0.48	3.960	14.75
60	1.00	8.33	0.28	2.356	11.40
<b>TOTAL</b>	<b>38.00</b>	<b>316.67</b>	<b>1.35</b>	<b>11.274</b>	<b>7.78</b>

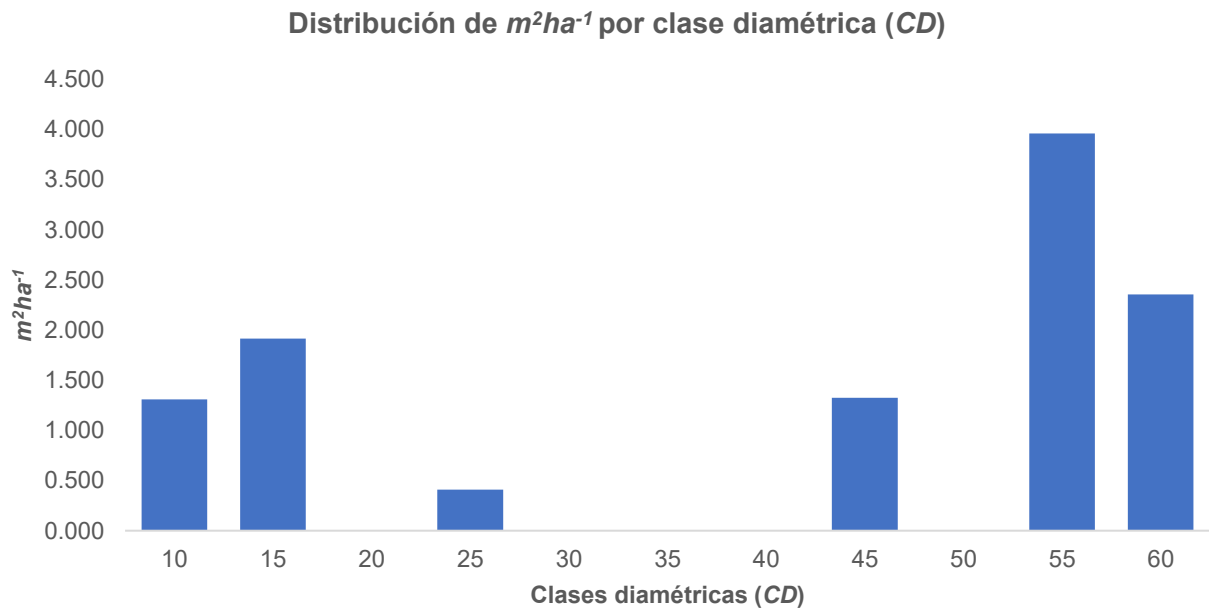
**Distribución de  $Nha^{-1}$  por clases diamétricas (CD)**



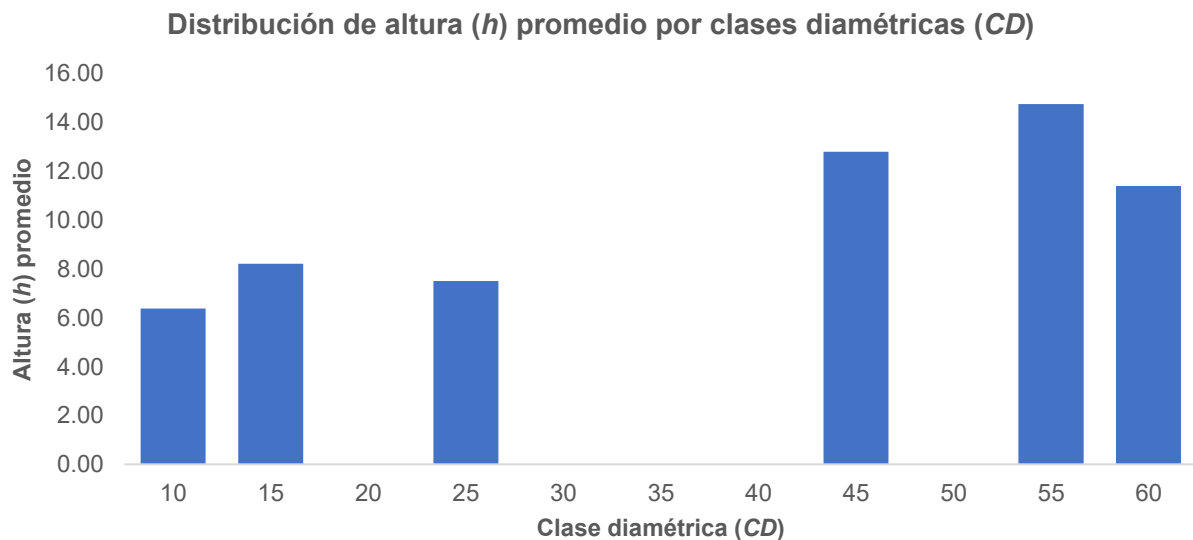
**Figura 37.** Distribución de clases diamétricas por  $Nha^{-1}$  dentro de la comunidad forestal.

Por otra parte, se observó que el comportamiento de la distribución del área basal por clases diamétricas se concentró en su mayoría en ambos lados extremos de la gráfica, por lo que este valor se encuentra acumulado por las clases inferiores por su gran cantidad de

individuos, y en los pocos individuos de las clases superiores, los cuales presentan grandes dimensiones. 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 38.** Distribución de clases diamétricas por  $m^2ha^{-1}$  dentro de la comunidad forestal.



**Figura 39.** 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 24.** Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
Riqueza S	12	15	10	4
Nº de individuos	316.67	1,125.00	180,000.00	675.00
Índice de equidad Shannon-Wiener $H'$	2.267	2.326	1.778	1.342
$H'_{MAX}$	2.485	2.708	2.303	1.386
Índice de dominancia Simpson $\lambda$	0.881	0.850	0.762	0.727
Índice de equitatividad $J'$	0.912	0.859	0.772	0.968

Por otra parte, se observó que el estrato epífita y trepador no se encuentra muy consolidado, lo cual puede deberse a que se da mantenimiento a la vegetación aledaña al proyecto analizado. No obstante, también se observó que presentó una mayor equitatividad respecto a la diversidad esperada contrastada con la observada en campo.

➤ 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 *Bursera simaruba* (18.42%) y *Platymiscium yucatanum* (15.79%), en tanto que la mayor dominancia la presentó *Cenostigma gaumeri* (27.09%) y *Ceiba pentandra* junto con *Enterolobium cyclocarpum* (17.53% cada una). La frecuencia de todas las especies fue muy similar en todas las especies presentes. En ese sentido, las especies que presentaron la mayor importancia ecológica dentro de esta selva fueron *C. gaumeri* (IVI de 49.38), *P. yucatanum* (IVI de 44.36) y *B. simaruba* (IVI de 37.14). Es notable que, a pesar de que algunas especies se posicionaron con valores de *IVI* más altos que sobre otras, sus valores no se encuentran muy por debajo que éstas primeras, por se encuentran muy entrelazadas y no es tan marcada la dominancia entre ellas, teniendo pesos ecológicos similares.

**Tabla 25.** IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Cenostigma gaumeri</i>	33.333	10.53	3.060	27.09	2.000	11.76	49.38
<i>Platymiscium yucatanum</i>	50.000	15.79	1.898	16.80	2.000	11.76	44.36
<i>Bursera simaruba</i>	58.333	18.42	0.785	6.95	2.000	11.76	37.14

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Leucaena leucocephala</i>	41.667	13.16	0.327	3.00	2.000	11.76	27.92
<i>Randia longiloba</i>	41.667	13.16	0.327	3.00	2.000	11.76	27.92
<i>Ceiba pentandra</i>	8.333	2.63	1.980	17.53	1.000	5.88	26.04
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	8.333	2.63	1.980	17.53	1.000	5.88	26.04
<i>Annona squamosa</i>	25.000	7.89	0.360	3.19	1.000	5.88	16.96
<i>Jacaratia mexicana</i>	16.667	5.26	0.213	1.88	1.000	5.88	13.03
<i>Vitex gaumeri</i>	16.667	5.26	0.131	1.16	1.000	5.88	12.30
Resto de especies	16.667	5.26	0.21	1.88	2.00	11.76	18.91
<b>Totales</b>	<b>316.667</b>	<b>100.00</b>	<b>11.274</b>	<b>100.20</b>	<b>17.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.20</b>

Índice de valor de importancia (IVI)

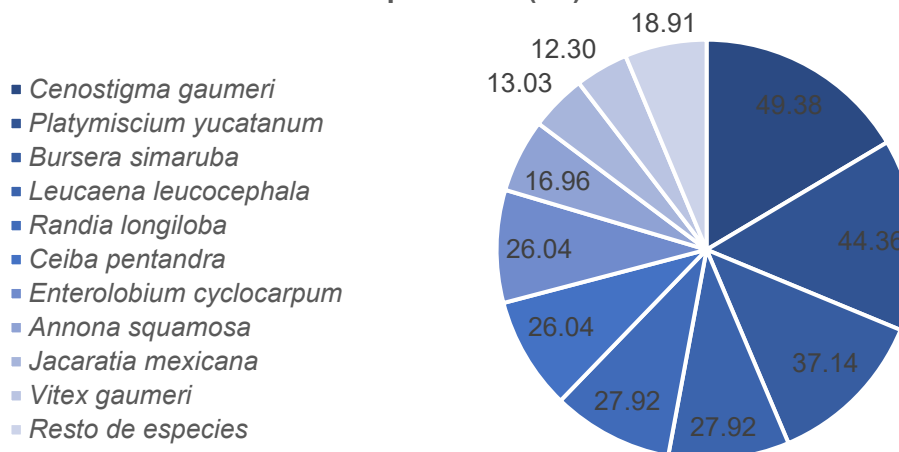


Figura 40. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Dentro del estrato arbustivo, fue notable que *Petiveria alliacea* (33.33%) se posicionó como la especie más abundante, seguida de *Viguiera dentata* (8.89%). En contraste, otro grupo de especies fueron las que presentaron la mayor dominancia tales como *Guazuma ulmifolia* (30.99%), *Simarouba amara* (18.89%) y *Annona squamosa* (14.93%). Al igual que en el caso del estrato arbóreo, la taxa se presentó con la misma frecuencia dentro de la comunidad. Por ello, y siguiendo los patrones anteriores, *P. alliacea* se posicionó como la especie con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad (IVI de 47.13), seguida de *G. ulmifolia* (IVI de 41.68) y *A. squamosa* (IVI de 30.06). Al igual que en el caso del estrato arbóreo, en este la distribución de los valores de IVI fueron muy equitativos, por lo que todas las especies presentan un peso ecológico similar.

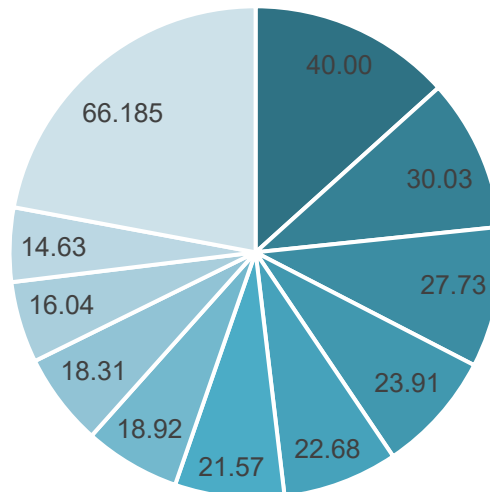
Tabla 26. IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.



Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Petiveria alliacea</i>	375.000	33.33	70.588	7.55	1.000	6.25	47.13
<i>Guazuma ulmifolia</i>	50.000	4.44	289.812	30.99	1.000	6.25	41.68
<i>Annona squamosa</i>	100.000	8.89	139.605	14.93	1.000	6.25	30.06
<i>Simarouba amara</i>	25.000	2.22	176.715	18.89	1.000	6.25	27.37
<i>Leucaena leucocephala</i>	50.000	4.44	100.924	10.79	1.000	6.25	21.48
<i>Lasiacis divaticata</i>	75.000	6.67	17.671	1.89	2.000	12.50	21.06
<i>Viguiera dentata</i>	100.000	8.89	32.839	3.51	1.000	6.25	18.65
<i>Randia longiloba</i>	50.000	4.44	44.424	4.75	1.000	6.25	15.44
<i>Senna alata</i>	75.000	6.67	19.831	2.12	1.000	6.25	15.04
<i>Pisonia aculeata</i>	50.000	4.44	8.050	0.86	1.000	6.25	11.56
Resto de especies	175.000	15.556	34.852	3.726	5.000	31.250	50.532
<b>Totales</b>	<b>1125.000</b>	<b>100.00</b>	<b>935.311</b>	<b>100.00</b>	<b>16.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

### Índice de valor de importancia (IVI)

- *Gymnopodium floribundum*
- *Piscidia piscipula*
- *Havardia albicans*
- *Chiococca alba*
- *Bromelia kataras*
- *Petiveria alliacea*
- *Machaonia lindeniana*
- *Lysiloma latisiliquum*
- *Neea psychotrioides*
- *Lantana horrida*
- Resto de especies



**Figura 41.** 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 *Panicum maximum* con un IVI de 95.50, relegando a otras especies como *Oplismenus burmannii* (IVI de 55.60) y *Malvaviscus arboreus* (IVI de 25.31). En este caso, fue muy evidente que este pasto fue el más representativo dentro de la comunidad, mientras que otras especies presentaron valores muy por debajo que éste.

**Tabla 27.** IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Panicum maximum</i>	35000.000	19.44	9896.017	66.06	1.000	10.00	95.50
<i>Oplismenus burmannii</i>	75000.000	41.67	589.049	3.93	1.000	10.00	55.60
<i>Malvaviscus arboreus</i>	20000.000	11.11	628.319	4.19	1.000	10.00	25.31
<i>Rhabdadenia biflora</i>	15000.000	8.33	471.239	3.15	1.000	10.00	21.48
<i>Maranta arundinacea</i>	25000.000	1.39	1256.637	8.39	1.000	10.00	19.78
<i>Ruellia nudiflora</i>	7500.000	4.17	530.144	3.54	1.000	10.00	17.71
<i>Gonolobus barbatus</i>	10000.000	5.56	314.159	2.10	1.000	10.00	17.65
<i>Bauhinia divaricata</i>	2500.000	1.39	706.858	4.72	1.000	10.00	16.11
<i>Leucaena leucocephala</i>	7500.000	4.17	235.619	1.57	1.000	10.00	15.74
<i>Desmodium rotundifolium</i>	5000.000	2.78	353.429	2.36	1.000	10.00	15.14
<b>Totales</b>	<b>180000.000</b>	<b>100.00</b>	<b>14981.470</b>	<b>100.00</b>	<b>10.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

Índice de valor de importancia (IVI)

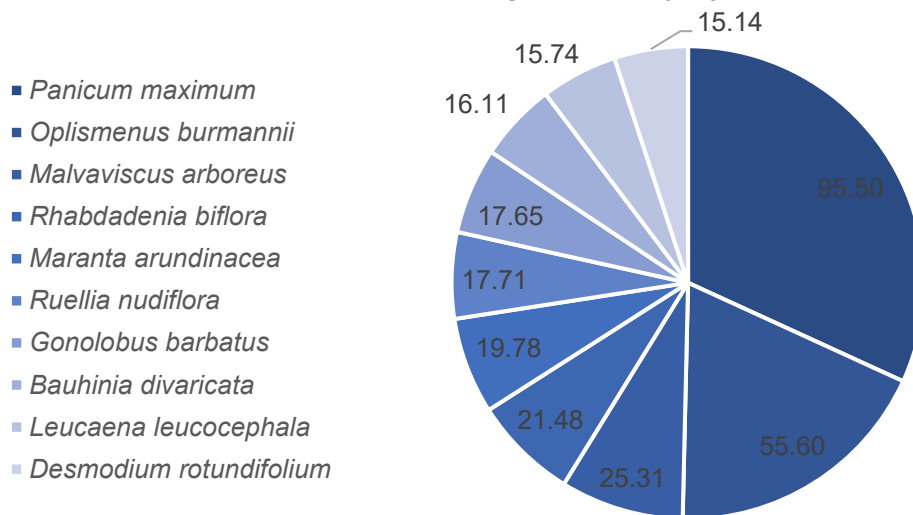


Figura 42. IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

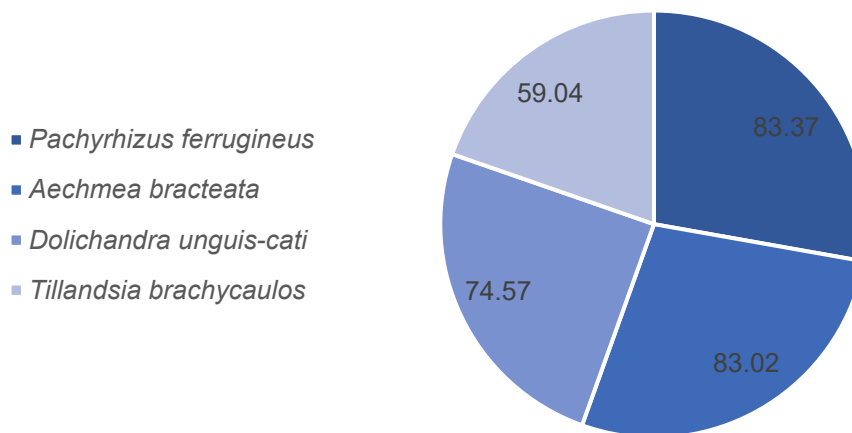
Dentro del estrato epífita y trepador se identificó que *Pachyrhizus ferrugineus* como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 83.37, en tanto que *Aechmea bracteata* obtuvo un valor muy similar (IVI de 83.02). No obstante, entres especies, sus valores no difirieron mucho entre sí.

Tabla 28. IVI de las especies presentes dentro del estrato epífita y trepador.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	175.000	25.93	153.938	17.45	2.000	40.00	83.37

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Aechmea bracteata</i>	125.000	18.52	392.699	44.50	1.000	20.00	83.02
<i>Dolichandra unguis-cati</i>	125.000	18.52	318.086	36.05	1.000	20.00	74.57
<i>Tillandsia brachycaulos</i>	250.000	37.04	17.671	2.00	1.000	20.00	59.04
<b>Totales</b>	<b>675.000</b>	<b>100.00</b>	<b>882.395</b>	<b>100.00</b>	<b>5.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

### Índice de valor de importancia (IVI)



**Figura 43.** IVI de las especies presentes dentro del estrato epífita y trepador.

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

#### ➤ Caracterización de la Selva Mediana Subcaducifolia (SMS)

#### Descripción a nivel comunidad

Dentro de esta selva se determinaron cuatro estratos muy bien definidos: arbóreo (6 spp.), arbustivo (18 spp.), herbáceo (9 spp.) y epífita-trepador (6 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, tal como se indica en apartados anteriores.

Dentro del estrato arbóreo se registraron individuos con alturas máximas de hasta 13.20 m de altura y DN alcanzaron los 44.56 cm; en tanto que el valor promedio para la altura fue de 8.88 m y para el DN fue de 16.51 cm.

**Tabla 29.** Rangos de valores para la altura (h) y el diámetro normal (DN).

PARÁMETRO	PROMEDIO	MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
<b>Altura (h)</b>	8.88	2.40	13.20	10.20
<b>Diámetro normal (DN)</b>	16.51	7.51	44.56	9.55

Las especies que conformaron el estrato superior fueron el chukum (*Havardia albicans*), el barbasco (*Piscidia piscipula*) y el chaká (*Cenostigma gaumeri*). La densidad por hectárea fue de 425.00  $Nha^{-1}$  y el área basal fue de 11.126  $m^2ha^{-1}$ .

El estrato arbustivo fue el más abundante y desarrollado dentro de los sitios de muestreo; se determinaron individuos con alturas entre 0.5 m y 7.5 m de altura, donde los elementos más característicos fueron la pata de venado (*Gymnopodium floribundum*), el barbasco (*Piscidia piscipula*) y el chukum (*Havardia albicans*). Este estrato registró una densidad de 1,875.00  $Nha^{-1}$  y una cobertura de copa de 887.891  $m^2ha^{-1}$ .

En el estrato herbáceo fue común la aparición del carrillo (*Lasiacis divaricata*), la majagua (*Hampea triloba*) y el palillo (*Croton humilis*), con una densidad de 212,500.00  $Nha^{-1}$  y con una cobertura de copa de 71,635.38  $m^2ha^{-1}$ , mientras que en el estrato epífita-trepador la jícama (*Pachyrhizus ferrugineus*), el barbasqueño (*Dioscorea floribunda*) y el barbasquillo (*Dioscorea cyanisticta*) fueron los elementos más característicos.



**Figura 44.** Vista general de la Selva Mediana Subcaducifolia (SMS) dentro del AP.

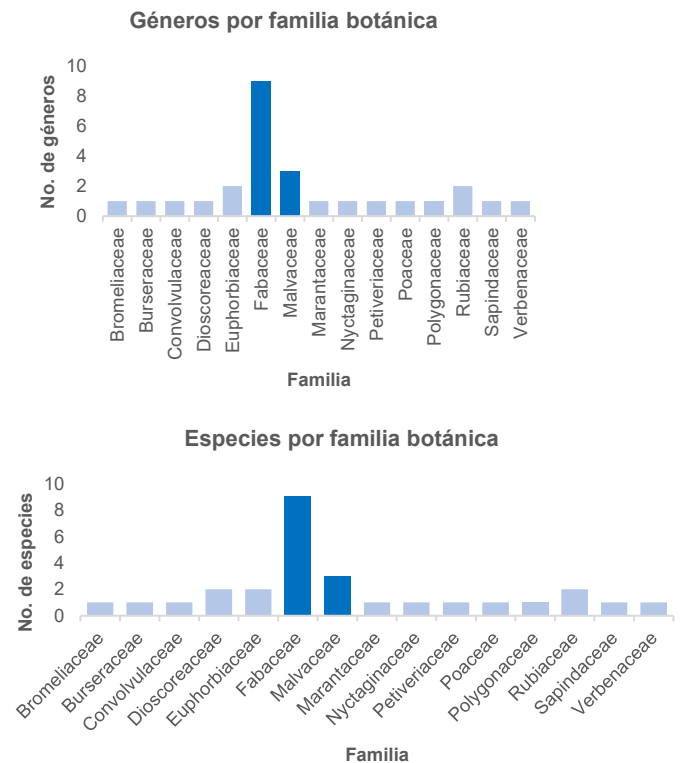
#### Descripción florística

Se registraron 28 especies repartidas en 27 géneros y 15 familias botánicas, de las cuales Fabaceae (9 spp.), Malvaceae (3 spp.) y tanto Dioscoreaceae, Euphorbiaceae y Rubiaceae (2 spp. cada una) 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 30.** Relación de nivel taxonómico por familia botánica.

FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Bromeliaceae	1	1
Burseraceae	1	1
Convolvulaceae	1	1
Dioscoreaceae	1	2
Euphorbiaceae	2	2
Fabaceae	9	9
Malvaceae	3	3
Marantaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Poaceae	1	1
Polygonaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Sapindaceae	1	1
Verbenaceae	1	1
<b>15 familias</b>	<b>27</b>	<b>28</b>



**Figura 45.** 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 epífita y trepador fue el menos rico.

**Tabla 31.** Número de especies por estrato analizado.

ESTRATO	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Epífita y trepador
<b>Riqueza (S)</b>	6	18	9	6

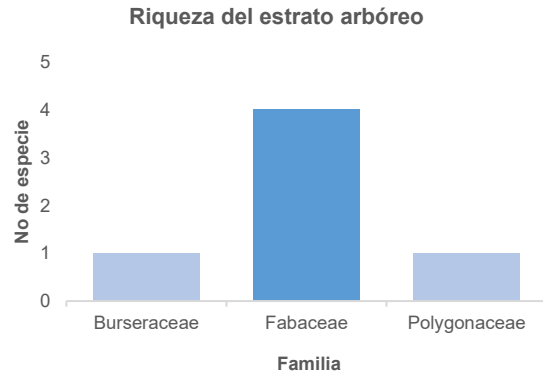
Dentro del estrato arbóreo se registraron 6 especies dentro de 6 géneros y 3 familias botánicas, siendo Fabaceae la que acumuló la mayor cantidad de especies. Una situación similar se presentó dentro del estrato arbustivo, en donde esta misma familia botánica acumuló la mayor cantidad de especies, seguida de Rubiaceae. Para el caso del estrato



herbáceo, fue Malvaceae la mejor representada, mientras que en el epífita y trepador se encontró que Dioscoreaceae albergó la mayor cantidad de especies.

**Tabla 32.** Riqueza del estrato arbóreo.

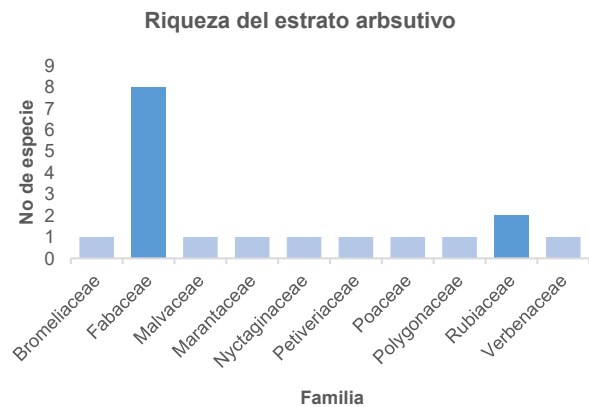
ARBÓREO		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Burseraceae	1	1
Fabaceae	4	4
Polygonaceae	1	1
<b>3 familias</b>	<b>6</b>	<b>6</b>



**Tabla 33.** Riqueza del estrato arbustivo.

ARBUSTIVO		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Bromeliaceae	1	1
Fabaceae	8	8
Malvaceae	1	1
Marantaceae	1	1
Nyctaginaceae	1	1
Petiveriaceae	1	1
Poaceae	1	1
Polygonaceae	1	1
Rubiaceae	2	2
Verbenaceae	1	1
<b>10 familias</b>	<b>18</b>	<b>18</b>

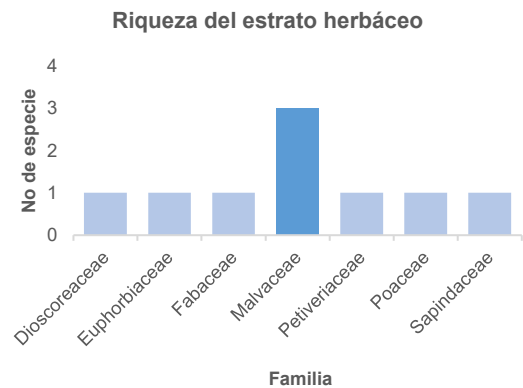
**Figura 46.** Especies dentro del estrato arbóreo.



**Figura 47.** Especies dentro estrato arbustivo.

**Tabla 34.** Riqueza del estrato herbáceo.

HERBÁCEO		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Dioscoreaceae	1	1
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	1	1
Malvaceae	3	3
Petiveriaceae	1	1
Poaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
<b>7 familias</b>	<b>9</b>	<b>9</b>

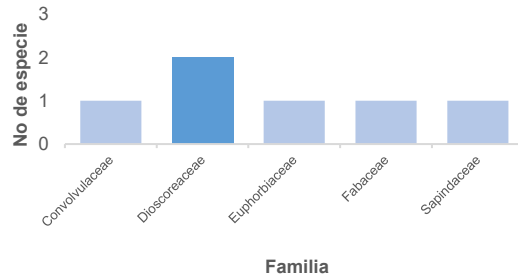


**Figura 48.** Especies dentro del estrato herbáceo.

**Tabla 35.** Riqueza del estrato epífita y trepador.

EPÍFITO Y TREPADOR		
FAMILIA	GÉNEROS	ESPECIES
Convolvulaceae	1	1
Dioscoreaceae	2	2
Euphorbiaceae	1	1
Fabaceae	1	1
Sapindaceae	1	1
<b>5 familias</b>	<b>6</b>	<b>6</b>

Riqueza del estrato epífita y trepador



**Figura 49.** Especies dentro del estrato epífita y trepador.

Finalmente, se presenta el listado de las especies registradas durante las actividades de muestreo, de las cuales ninguna se encuentra enlistada dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 36.** Listado de especies presentes dentro de la SMS.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Fabaceae	
<i>Bromelia kataras</i>	Aguama	Bromeliaceae	
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	Burseraceae	
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Bejuco trenadora	Sapindaceae	
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	
<i>Chiococca alba</i>	Aretito	Rubiaceae	
<i>Croton humilis</i>	Palillo	Euphorbiaceae	
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	Barbasquillo	Dioscoreaceae	
<i>Dioscorea floribunda</i>	Barbasqueño	Dioscoreaceae	
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Pata de venado	Polygonaceae	
<i>Hampea triloba</i>	Majagua	Malvaceae	
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Fabaceae	
<i>Herissantia crispa</i>	Hierba de campo	Malvaceae	
<i>Ipomoea heterodoxa</i>	Gloria de la mañana	Convolvulaceae	
<i>Lantana horrida</i>	Cinco negritos	Verbenaceae	
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carrillo	Poaceae	
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata buey	Fabaceae	
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Fabaceae	

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚM	FAMILIA	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Machaonia lindeniana</i>	Kampocolché	Rubiaceae	
<i>Maranta arundinacea</i>	Azafrán	Marantaceae	
<i>Neea psychotrioides</i>	Palo pozole	Nyctaginaceae	
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	Jicama	Fabaceae	
<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo	Petiveriaceae	
<i>Piscidia piscipula</i>	Barbasco	Fabaceae	
<i>Senna racemosa</i>	Retama peninsular	Fabaceae	
<i>Tragia yucatecensis</i>	Trajia	Euphorbiaceae	
<i>Vachellia cornigera</i>	Cornezuelo	Fabaceae	
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	Malvaceae	

### Descripción dasométrica

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

**Tabla 37.** Relación de individuos por especie y por estrato analizado.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha <sup>-1</sup> )
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>				
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	Burseraceae	8	66.67
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	14	116.67
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Pata de venado	Polygonaceae	7	58.33
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Fabaceae	8	66.67
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Fabaceae	9	75.00
<i>Piscidia piscipula</i>	Barbasco	Fabaceae	5	41.67
<b>TOTAL</b>			<b>51</b>	<b>425.00</b>
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>				
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Fabaceae	1	25.00
<i>Bromelia kataras</i>	Aguama	Bromeliaceae	3	75.00
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	1	25.00
<i>Chiococca alba</i>	Aretito	Rubiaceae	7	175.00
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Pata de venado	Polygonaceae	8	200.00
<i>Hampea triloba</i>	Majagua	Malvaceae	2	50.00
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Fabaceae	10	250.00
<i>Lantana horrida</i>	Cinco negritos	Verbenaceae	2	50.00
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carrillo	Poaceae	1	25.00
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata buey	Fabaceae	2	50.00
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Fabaceae	4	100.00
<i>Machaonia lindeniana</i>	Kampocolché	Rubiaceae	5	125.00
<i>Maranta arundinacea</i>	Azafrán	Marantaceae	1	25.00
<i>Neea psychotrioides</i>	Palo pozole	Nyctaginaceae	7	175.00
<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo	Petiveriaceae	8	200.00
<i>Piscidia piscipula</i>	Barbasco	Fabaceae	9	225.00
<i>Senna racemosa</i>	Retama peninsular	Fabaceae	1	25.00
<i>Vachellia cornigera</i>	Cornezuelo	Fabaceae	3	75.00
<b>TOTAL</b>			<b>75</b>	<b>1,875.00</b>

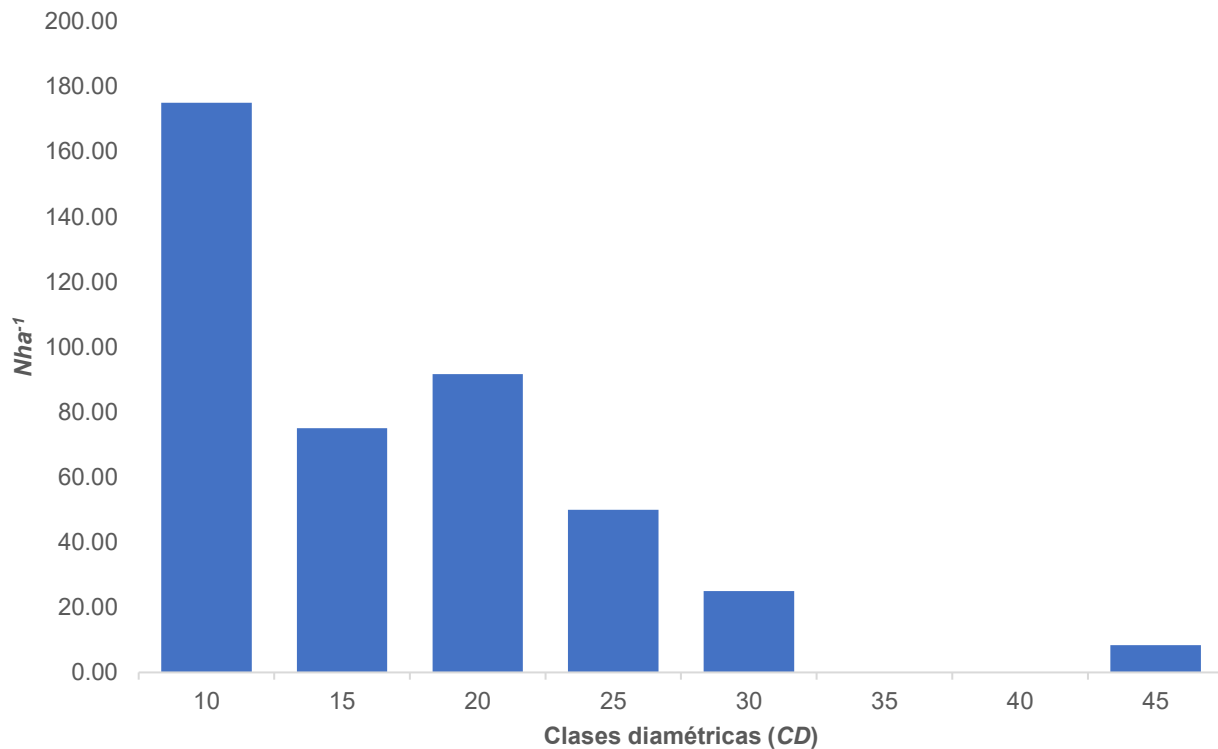
NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha <sup>-1</sup> )
<b>ESTRATO HERBÁCEO</b>				
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Bejuco trenadora	Sapindaceae	3	7500
<i>Croton humilis</i>	Palillo	Euphorbiaceae	5	12500
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	Barbasquillo	Dioscoreaceae	1	2500
<i>Hampea triloba</i>	Majagua	Malvaceae	38	95000
<i>Herissantia crispa</i>	Hierba de campo	Malvaceae	2	5000
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carrillo	Poaceae	27	67500
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata buey	Fabaceae	4	10000
<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo	Petiveriaceae	4	10000
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	Malvaceae	1	2500
<b>TOTAL</b>			<b>85</b>	<b>212,500.00</b>
<b>ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR</b>				
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Bejuco trenadora	Sapindaceae	9	225.00
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	Barbasquillo	Dioscoreaceae	10	250.00
<i>Dioscorea floribunda</i>	Barbasqueño	Dioscoreaceae	15	375.00
<i>Ipomoea heterodoxa</i>	Gloria de la mañana	Convolvulaceae	9	225.00
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	Jícama	Fabaceae	22	550.00
<i>Tragia yucateensis</i>	Trajia	Euphorbiaceae	4	100.00
<b>TOTAL</b>			<b>69</b>	<b>1,725.00</b>

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 multitemeal, en donde la mayoría de los individuos se encuentran en clases diamétricas menores, y conforme aumentan las clases, disminuye la abundancia. Esta situación es común dentro de las selvas debido a que muchas de las especies regeneran por la apertura de pequeños claros, ya sean naturales o antrópicos, y se desarrollan bajo un dosel bien establecido.

**Tabla 38.** Distribución de clases diamétricas dentro del estrato arbóreo.

CLASE DIAMÉTRICA (CD)	CANTIDAD INDIVIDUOS	INDIVIDUOS POR HECTÁREA (Nha <sup>-1</sup> )	ÁREA BASAL (m <sup>2</sup> )	ÁREA BASAL POR HECTÁREA (m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup> )	ALTURA PROMEDIO (m <sup>2</sup> )
10	21.00	175.00	0.16	1.374	7.65
15	9.00	75.00	0.16	1.325	7.58
20	11.00	91.67	0.35	2.880	10.72
25	6.00	50.00	0.29	2.454	9.80
30	3.00	25.00	0.21	1.767	10.98
35	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
40	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00
45	1.00	8.33	0.16	1.325	12.80
<b>TOTAL</b>	<b>51.00</b>	<b>425.00</b>	<b>1.34</b>	<b>11.126</b>	<b>8.88</b>

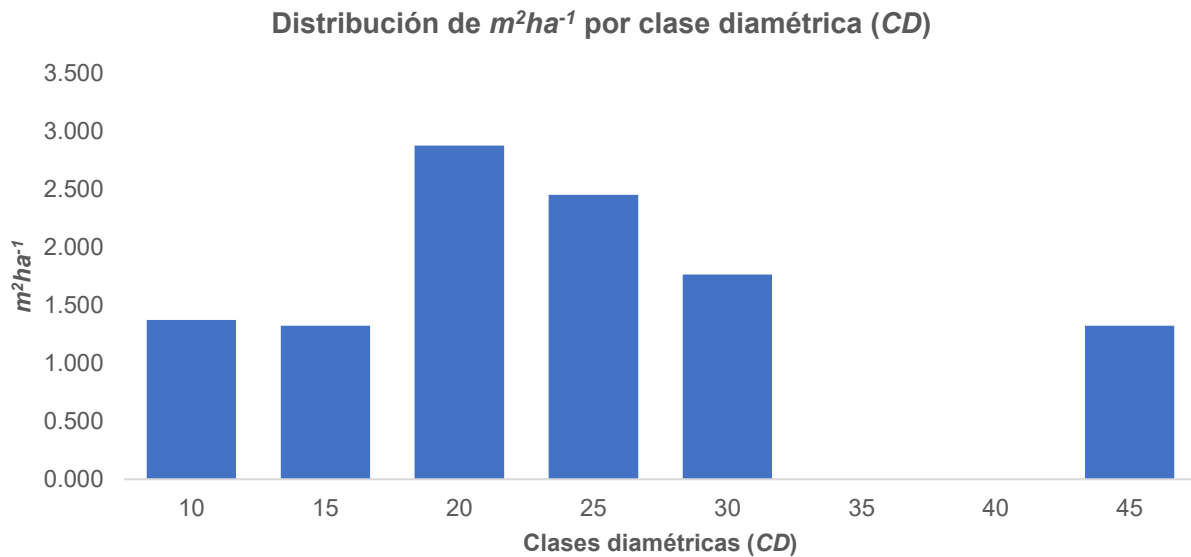
### Distribución de $Nha^{-1}$ por clase diamétrica ( $CD$ )



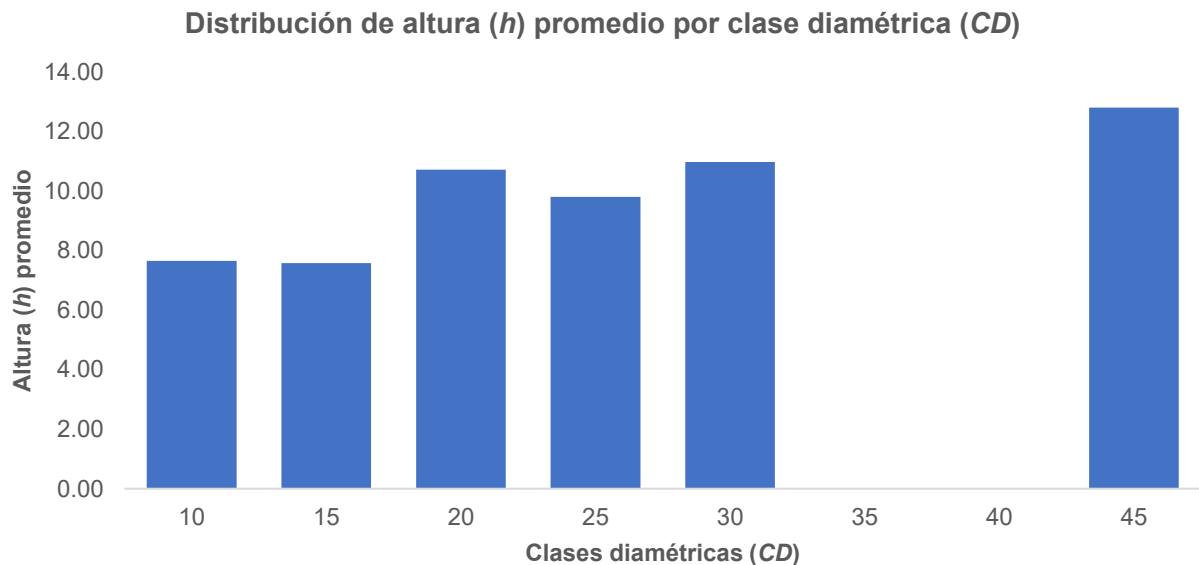
**Figura 50.** Distribución de clases diamétricas por  $Nha^{-1}$  dentro de la comunidad forestal.

Por otra parte, se observó que el comportamiento de la distribución del área basal por clases diamétricas se concentró principalmente en las  $CD$  medias (20 y 25), 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 51.** Distribución de clases diamétricas por  $m^2ha^{-1}$  dentro de la comunidad forestal.



**Figura 52.** 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 39.** Relación de los resultados de riqueza y diversidad por estrato analizado.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD				
ESTRATO	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
Riqueza S	6	18	9	6
Nº de individuos	425.00	1,875.00	212,500.00	1,725.00
Índice de equidad Shannon-Wiener $H'$	1.742	<b>2.615</b>	1.498	1.673
$H'_{MAX}$	1.792	<b>2.890</b>	2.197	1.792
Índice de dominancia Simpson $\lambda$	0.816	<b>0.914</b>	0.689	0.793
Índice de equitatividad $J'$	<b>0.972</b>	0.905	0.678	<b>0.933</b>

Por otra parte, se observó que el estrato epífita y trepador no se encuentra muy consolidado, lo cual puede deberse a que se da mantenimiento a la vegetación aledaña al proyecto analizado.

#### Descripción de la importancia ecológica

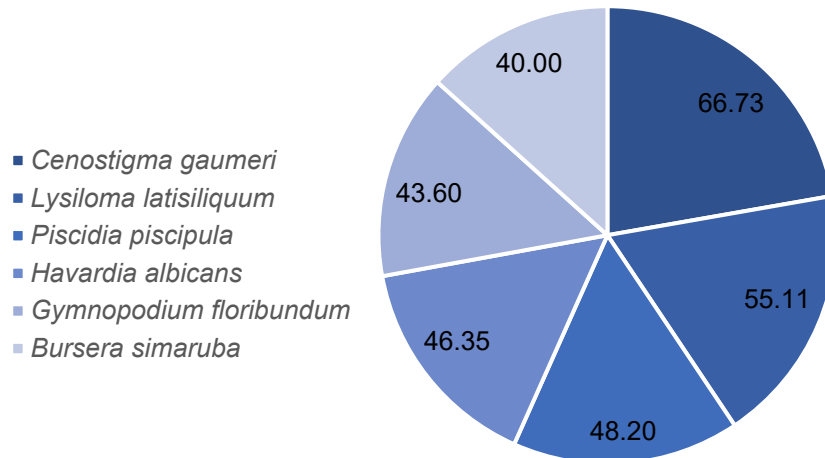
A continuación, se presentan los resultados obtenidos al aplicar el *Índice de valor de importancia (IVI)* dentro de esta comunidad forestal dentro de sus diferentes estratos.

Dentro del estrato arbóreo, se identificó que las especies más abundantes fueron *Cenostigma gaumeri* (27.45%) y *Lysiloma latisiliquum* (17.65%), situación que también se vio reflejada en cuanto la dominancia, donde estas dos especies también acumularon el mayor porcentaje de área basal (24.85% para *L. latisiliquum* y 20.44% para *C. gaumeri*). Por otro lado, la especie que ocurrió de manera más frecuente fue *Bursera simaruba* (25.00%) apareciendo en todos los sitios de muestreo. En ese sentido, las especies que presentaron la mayor importancia ecológica dentro de esta selva fueron *C. gaumeri* (IVI de 66.73), *L. latisiliquum* (IVI de 55.11) y *Piscidia piscipula* (IVI de 48.20). Es notable que, a pesar de que algunas especies se posicionaron con valores de *IVI* más altos que sobre otras, sus valores no se encuentran muy por debajo que éstas primeras, por se encuentran muy entrelazadas y no es tan marcada la dominancia entre ellas, teniendo pesos ecológicos similares.

**Tabla 40.** IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Cenostigma gaumeri</i>	116.667	27.45	2.323	20.44	3.000	18.75	66.73
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	75.000	17.65	2.765	24.85	2.000	12.50	55.11
<i>Piscidia piscipula</i>	41.667	9.80	2.176	19.56	3.000	18.75	48.20
<i>Havardia albicans</i>	66.667	15.69	2.013	18.09	2.000	12.50	46.35
<i>Gymnopodium floribundum</i>	58.333	13.73	0.540	4.85	4.000	25.00	43.60
<i>Bursera simaruba</i>	66.667	15.69	1.309	11.76	2.000	12.50	40.00
<b>Totales</b>	<b>425.000</b>	<b>100.00</b>	<b>11.126</b>	<b>100.00</b>	<b>16.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

### Índice de valor de importancia (IVI)



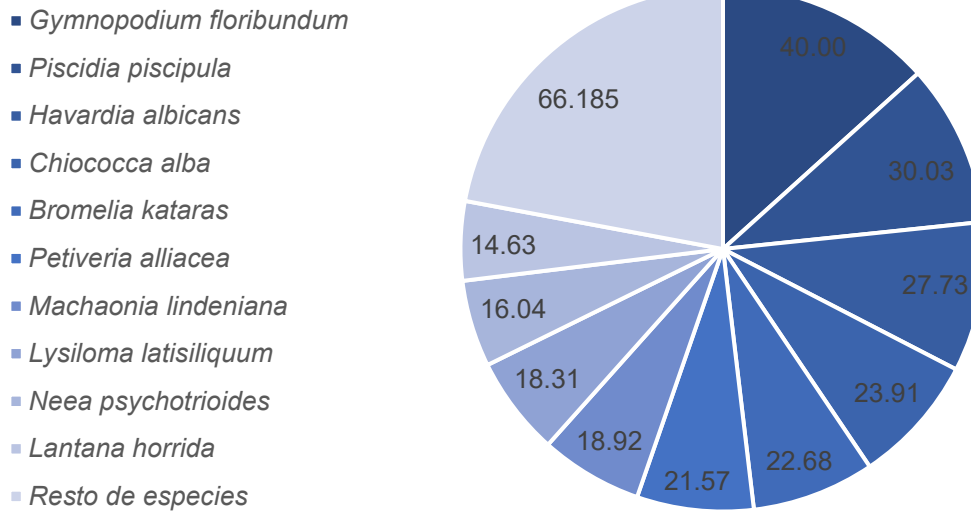
**Figura 53.** IVI de las especies presentes dentro del estrato arbóreo.

Dentro del estrato arbustivo, fue notable que *Havardia albicans* fue la especie más abundante (13.33%), y seguida de *Piscidia piscipula* y *Petiveria alliacea* aportando el 12.00% y 10.67%. En el caso de la dominancia, *Gymnopodium floribundum* presentó la mayor área basal (17.80%), mientras que *H. albicans* y *Piscidia piscipula* aportaron el 10.55 y el 10.33%, respectivamente. Las especies más frecuentes en este estrato fueron *G. floribundum* y *Bromelia kataras* aportando cada una el 11.45% de las ocurrencias. Por ello, y siguiendo los patrones anteriores, *G. floribundum* se posicionó como la especie con mayor importancia ecológica dentro de la comunidad (IVI de 40.00), seguida de *P. piscipula* (IVI de 30.03) y *H. albicans* (IVI de 27.73). Al igual que en el caso del estrato arbóreo, en este la distribución de los valores de IVI fueron muy equitativos, por lo que todas las especies presentan un peso ecológico similar.

**Tabla 41.** IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Gymnopodium floribundum</i>	200.000	10.67	158.012	17.80	3.000	11.54	40.00
<i>Piscidia piscipula</i>	225.000	12.00	91.744	10.33	2.000	7.69	30.03
<i>Havardia albicans</i>	250.000	13.33	93.659	10.55	1.000	3.85	27.73
<i>Chiococca alba</i>	175.000	9.33	61.163	6.89	2.000	7.69	23.91
<i>Bromelia kataras</i>	75.000	4.00	63.421	7.14	3.000	11.54	22.68
<i>Petiveria alliacea</i>	200.000	10.67	62.636	7.05	1.000	3.85	21.57
<i>Machaonia lindeniana</i>	125.000	6.67	74.660	8.41	1.000	3.85	18.92
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	100.000	5.33	46.928	5.29	2.000	7.69	18.31
<i>Neea psychotrioides</i>	175.000	9.33	25.378	2.86	1.000	3.85	16.04
<i>Lantana horrida</i>	50.000	2.67	37.895	4.27	2.000	7.69	14.63
Resto de especies	300.000	16.000	172.395	19.416	8.000	30.769	66.185
<b>Totales</b>	<b>1875.000</b>	<b>100.00</b>	<b>887.891</b>	<b>100.00</b>	<b>26.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>

### Índice de valor de importancia (IVI)

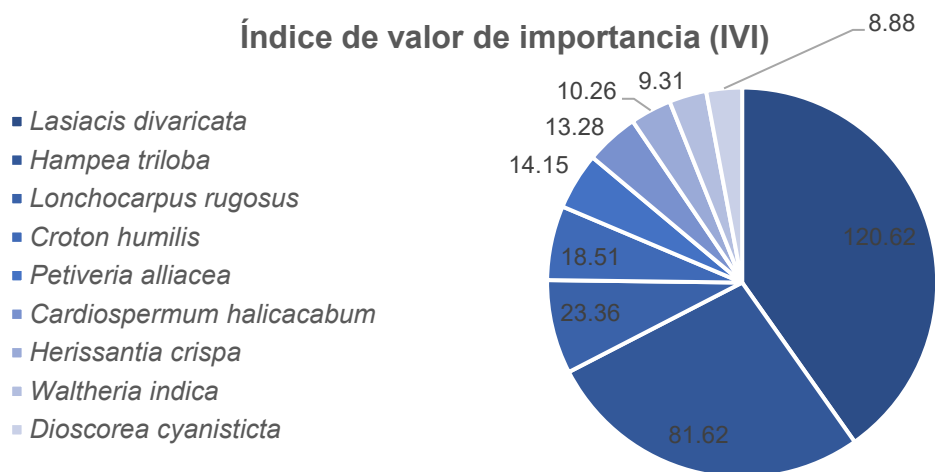


**Figura 54.** IVI de las especies presentes dentro del estrato arbustivo.

Para el caso del estrato herbáceo, se identificó que las especies que presentaron los valores más altos de acuerdo con este índice fueron *Lasiacis divaricata* con un IVI de 120.62, relegando a otras especies como *Hampea triloba* (IVI de 81.62) y *Lonchocarpus rugosus* (IVI de 23.36). En este caso, fue muy evidente que este pasto fue el más representativo dentro de la comunidad, mientras que otras especies presentaron valores muy por debajo que éste.

**Tabla 42.** IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Lasiacis divaricata</i>	67500.000	<b>31.76</b>	47123.890	<b>65.78</b>	3.000	<b>23.08</b>	<b>120.62</b>
<i>Hampea triloba</i>	95000.000	<b>44.71</b>	9915.652	<b>13.84</b>	3.000	<b>23.08</b>	<b>81.62</b>
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	10000.000	4.71	7853.982	<b>10.96</b>	1.000	7.69	<b>23.36</b>
<i>Croton humilis</i>	12500.000	<b>5.88</b>	3534.292	4.93	1.000	7.69	18.51
<i>Petiveria alliacea</i>	10000.000	4.71	1256.637	1.75	1.000	7.69	14.15
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	7500.000	3.53	1472.622	2.06	1.000	7.69	13.28
<i>Herissantia crispa</i>	5000.000	2.35	157.080	0.22	1.000	7.69	10.26
<i>Waltheria indica</i>	2500.000	1.18	314.159	0.44	1.000	7.69	9.31
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	2500.000	1.18	7.069	0.01	1.000	7.69	8.88
<b>Totales</b>	<b>212500.000</b>	<b>100.00</b>	<b>71635.381</b>	<b>100.00</b>	<b>13.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>



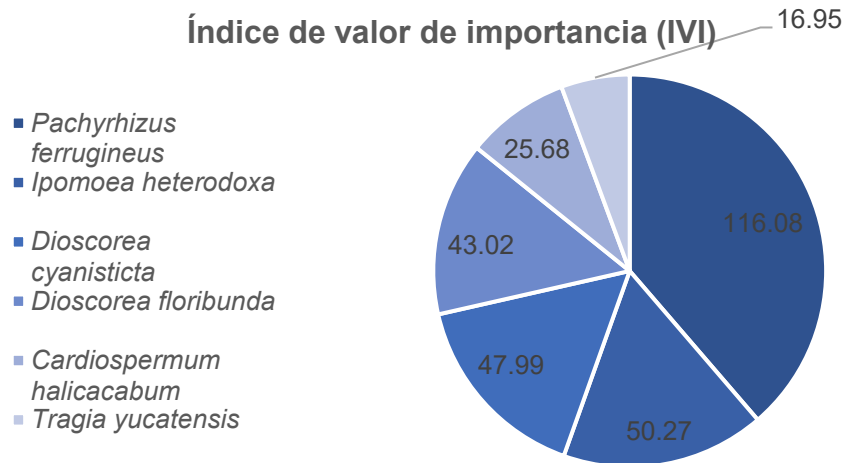
**Figura 55.** IVI de las especies presentes dentro del estrato herbáceo.

Dentro del estrato epífita y trepador se identificó que *Pachyrhizus ferrugineus* como la especie más importante dentro de este estrato, acumulando un valor de IVI de 116.08, seguida de especies como *Ipomoea heterodoxa* (IVI de 50.27) y *Dioscorea cyanisticta* (IVI de 47.99).



**Tabla 43.** IVI de las especies presentes dentro del estrato epífita y trepador.

Índice de Valor de Importancia (IVI)							
Especie	Abundancia absoluta	Abundancia relativa	Dominancia absoluta	Dominancia relativa	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	IVI
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	550.000	31.88	1148.252	61.97	2.000	22.22	116.08
<i>Ipomoea heterodoxa</i>	375.000	13.04	188.496	15.01	2.000	22.22	50.27
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	225.000	14.49	278.031	11.28	2.000	22.22	47.99
<i>Dioscorea floribunda</i>	250.000	21.74	208.955	10.17	1.000	11.11	43.02
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	225.000	13.04	28.274	1.53	1.000	11.11	25.68
<i>Tragia yucateensis</i>	100.000	5.80	0.785	0.04	1.000	11.11	16.95
<b>Totales</b>	<b>1725.000</b>	<b>100.00</b>	<b>1852.794</b>	<b>100.00</b>	<b>9.000</b>	<b>100.00</b>	<b>300.00</b>



**Figura 56.** IVI de las especies presentes dentro del estrato epífita 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 mayor cantidad de especies en los estratos superiores, mientras que en el herbáceo y epífita-trepador el AP acumuló una mayor cantidad de especies.

**Tabla 44.** Comparación del número de especies por estrato entro SAR y AP.

ESTRATOS	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
<b>SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)</b>	12	15	10	4
<b>ÁREA DE PROYECTO (AP)</b>	6	18	9	5

En tanto, dentro del SAR se distribuyeron individuos arbóreos con valores dasométricos mayores a los que se registraron dentro del AP en cuanto a *DN* y altura (*h*) promedio se refiere. Asimismo, los valores máximos.

**Tabla 45.** Comparación de valores dasométricos respecto al SAR y AP.

ÁREA	VALORES DASOMÉTRICOS	PROMEDIO	PARÁMETROS		
			MÍNIMO	MÁXIMO	MODA
<b>SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)</b>	<b>Altura (h)</b>	7.78	3.50	15.00	7.50
	<b>Diámetro normal (DN)</b>	16.74	7.64	62.07	14.96
<b>ÁREA DE PROYECTO (AP)</b>	<b>Altura (h)</b>	8.88	2.40	13.20	10.20
	<b>Diámetro normal (DN)</b>	16.51	7.51	44.56	9.55

En contraste a lo expuesto con anterioridad, 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 se encuentra en constante perturbación por la acción antrópica aledaña.

**Tabla 46.** Comparación de valores dasométricos por estrato respecto al SAR y AP.

ÁREA	VALOR DASOMÉTRICO	ESTRATO			
		ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
<b>SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)</b>	<b>Nha<sup>-1</sup></b>	316.67	1,125.00	180,000.00	675.00
	<b>m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup></b>	11.274	935.311	14,981.470	882.395
<b>ÁREA DE PROYECTO (AP)</b>	<b>Nha<sup>-1</sup></b>	425.00	1,875.00	212,500	1,725.00
	<b>m<sup>2</sup>ha<sup>-1</sup></b>	11.126	887.891	71,635.38	1,852.794

#### Comparación florística

Al comparar la riqueza de los grupos taxonómicos evaluados fue evidente que dentro del SAR 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 9 spp.), respectivamente. Asimismo, se presentó un juego de familias que no ocurrieron entre SAR y AP como fue el caso de Acanthaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Caricaceae, entre otras.

**Tabla 47.** Comparación de flora a nivel estrato entre SAR y AP.

ESTRATO	Arbóreo	Arbustivo	Herbáceo	Epífita y trepador
<b>SAR</b>	12	15	10	4
<b>AP</b>	6	18	9	6

**Tabla 48.** Comparación de flora entre SAR y AP.

FAMILIA BOTÁNICA	ÁREA			
	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)		ÁREA DE PROYECTO (AP)	
<b>Acanthaceae</b>	1	1	0	0
<b>Annonaceae</b>	1	1	0	0
<b>Apocynaceae</b>	2	2	0	0
<b>Asteraceae</b>	1	1	0	0
<b>Bignoniaceae</b>	1	1	0	0
<b>Bromeliaceae</b>	3	3	1	1
<b>Burseraceae</b>	1	1	1	1
<b>Caricaceae</b>	1	1	0	0
<b>Convolvulaceae</b>	0	0	1	1
<b>Dioscoreaceae</b>	0	0	1	2
<b>Euphorbiaceae</b>	0	0	2	2
<b>Fabaceae</b>	8	8	9	9
<b>Malvaceae</b>	3	3	3	3
<b>Marantaceae</b>	1	1	1	1
<b>Myrtaceae</b>	1	1	0	0
<b>Nyctaginaceae</b>	1	1	1	1
<b>Petiveriaceae</b>	1	1	1	1
<b>Poaceae</b>	3	3	1	1
<b>Polygonaceae</b>	0	0	1	1
<b>Primulaceae</b>	1	1	0	0
<b>Rubiaceae</b>	2	2	2	2
<b>Sapindaceae</b>	0	0	1	1
<b>Simaroubaceae</b>	1	1	0	0
<b>Solanaceae</b>	1	1	0	0
<b>Verbenaceae</b>	1	1	1	1
<b>TOTAL</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>35</b>	<b>35</b>

La mayor diversidad que presentó el SAR fue debido principalmente a que esta área presenta un mejor grado de conservación respecto a la vegetación que presenta el AP, ya que este último presenta una mayor perturbación antrópica.

#### *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 típica de las selvas tropicales en las que las especies presentan una mayor tolerancia a la sombra, desarrollándose de manera adecuada. No obstante, en la figura 35 se observa que en el SAR la mayor cantidad de individuos se encuentra acumulada en las clases diamétricas bajas, dejando un espacio entre las intermedias y aportando ejemplares en las clases altas, alcanzando hasta la CD 60 cm, en tanto que la comunidad del AP, presentó una mejor distribución de sus elementos entre dichas clases, aunque no presentó individuos con CD mayores a 50 cm, indicador de esta selva se encuentra en un proceso del paso de un latizal

a fustal, pero que la perturbación constante por parte de la carretera no permite ese paso estructural.

### Comparación de $Nha^{-1}$ entre SAR y AP

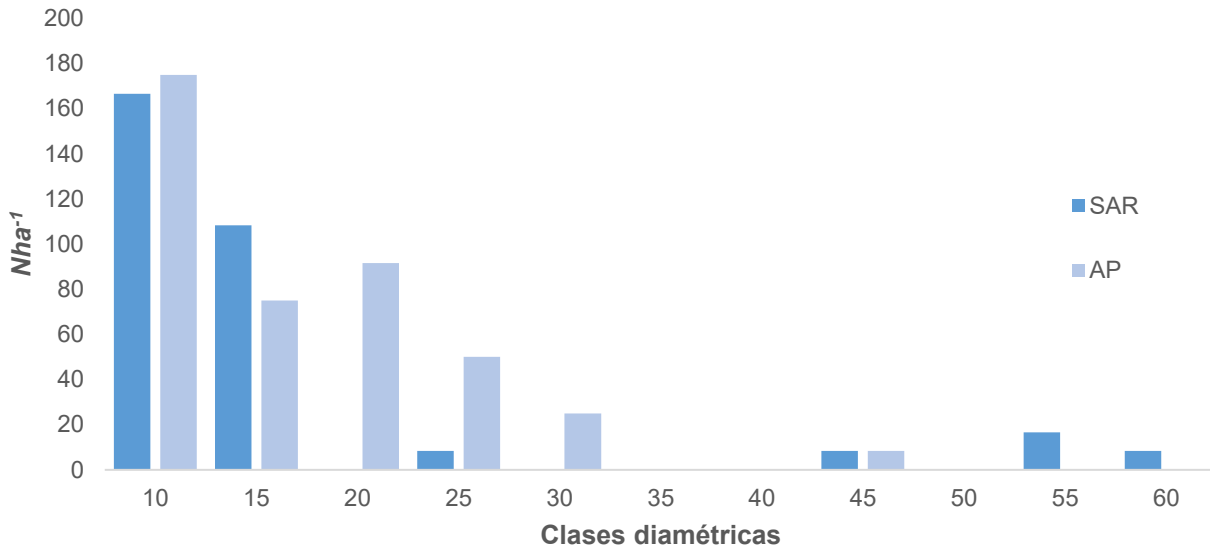


Figura 57. Comparación de  $Nha^{-1}$  entre SAR y AP.

Por otra parte, se identificó que dentro del SAR la acumulación de área basal se agrupó en las clases diamétricas superiores, en donde se encuentra más del 50% de este valor, mientras que esta situación fue contraria para el AP, ya que las clases diamétricas inferiores concentraron la mayor cantidad de este valor dasométrico.

### Comparación de $m^2ha^{-1}$ entre SAR y AP

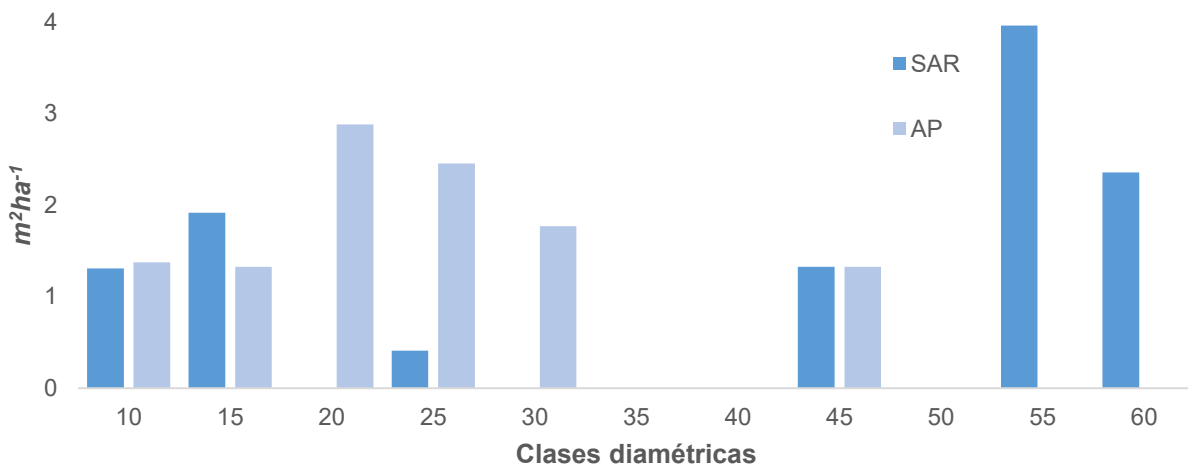


Figura 58. Comparación de  $m^2ha^{-1}$  entre SAR y AP.

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 altos 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.

### Comparación de altura (*h*) promedio entre *SAR* y *AP*

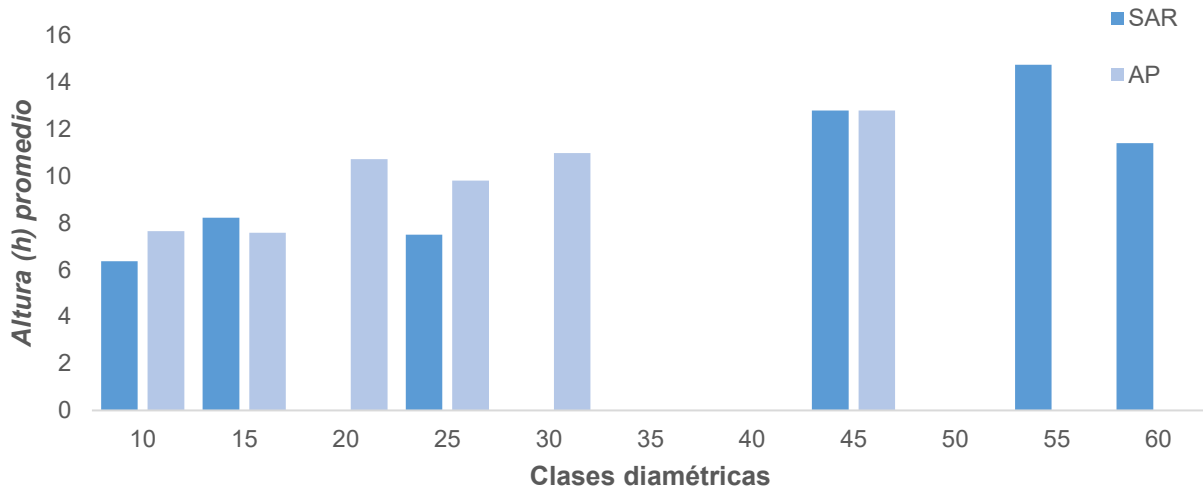


Figura 59. Comparación de altura (*h*) promedio entre *SAR* y *AP*.

### 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 diversidad del estrato arbustivo 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, lo cual también se refleja en la alta diversidad del estrato epífita y trepador dentro de esta zona.

Tabla 49. Comparación de índices de diversidad entre *SAR* y *AP*.

ÍNDICES DE DIVERSIDAD	SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL ( <i>SAR</i> )				ÁREA DE PROYECTO ( <i>AP</i> )			
	ESTRATO ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR	ARBÓREO	ARBUSTIVO	HERBÁCEO	EPÍFITO Y TREPADOR
Riqueza <i>S</i>	12	15	10	4	6	18	9	6
N° de individuos	316.67	1,125.00	180,000.00	675.00	425.00	1,875.00	212,500.00	1,725.00
Índice de equidad Shannon-Wiener <i>H'</i>	2.267	2.326	1.778	1.386	1.742	2.615	1.498	1.673
<i>H' MAX</i>	2.485	2.708	2.303	1.386	1.792	2.89	2.197	1.792
Índice de dominancia Simpson <i>λ</i>	0.881	0.85	0.762	0.727	0.816	0.914	0.689	0.793
Índice de equitatividad <i>J'</i>	0.912	0.859	0.772	0.968	0.972	0.905	0.678	0.933

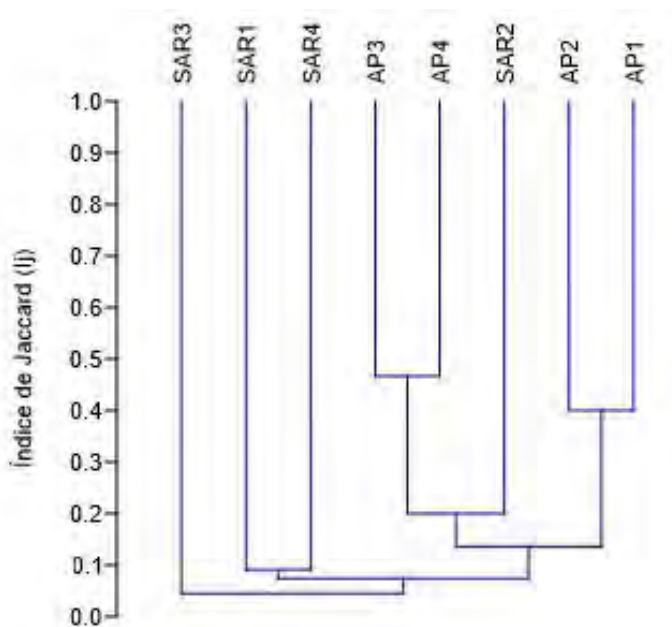


Por otro lado, el índice de Jaccard ( $I_j$ ) reflejó que la similitud de especies presentes dentro de las áreas analizadas se calculó una relación de 0.167 de especies compartidas, reflejando que no presentan una correlación florística alta, debido principalmente a la composición particular que presentaron los sitios de muestreo tanto dentro del SAR como en el AP, debido principalmente a 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 sitio 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 mucho mayor y la diversidad que albergo es mucho más grande que lo registrado para el *Área de Proyecto*.

**Tabla 50.** Comparación del índice de Jaccard ( $I_j$ ) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

$I_j$	AP1	AP2	AP3	AP4	SAR1	SAR2	SAR3	SAR4
<b>AP1</b>	1.000	<b>0.400</b>	0.211	0.105	0.042	0.043	0.000	0.000
<b>AP2</b>	----	1.000	<b>0.261</b>	0.125	0.107	0.071	0.048	0.080
<b>AP3</b>	----	----	1.000	<b>0.467</b>	0.083	<b>0.250</b>	0.063	0.100
<b>AP4</b>	----	----	----	1.000	0.091	0.150	0.071	0.111
<b>SAR1</b>	----	----	----	----	1.000	0.080	0.000	0.091
<b>SAR2</b>	----	----	----	----	----	1.000	0.059	0.045
<b>SAR3</b>	----	----	----	----	----	----	1.000	0.071
<b>SAR4</b>	----	----	----	----	----	----	----	1.000



**Figura 60.** Dendrograma con los resultados del índice de Jaccard ( $I_j$ ) 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 equidad dentro de la importancia ecológica ya que, a pesar de que algunas se posicionaron con valores más altos, no distaron mucho de las especies con un *IVI* menor. En ambos sitios se identificó que *Cenostigma gaumeri* fue elemento con mayor importancia ecológica dentro de este estrato, en tanto que para el *SAR* le siguieron *Platymiscium yucatanum* y *Bursera simaruba*, mientras que el *AP* fueron *Lysiloma latisiliquum* y *Piscidia piscipula*.

**Tabla 51.** 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
<i>Cenostigma gaumeri</i>	49.38	<i>Cenostigma gaumeri</i>	66.73
<i>Platymiscium yucatanum</i>	44.36	<i>Lysiloma latisiliquum</i>	55.11
<i>Bursera simaruba</i>	37.14	<i>Piscidia piscipula</i>	48.20

En el caso del estrato arbustivo, sí 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*. Es de destacar que, en el caso de ambos sitios, la taxa forma parte de la regeneración del estrato principal de esta selva.

**Tabla 52.** 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
<i>Petiveria alliacea</i>	47.13	<i>Gymnopodium floribundum</i>	66.73
<i>Guazuma ulmifolia</i>	41.68	<i>Piscidia piscipula</i>	55.11
<i>Annona squamosa</i>	30.06	<i>Havardia albicans</i>	48.20

Por otra parte, al comparar el estrato herbáceo de ambas áreas, se identificó que las poáceas presentaron la mayor importancia ecológica de ambas selvas, en tanto que otras especies que en un futuro funcionarían dentro del proceso de sucesión forestal fueron relegadas a posiciones menores.

**Tabla 53.** 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
<i>Panicum maximum</i>	95.50	<i>Lasiacis divaricata</i>	120.62
<i>Oplismenus burmannii</i>	55.60	<i>Hampea triloba</i>	81.62
<i>Malvaviscus arboreus</i>	25.31	<i>Lonchocarpus rugosus</i>	23.36

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

**Tabla 54.** Especies del estrato epífita y trepador con mayor *IVI* dentro del *SAR* y el *AP*.

SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL		ÁREA DE PROYECTO (AP)	
ESPECIE	IVI	ESPECIE	IVI
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	83.37	<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	116.08
<i>Aechmea bracteata</i>	83.02	<i>Ipomoea heterodoxa</i>	50.27
<i>Dolichandra unguis-cati</i>	74.57	<i>Dioscorea cyanisticta</i>	47.99

### Afectación a la vegetación

De acuerdo con las especificaciones técnicas del proyecto en las que se señala que el ancho promedio del camino actual corresponde a **5.80 m**, el ancho de las líneas de ceros del proyecto será de **9.00 m** y la longitud de afectación de vegetación será de **21.869 km**, se estima una afectación de vegetación en **6.998 ha**. Por ello, la afectación de la vegetación se representa en la siguiente tabla, tanto por especie como por estrato.

**Tabla 55.** Relación de vegetación afectada, tanto por especie como por estrato.

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE DE CAMPO	FAMILIA	No. INDIVIDUOS	EXTRAPOLACIÓN HECTÁREA (Nha <sup>-1</sup> )	AFECTACIÓN DE VEGETACIÓN
<b>ESTRATO ARBÓREO</b>					
<i>Bursera simaruba</i>	Chaká	Burseraceae	8	66.67	466.53
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	14	116.67	816.43
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Pata de venado	Polygonaceae	7	58.33	408.22
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Fabaceae	8	66.67	466.53
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Fabaceae	9	75.00	524.85
<i>Piscidia piscipula</i>	Barbasco	Fabaceae	5	41.67	291.58
<b>TOTAL</b>			<b>51</b>	<b>425.00</b>	<b>2,974.15</b>
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>					
<i>Bauhinia divaricata</i>	Pata de vaca	Fabaceae	1	25.00	174.95
<i>Bromelia kataras</i>	Aguama	Bromeliaceae	3	75.00	524.85
<i>Cenostigma gaumeri</i>	Kitam Che´	Fabaceae	1	25.00	174.95
<i>Chiococca alba</i>	Aretito	Rubiaceae	7	175.00	1224.65
<i>Gymnopodium floribundum</i>	Pata de venado	Polygonaceae	8	200.00	1399.6
<i>Hampea triloba</i>	Majagua	Malvaceae	2	50.00	349.9
<i>Havardia albicans</i>	Chukum	Fabaceae	10	250.00	1749.5
<i>Lantana horrida</i>	Cinco negritos	Verbenaceae	2	50.00	349.9
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carrillo	Poaceae	1	25.00	174.95
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata buey	Fabaceae	2	50.00	349.9
<i>Lysiloma latisiliquum</i>	Tsalam	Fabaceae	4	100.00	699.8
<i>Machaonia lindeniana</i>	Kampocolché	Rubiaceae	5	125.00	874.75
<i>Maranta arundinacea</i>	Azafrán	Marantaceae	1	25.00	174.95
<i>Neea psychotrioides</i>	Palo pozole	Nyctaginaceae	7	175.00	1224.65
<i>Petiveria alliacea</i>	Carrillo	Petiveriaceae	8	200.00	1399.6
<i>Piscidia piscipula</i>	Barbasco	Fabaceae	9	225.00	1574.55

<i>Senna racemosa</i>	Retama peninsular	Fabaceae	1	25.00	174.95
<i>Vachellia cornigera</i>	Cornezuelo	Fabaceae	3	75.00	524.85
<b>TOTAL</b>			<b>75</b>	<b>1,875.00</b>	<b>13,121.25</b>
<b>ESTRATO HERBÁCEO</b>					
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Bejuco trenadora	Sapindaceae	3	7500.00	<b>52484.57</b>
<i>Croton humilis</i>	Palillo	Euphorbiaceae	5	12500.00	<b>87474.28</b>
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	Barbasquillo	Dioscoreaceae	1	2500.00	<b>17494.86</b>
<i>Hampea triloba</i>	Majagua	Malvaceae	38	95000.00	<b>664804.56</b>
<i>Herissantia crispa</i>	Hierba de campo	Malvaceae	2	5000.00	<b>34989.71</b>
<i>Lasiacis divaricata</i>	Carrillo	Poaceae	27	67500.00	<b>472361.13</b>
<i>Lonchocarpus rugosus</i>	Mata buey	Fabaceae	4	10000.00	<b>69979.43</b>
<i>Petiveria alliacea</i>	Carricillo	Petiveriaceae	4	10000.00	<b>69979.43</b>
<i>Waltheria indica</i>	Tapacola	Malvaceae	1	2500.00	<b>17494.86</b>
<b>TOTAL</b>			<b>85</b>	<b>212500.00</b>	<b>1,487,062.83</b>
<b>ESTRATO EPÍFITO Y TREPADOR</b>					
<i>Cardiospermum halicacabum</i>	Bejuco trenadora	Sapindaceae	9	225.000	1574.55
<i>Dioscorea cyanisticta</i>	Barbasquillo	Dioscoreaceae	10	250.000	1749.50
<i>Dioscorea floribunda</i>	Barbasqueño	Dioscoreaceae	15	375.000	2624.25
<i>Ipomoea heterodoxa</i>	Gloria de la mañana	Convolvulaceae	9	225.000	1574.55
<i>Pachyrhizus ferrugineus</i>	Jícama	Fabaceae	22	550.000	3848.90
<i>Tragia yucateensis</i>	Trajá	Euphorbiaceae	4	100.000	699.80
<b>TOTAL</b>			<b>69</b>	<b>1,725.00</b>	<b>12,071.55</b>

No obstante, al tratarse de vegetación que se encuentra en un estado sucesional secundario, la remoción de esta **NO COMPROMETE** a las comunidades presentes dentro del SAR. Sin embargo, se ejecutará el *Programa de Rescate y Reubicación de Flora Silvestre* con el fin de rescatar a aquellas especies e individuos que, una vez reubicadas, coadyuven al mejoramiento del ecosistema afectado.

## Conclusiones

Como se mencionó a lo largo de la descripción de la vegetación tanto del SAR como del AP, los ecosistemas forestales que imperan dentro de ambas zonas se encuentran en un estado secundario debido principalmente a las actividades entrópicas que se llevan a cabo, así como el historial de cambios de uso de suelo que se ha realizado desde el establecimiento de los poblados aledaños. Asimismo, la vegetación que se encuentra involucrada con las actividades de este proyecto se encuentra en un estado estructural y de composición de peor calidad que el establecido dentro del SAR, por lo que la ejecución del mismo no representa un peligro para los ecosistemas del *Sistema Ambiental Regional*

### V.2.2.2 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 Yucatán

Los principales grupos que se estudian a nivel proyecto carretero corresponden a anfibios, aves, mamíferos y reptiles, los cuales se desarrollan a continuación:

A nivel peninsular, el estado de Yucatán es donde se han efectuado el menor número de estudios referentes al grupo. A partir de la información disponible en artículos, reportes de investigación, trabajos de tesis y en los mapas de distribución que ofrecen los trabajos clásicos de Lee (1996; 2000) y Cambell (1998) sobre la herpetofauna de la Península de Yucatán, se ha podido reconocer para el estado un total de 18 especies de anfibios representadas en 2 órdenes, 7 familias y 13 géneros. Bajo esa misma línea de estudios se han determinado 87 especies de reptiles en el estado, resguardando 2 cocodrilos, 5 tortugas marinas, 7 tortugas terrestres o acuáticas, 6 gekkonidos, 20 lagartijas y 47 serpientes.

MacKinnon (2005) realizó una compilación de la información referente a las aves de la península y ofrece una lista de 543 especies, a partir de la información proveniente tanto de publicaciones científicas, como de observaciones de naturalistas y aficionados a las contemplaciones de aves. A partir de esta compilación se procedió a seleccionar aquellas especies reportadas para Yucatán, encontrándose un total de 444 especies, mientras que el Departamento de Zoología del Campus de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Yucatán se incorporó a esta lista información generada en los últimos años, con lo que se incrementa a 456 la lista de especies del estado, las cuales se encuentran incluidas en 22 órdenes, 68 familias y 275 especies.

Para el caso de los mamíferos, dentro del estado de Yucatán se tienen determinadas 89 especies repartidas en 12 órdenes, 30 familias y 74 géneros, siendo los quirópteros el grupo más diverso.

### **Metodología de trabajo**

#### Trabajo de gabinete

Con la finalidad de realizar la caracterización de la fauna dentro de este estudio 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 Durán R. y M. Méndez (2010).

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 *DDV* 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.

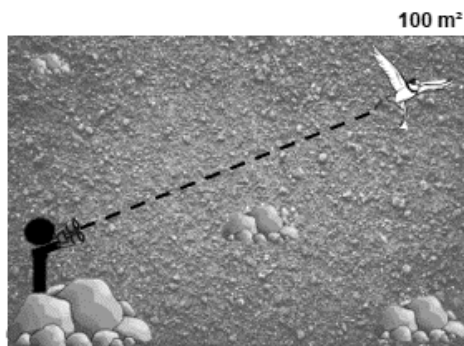
#### ➤ *Forma y superficie de los sitios de muestreo*

Para la caracterización de la fauna, se emplearon los mismos sitios de muestreo establecidos para la vegetación: de *transectos de Gentry* con una superficie de 100 m<sup>2</sup> (20 m de largo y 5 m de ancho) 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. 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 AP. Atendiendo lo anterior, se caracterizaron los siguientes grupos faunísticos:

#### ➤ *Aves*

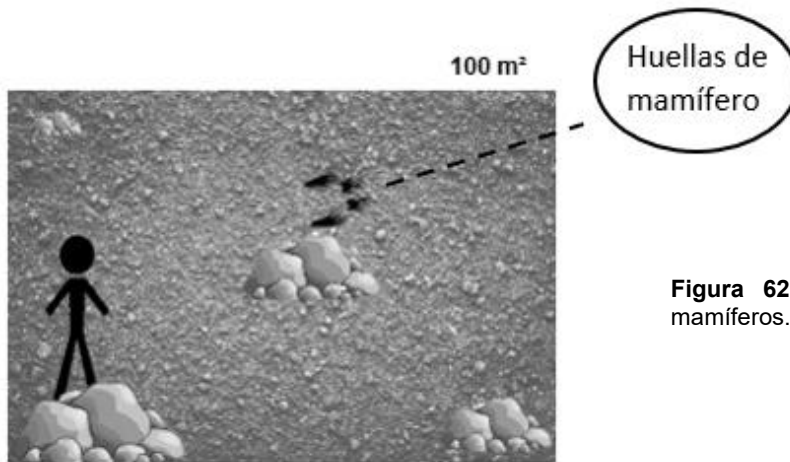
Para el registro de este grupo, se realizaron 2 conteos de 1 h al día: el primero a las 07:00 y el segundo a las 18:00 h, lapsos en los que las aves presentan mayor actividad. se emplearon binoculares *Vortex 10x42* y *Range finder (Simmons)*. Asimismo, se registraron los árboles o sitios susceptibles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



**Figura 61.** 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.



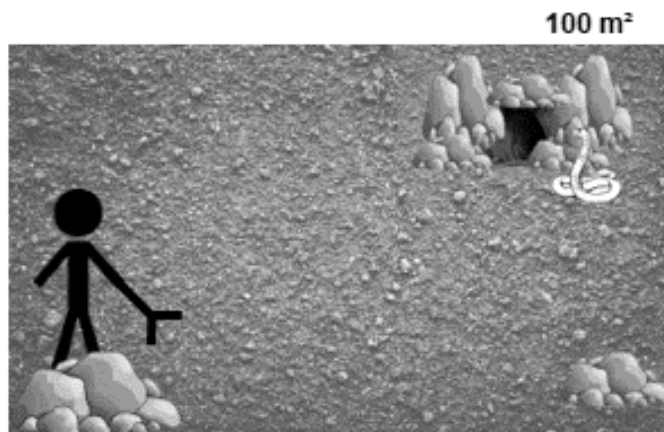
**Figura 62.** Diagrama para el muestreo de mamíferos.

➤ *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 63.** 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 64. Muestreo de aves.



Figura 65. Muestreo de aves.





**Figura 66.** Muestreo de anfibios y reptiles.



**Figura 67.** Muestreo de anfibios y reptiles.





**Figura 68.** Muestreo de mamíferos



**Figura 69.** Colocación de cámaras trampa para el registro de fauna



RESPONSABLE DE BRIGADA		PROYECTO		FECHA		AL SITEO		ZONA	
PRESIDENTE (N)		ALTIOS (NOM)		DIFUSIÓN (ACTIV)		COORDINADOR GENERAL (ACT)			
CATEGORÍA		ESPECIES		COMUNIDAD		EVALUACIÓN			
INFORMACIÓN DE LA FAUNA									
ID	NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE COMÚN	GRUPO TAXONÓMICO	CANTIDAD INDIVIDUOS	HABITO	TIPO DE HEMIFAC	SEXO	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									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
50									

Figura 70. Formato de campo para el registro de fauna silvestre

➤ *Ubicación y cantidad de los sitios de muestreo*

Se establecieron **4 sitios de muestreo** a lo largo del AP y otros **4 sitios de muestreo** distribuidos a lo largo del SAR con el fin de tener unidades comparables.

Tabla 56. Coordenadas de los sitios de muestreo dentro del AP y el SAR.

Sitio de muestreo	ÁREA DEL PROYECTO (AP)				SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)				
	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y	Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y
01	SMS	1	291763	2280455	01	SMS	1	297217	2286714
		2	291750	2280440			2	297197	2286714
		3	291746	2280443			3	297197	2286719
		4	291759	2280459			4	297217	2286719
02	SMS	1	294749	2283244	02	SMS	1	297383	2286952
		2	294736	2283229			2	297369	2286938
		3	294732	2283232			3	297365	2286941
		4	294745	2283247			4	297379	2286956
03	SMS	1	297557	2287019	03	SMS	1	298513	2290907
		2	297543	2287005			2	298513	2290927
		3	297539	2287009			3	298518	2290927

ÁREA DEL PROYECTO (AP)					SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR)				
Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y	Sitio de muestreo	Tipo de vegetación	Vértice	X	Y
		4	297553	2287023			4	298518	2290907
04	SMS	1	298546	2291697	04	SMS	1	298598	2294240
		2	298544	2291677			2	298578	2294240
		3	298539	2291678			3	298578	2294245
		4	298541	2291697			4	298598	2294245

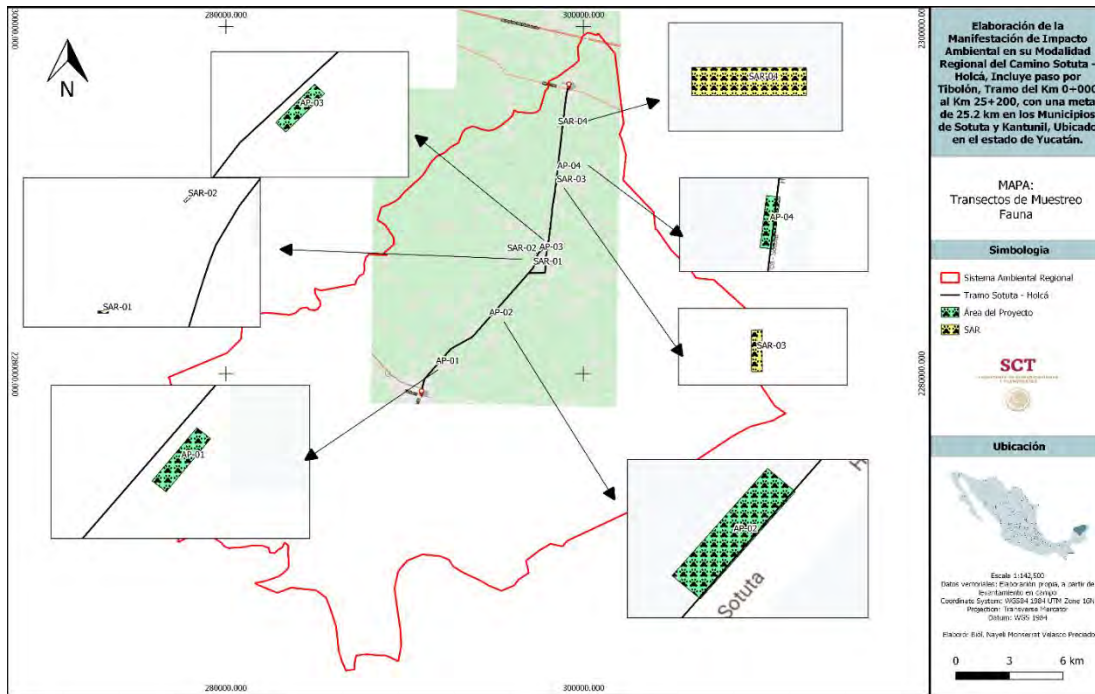


Figura 71. Ubicación de sitios de muestreo dentro del SAR y AP.

## **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 ( $\lambda$ ), 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:

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

Dónde:

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

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

- 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.

$$D_{Mg} = \frac{S - 1}{\ln N}$$

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

$$I_J = c / a + b - c$$

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.

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:

## Resultados de la caracterización de la fauna

### Caracterización de la fauna dentro de SAR

Se registró un total de 36 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 8 especies incluidas en 3 grupos faunísticos: aves, anfibios y reptiles. Para esta caracterización no se encontró evidencia directa o indirecta de mamíferos. Del total de especies, 5 correspondieron a aves, 2 a reptiles y 1 a anfibios.

**Tabla 57.** Listado de especies de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	Anura	Bufoinae	<i>Incilius</i>	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	-
Aves	Accipitriformes	Accipitridae	<i>Buteo</i>	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilla aura	Protección especial (Pr)
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero olivo	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus</i>	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	-
Aves	Passeriformes	Cardinalidae	<i>Passerina</i>	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Protección especial (Pr)
Reptiles	Squamata	Boidae	<i>Boa</i>	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	-
Reptiles	Squamata	Iguanidae	<i>Ctenosaura</i>	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	Amenzada (A)

**Tabla 58.** Grupos faunísticos reportados en los muestreos de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	ABUNDANCIA
<b>ANFIBIOS</b>	1	1	<b>4</b>
<b>AVES</b>	5	5	<b>26</b>
<b>MAMÍFEROS</b>	0	0	<b>0</b>
<b>REPTILES</b>	2	2	<b>6</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>36</b>

Al comparar los resultados de este estudio con los que marca la literatura, dentro del SAR sólo se registró el 1.23% 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%).

**TABLA 59.** RELACIÓN DE ESPECIES REGISTRADAS DENTRO DEL SAR Y EN YUCATÁN.

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR DE ESTE PROYECTO	LITERATURA	PORCENTAJE DE RELACIÓN
<b>ANFIBIOS</b>	1	18	<b>5.55 %</b>
<b>AVES</b>	5	456	<b>1.10 %</b>
<b>MAMÍFEROS</b>	0	89	<b>0.00%</b>
<b>REPTILES</b>	2	87	<b>2.30%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>650</b>	<b>1.23%</b>



**Resultados por grupos faunísticos**

➤ **Anfibios**

Dentro de las actividades de muestreo sólo se registró la presencia de una sola especie: *Incilius valliceps*, la cual se encuentra dentro de la familia Bufonidae. Asimismo, no se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 60.** Anfibios registrados dentro del SAR.

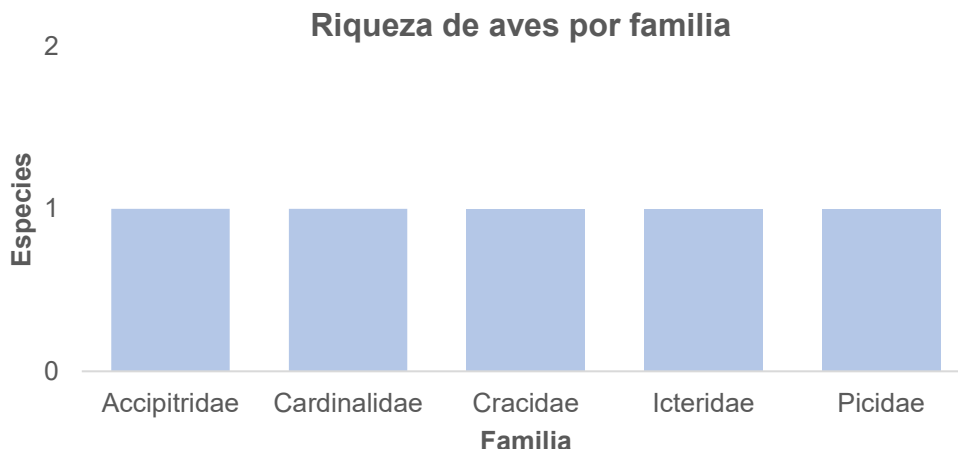
ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
<i>Incilius valliceps</i>	Bufonidae	Sapo costero	-	4

➤ **Aves**

Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 26 individuos ubicados en 5 familias, 5 géneros y 5 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Molothrus aeneus* (46.2%) y *Ortalis vetula* (19.2%).

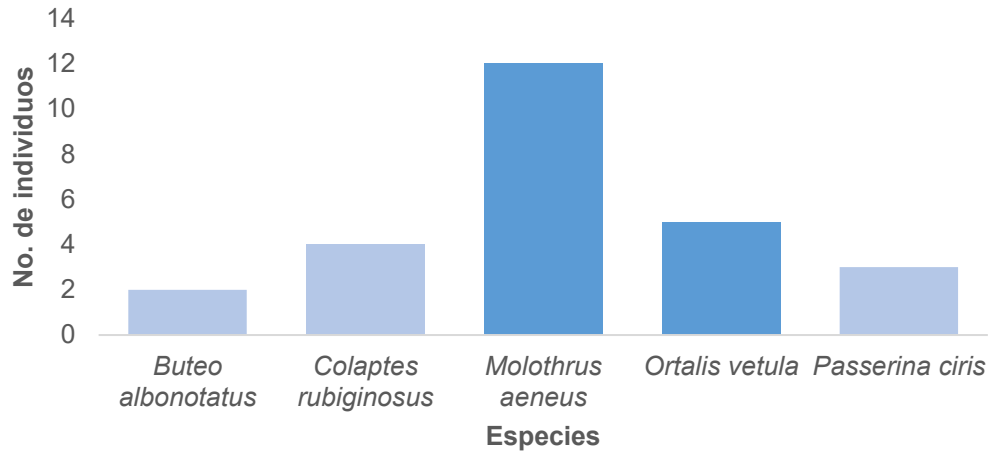
**Tabla 61.** Aves registradas dentro del SAR.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
<i>Buteo albonotatus</i>	Accipitridae	Aguililla aura	Pr	2
<i>Colaptes rubiginosus</i>	Picidae	Carpintero olivo	-	4
<i>Molothrus aeneus</i>	Icteridae	Tordo ojos rojos	-	12
<i>Ortalis vetula</i>	Cracidae	Chachalaca oriental	-	5
<i>Passerina ciris</i>	Cardinalidae	Colorín siete colores	Pr	3
<b>Total</b>				<b>26</b>



**Figura 72.** Riqueza de aves por familia.

### Abundancia de aves por especies



**Figura 73.** Abundancia de aves por especie

Por otro lado, dos especies se encuentran enlistadas dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010: *Buteo albonotatus* y *Passerina ciris*, ambas en protección especial (Pr).

#### ➤ Mamíferos

No se registraron mamíferos dentro del *Sistema Ambiental Regional (SAR)*.

#### ➤ Reptiles

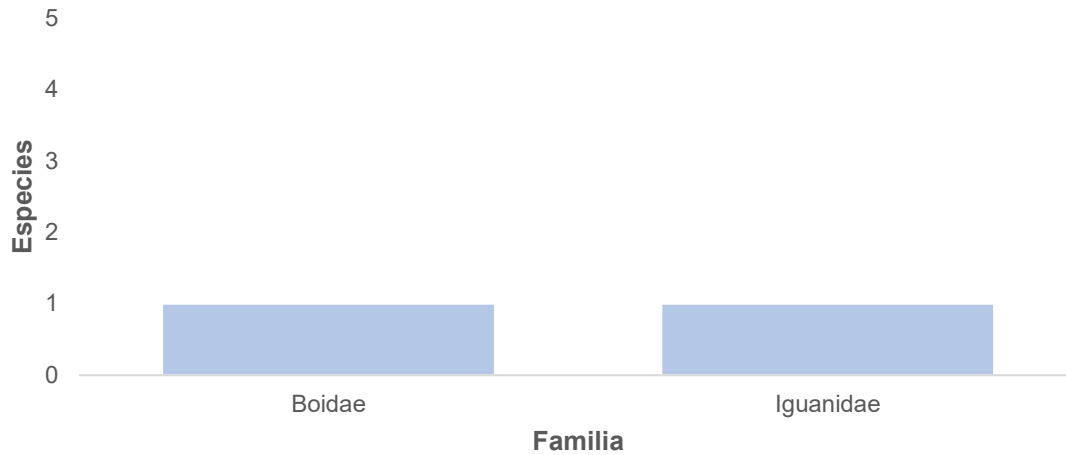
Por parte de los reptiles, sólo se registraron 6 individuos repartidos en 2 familias, 2 géneros y 2 especies: *Boa imperator* y *Ctenosaura similis*, siendo esta primera la más abundante, aportando un 66.7% del total de los registros.

**Tabla 62.** Reptiles registrados dentro del SAR.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
<i>Boa imperator</i>	Boidae	Mazacuata	-	4
<i>Ctenosaura similis</i>	Iguanidae	Iguana negra de cola espinosa	A	2
<b>Total</b>				<b>6</b>

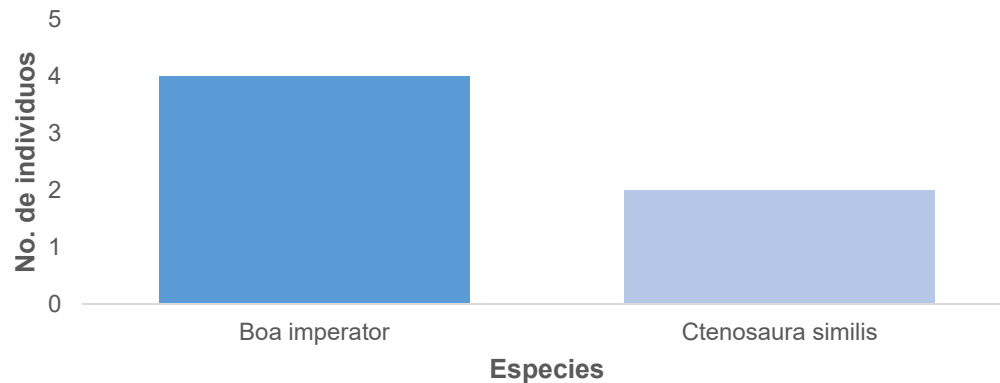
Sólo *Ctenosaura similis* se encuentra enlistada dentro de alguna categoría de riesgo de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de amenazada (A).

### Riqueza de reptiles por familia



**Figura 74.** Riqueza de reptiles por familia.

### Abundancia de reptiles por especie



**Figura 75.** 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 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, no se registró la presencia de alguna especie de mamífero.

**Tabla 63.** Valores de los índices de diversidad por grupo faunístico.

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	$H'$	$H'_{MAX}$	$D_{MG}$	$J'$
Aves	5	26	<b>1.408</b>	<b>1.609</b>	<b>1.228</b>	0.875
Anfibios	1	4	0.000	0.000	0.000	0.000

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H'	H'MAX	DMG	J'
Mamíferos	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
Reptiles	2	6	0.637	0.693	0.558	<b>0.918</b>
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>36</b>				

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

Caracterización de la fauna dentro del AP

Se registró un total de 18 individuos de vertebrados terrestres pertenecientes a 8 especies incluidas en 3 grupos faunísticos: aves, anfibios y reptiles. Para esta caracterización no se encontró evidencia directa o indirecta de mamíferos. Del total de especies, 3 correspondieron a aves, 1 a reptiles y 1 a anfibios.

**Tabla 64.** Listado de especies de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	ORDEN	FAMILIA	GÉNERO	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010
Anfibios	Anura	Bufoidea	<i>Incilius</i>	<i>Incilius valliceps</i>	Sapo costero	-
Aves	Piciformes	Picidae	<i>Colaptes</i>	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero olivo	-
Aves	Passeriformes	Icteridae	<i>Molothrus</i>	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-
Aves	Galliformes	Cracidae	<i>Ortalis</i>	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	-
Reptiles	Squamata	Boidae	<i>Boa</i>	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	-

**Tabla 65.** Grupos faunísticos reportados en los muestreos de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIAS	ESPECIES	ABUNDANCIA
<b>ANFIBIOS</b>	1	1	<b>1</b>
<b>AVES</b>	3	3	<b>15</b>
<b>MAMÍFEROS</b>	0	0	<b>0</b>
<b>REPTILES</b>	1	1	<b>2</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>18</b>

Al comparar los resultados de este estudio con los que marca la literatura, dentro del AP sólo se registró el 0.77% 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%).

**Tabla 66.** Relación de especies registradas dentro del AP y en Yucatán.

GRUPO FAUNÍSTICO	SAR DE ESTE PROYECTO	LITERATURA	PORCENTAJE DE RELACIÓN
<b>ANFIBIOS</b>	1	18	<b>5.55 %</b>
<b>AVES</b>	3	456	<b>0.66 %</b>
<b>MAMÍFEROS</b>	0	89	<b>0.00%</b>
<b>REPTILES</b>	1	87	<b>1.15%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>650</b>	<b>0.77%</b>

### Resultados por grupos faunísticos

#### ➤ Anfibios

Dentro de las actividades de muestreo sólo se registró la presencia de una sola especie: *Incilius valliceps*, la cual se encuentra dentro de la familia Bufonidae. Asimismo, no se encuentra dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Tabla 67.** Anfibios registrados dentro del AP.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
<i>Incilius valliceps</i>	Bufonidae	Sapo costero	-	4

#### ➤ Aves

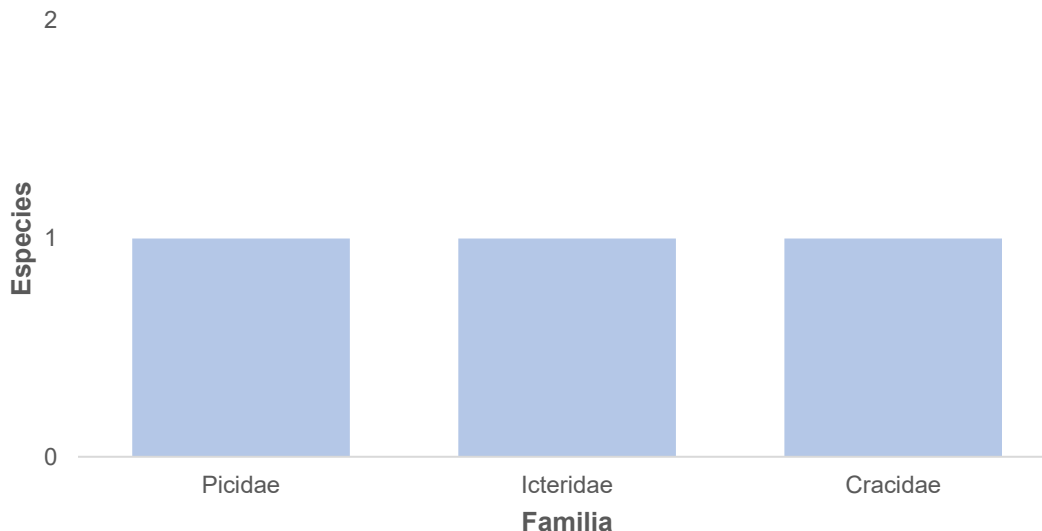
Este grupo fue el mejor representado durante los levantamientos de campo. En total, se registraron 15 individuos ubicados en 3 familias, 3 géneros y 3 especies, de las cuales las más abundantes fueron *Molothrus aeneus* (60.0%) y *Ortalis vetula* (26.7%).

**Tabla 68.** Aves registradas dentro del AP.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
<i>Colaptes rubiginosus</i>	Picidae	Carpintero olivo	-	4
<i>Molothrus aeneus</i>	Icteridae	Tordo ojos rojos	-	9
<i>Ortalis vetula</i>	Cracidae	Chachalaca oriental	-	2
<b>Total</b>				<b>15</b>

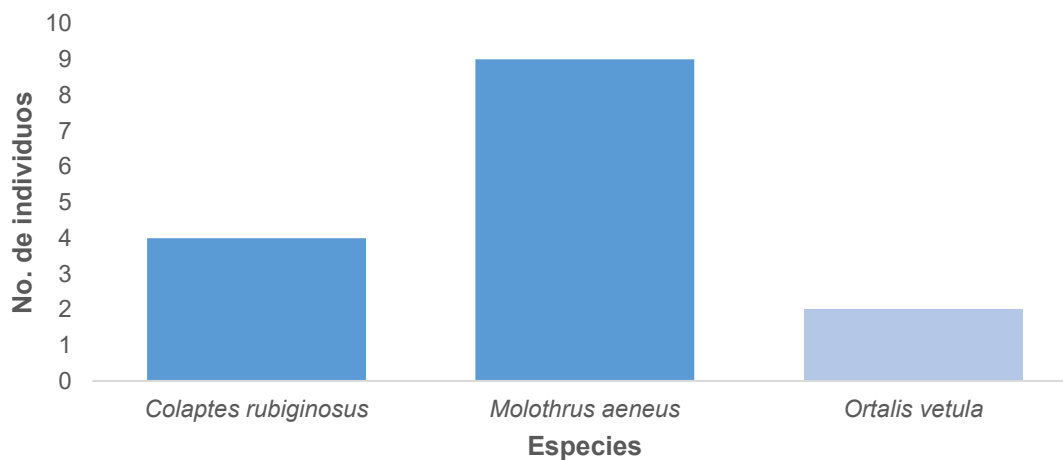


## Riqueza de aves por familia



**Figura 76.** Riqueza de aves por familia.

## Abundancia de aves por especie



**Figura 77.** Abundancia de aves por especie.

Por otro lado, ninguna especie se encuentra enlistada dentro de alguna categoría de riesgo dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### ➤ *Mamíferos*

No se registraron mamíferos dentro del *Área de Proyecto (AP)*.

### ➤ Reptiles

Por parte de los reptiles, sólo se registraron 2 individuos repartidos en 1 familia, 1 género y 1 especie: *Boa imperator*, siendo la única especie presente.

**Tabla 69.** Reptiles registrados dentro del AP.

ESPECIE	FAMILIA	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	CANTIDAD DE INDIVIDUOS
<i>Boa constrictor</i>	Boidae	Mazacuata	-	2

Al igual que en los otros grupos faunísticos, dentro de los reptiles no se enlistó alguna especie dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### 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, no se registró la presencia de alguna especie de mamífero.

**Tabla 70.** Valores de los índices de diversidad por grupo faunístico.

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	$H'$	$H'_{MAX}$	$D_{MG}$	$J'$
Aves	3	15	<b>0.928</b>	<b>1.099</b>	<b>0.739</b>	<b>0.844</b>
Anfibios	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000
Mamíferos	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
Reptiles	1	2	0.637	0.693	0.558	0.918
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>18</b>				

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

### 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.

**Tabla 71.** Listado de especies de fauna.

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	RELACIÓN DE PRESENCIA SAR AP	
Anfibios	Bufoiidae	<i>Inclilius valliceps</i>	Sapo costero	-	X	X

GRUPO FAUNÍSTICO	FAMILIA	ESPECIES	NOMBRE COMÚN	CATEGORÍA DE RIESGO NOM-059-SEMARNAT-2010	RELACIÓN DE PRESENCIA SAR	RELACIÓN DE PRESENCIA AP
Aves	Accipitridae	<i>Buteo albonotatus</i>	Aguilla aura	Protección especial (Pr)	X	
Aves	Picidae	<i>Colaptes rubiginosus</i>	Carpintero olivo	-	X	X
Aves	Icteridae	<i>Molothrus aeneus</i>	Tordo ojos rojos	-	X	X
Aves	Cracidae	<i>Ortalis vetula</i>	Chachalaca oriental	-	X	X
Aves	Cardinalidae	<i>Passerina ciris</i>	Colorín siete colores	Protección especial (Pr)	X	
Reptiles	Boidae	<i>Boa imperator</i>	Mazacuata	-	X	X
Reptiles	Iguanidae	<i>Ctenosaura similis</i>	Iguana negra de cola espinosa	Amenzada (A)	X	

En el caso de la diversidad, se determinó que dentro del SAR se registró una mayor 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. En ese sentido, y en ambos casos, el grupo de las aves fue el que presentó la mayor riqueza y diversidad.

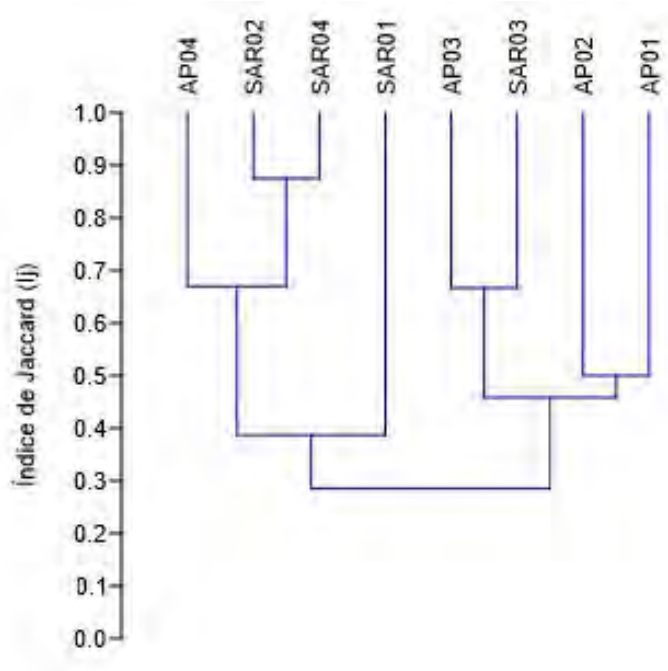
**Tabla 72.** Comparación de abundancia, riqueza y abundancia entre SAR y AP.

GRUPO FAUNÍSTICO	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H'	H' <sub>MAX</sub>	D <sub>MG</sub>	J'	No DE ESPECIES	No INDIVIDUOS	H'	H' <sub>MAX</sub>	D <sub>MG</sub>	J'
Aves	5	26	<b>1.408</b>	<b>1.609</b>	<b>1.228</b>	0.875	3	15	<b>0.928</b>	<b>1.099</b>	<b>0.739</b>	<b>0.844</b>
Anfibios	1	4	0.000	0.000	0.000	0.000	1	1	0.000	0.000	0.000	0.000
Mamíferos	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0.000	0.000	0.000	0.000
Reptiles	2	6	0.637	0.693	0.558	<b>0.918</b>	1	2	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>36</b>					<b>5</b>	<b>18</b>				

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. En ese sentido, se observó que los sitios del SAR presentaron los valores más altos del índice de Jaccard ( $I_j$ ) siendo de 0.875 y 0.714, lo cual es un indicador de que la relación entre la fauna presente dentro de este sistema presenta una mejor asociación debido a la mejor calidad de ecosistema que presenta.

**Tabla 73.** Comparación del índice de Jaccard ( $I_j$ ) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

$I_j$	AP1	AP2	AP3	AP4	SAR1	SAR2	SAR3	SAR4
<b>AP1</b>	1.000	0.500	0.333	0.400	0.200	0.250	<b>0.667</b>	0.286
<b>AP2</b>	---	1.000	0.500	0.200	0.250	0.125	0.333	0.143
<b>AP3</b>	---	---	1.000	0.400	0.200	0.250	<b>0.667</b>	0.286
<b>AP4</b>	---	---	---	1.000	0.286	0.625	0.600	<b>0.714</b>
<b>SAR1</b>	---	---	---	---	1.000	0.500	0.167	0.375
<b>SAR2</b>	---	---	---	---	---	1.000	0.375	<b>0.875</b>
<b>SAR3</b>	---	---	---	---	---	---	1.000	0.429
<b>SAR4</b>	---	---	---	---	---	---	---	1.000



**Figura 78.** Dendrograma con los resultados del índice de Jaccard (Ij) entre los sitios de muestreo del SAR y AP.

### Conclusiones

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 mayor 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 identificar que el AP presenta peores condiciones de hábitat que la zona específica del proyecto.

### IV.3 Caracterización socioeconómica

#### Demografía dentro del SAR del proyecto

Los municipios involucrados dentro del SAR del proyecto son Kantunil y Sotuta, los cuales pertenecen a la Región III Centro y Región VI Oriente, respectivamente. Dentro de estos municipios las localidades encontradas dentro del SAR, son:

- Holcá
- Sotuta
- Tabí
- Tíbolón
- Zavala

Las principales localidades en las que se verán incluidas dentro del área del proyecto son: Holcá, Sotuta y Tíbolón, zonas urbanas por donde pasa la carretera a modernizar. Sin embargo, se obtendrán los datos demográficos de las localidades pertenecientes al SAR.

**Tabla 74.** Población dentro del SAR del proyecto

<b>POBLACIÓN TOTAL</b>	<b>10418</b>
<b>Población masculina</b>	5288
<b>Población femenina</b>	5130
<b>Total de viviendas</b>	3141
<b>Total de viviendas habitadas</b>	2538
<b>Población de 0 a 14 años</b>	3301
<b>Población de 15 a 65 años</b>	6222
<b>Población de 65 años y mas</b>	887

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIEG. Información de Interés Nacional.

Dentro del SAR del proyecto es se ven involucradas 5 localidades de las cuales en 2010 se contaba con una población total de 10,418 habitantes, de estas localidades la más poblada es Sotuta, representando el 53.25% de la población total dentro del SAR, seguida de Holcá con un 19.08%, y Tíbolón con un 15.67%, dichas localidades son las de mayor importancia para este proyecto.

**Tabla 75.** Población por sexo, porcentaje de las localidades pertenecientes al SAR\*

<b>Clave Localidad</b>	<b>Localidad</b>	<b>Total</b>	<b>% en el SAR</b>	<b>Hombres</b>	<b>Mujeres</b>
	<b>SAR</b>	<b>10418</b>	<b>100</b>	<b>5288</b>	<b>5130</b>
310420002	Holcá	1988	19.08	965	1023
310690001	Sotuta	5548	53.25	2821	2727
310690003	Tabí	708	6.79	365	343
310690004	Tíbolón	1633	15.67	844	789
310690005	Zavala	541	5.19	293	248

\*Representación de los datos a nivel del Sistema Ambiental Regional

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIEG. Información de Interés Nacional.

### Intensidad migratoria

La migración, de acuerdo con la CONAPO (2010) el municipio de Sotuta presentaba hasta el año 2010 un índice de migración internacional (México-Estados Unidos) muy bajo ocupando el lugar número 34 de 106 en el estado de Yucatán. Este fenómeno ha ido en aumento en cuanto a intensidad y temporalidad de las emigraciones propiciado por el desarrollo del transporte, lo que ha permitido la movilidad de mujeres y jóvenes que se incluyen principalmente en el mercado del trabajo turístico y la construcción (Fraga, 2012). De acuerdo con la CONAPO (2016) el municipio de Sotuta en 1995 un índice de marginación medio (0.34) mientras que para el año 2015 el índice de marginación se



clasificó como alto (0.582) ocupando el lugar 34 estatal y 651 (de 2457) nacional (Cruz Cortés, 2019).

Para fines demostrativos se generó la siguiente tabla correspondiendo a las localidades internas del SAR del proyecto, demostrando su baja migración siendo esta de 0.004415 % según la población total dentro del SAR. No se menciona la migración del municipio de Kantunil debido a que sólo una localidad perteneciente a dicho municipio se encuentra adyacente al SAR del proyecto, sin embargo, se tomó en cuenta al realizar los cálculos de intensidad de migración.

**Tabla 76.** Intensidad de migración dentro del SAR\*

Índice y grado de intensidad migratoria e indicadores socioeconómicos		Valores
Índice de intensidad migratoria		0.004415
Total de viviendas		3141

\*Representación de los datos a nivel del Sistema Ambiental Regional

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIEG. Información de Interés Nacional.

## Marginación

La construcción del índice para las entidades federativas, regiones y municipios considera cuatro dimensiones estructurales de la marginación: 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 hasta 2 salarios mínimos) y residir en localidades pequeñas con menos de 5 mil habitantes. Sin embargo, para este estudio se dispondrán de los datos obtenidos por localidad, de los cuales solo una de ellas mantiene una población mayor a 5,000 habitantes. Por lo tanto, se modificarán los factores de marginación a los encontrados por localidad.

En la siguiente se presentan los indicadores que componen el índice de marginación para el 2010. En donde se ve que la representación de las localidades dentro del SAR del proyecto.

**Tabla 77.** Grado de marginación e indicadores sociodemográficos dentro del SAR\*

Localidad		% Grado promedio de escolaridad	% Población analfabeta	% Población económicamente activa	% Población económicamente inactiva	% Viviendas inadecuadas**
Clave	Nombre					
	<b>SAR</b>	5.29	0.1315	0.3590	0.3811	1.0701
<b>310420002</b>	Holcá	5.51	0.1675	0.3043	0.4512	0.1675
<b>310690001</b>	Sotuta	5.79	0.1087	0.3778	0.3545	0.1808
<b>310690003</b>	Tabí	5.21	0.1314	0.3785	0.3305	0.2924
<b>310690004</b>	Tíbolón	4.92	0.1335	0.3472	0.3864	0.1966
<b>310690005</b>	Zavala	5.02	0.2292	0.3771	0.4455	0.2329

\*Representación de los datos a nivel del Sistema Ambiental Regional

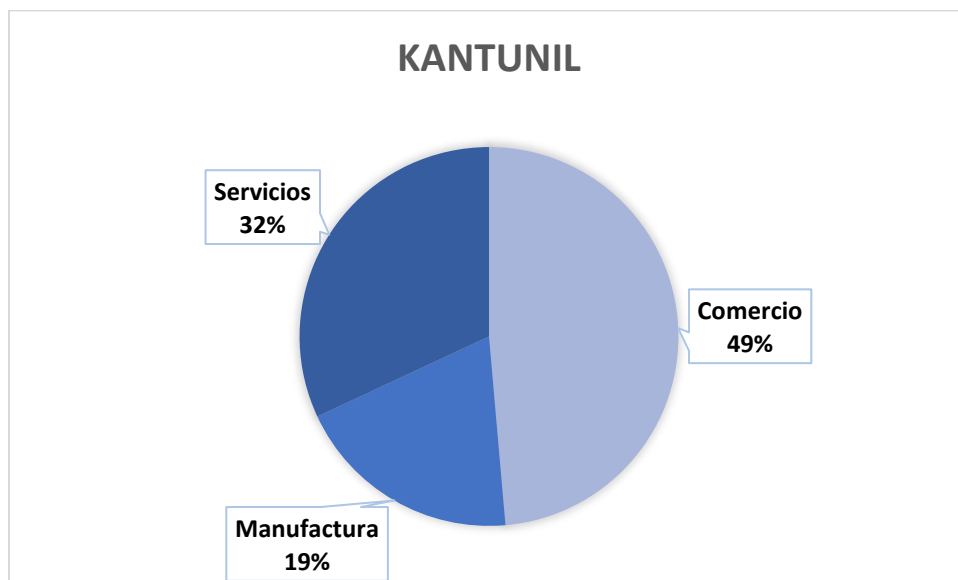
\*\*Sumatoria de la definición explicada en el texto para viviendas inadecuadas

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIEG. Información de Interés Nacional.

## Economía

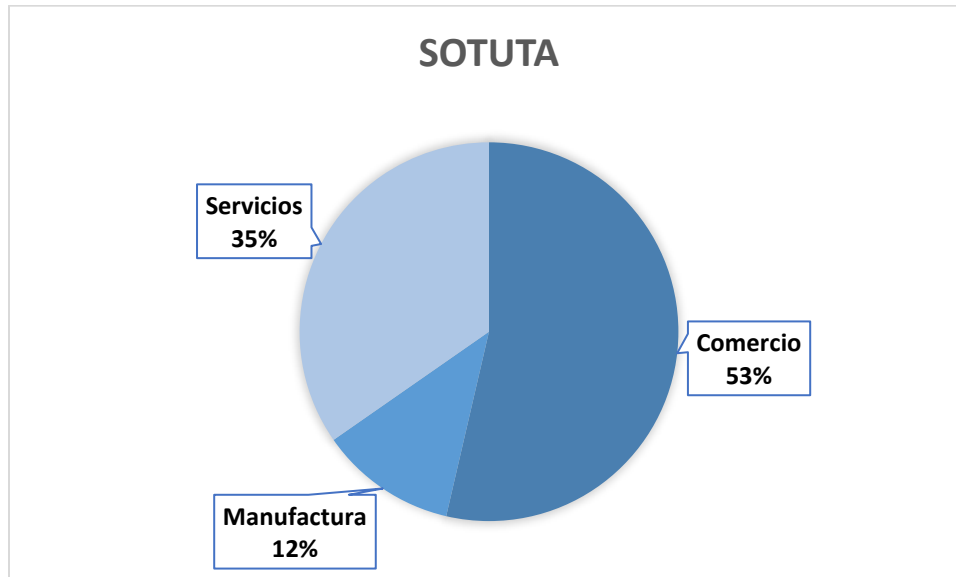
### Número de unidades económicas

Conforme a la información del directorio estadístico nacional de unidades económicas (DENUE) de INEGI, en 2003 se ubican 69 unidades económicas para la localidad de Kantunil y 256 para la localidad de Sotuta. Para el 2010 se aprecia una distribución diferente de los sectores constituyendo 248 para Sotuta y 144 para Kantunil, de las cuales se dividen entre los diferentes sectores como es posible apreciar en los siguientes gráficos.



**Figura 79:** Distribución de las unidades económicas Kantunil, Yucatán 2010

FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIEG. Información de Interés Nacional; con información de INEGI, DENUE



**Figura 80:** Distribución de las unidades económicas Sotuta, Yucatán 2010  
FUENTE: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. SNIEG. Información de Interés Nacional; con información de INEGI, DENU

## Empleo

### Servicios Médicos

Para las localidades presentes en el SAR del proyecto en el 2010, el 73% de la población contaba con servicios de salud, mientras que un 27% no contaba con ello. Los servicios médicos registrados pertenecen a las instituciones del IMSS, ISSSTE y el seguro popular, distribuidos de la siguiente manera: 8% se encuentra registrado bajo el IMMS mientras que el 2% cuenta con servicios por parte del ISSSTE, el seguro popular es el más representativo contando con un 63% de la población registrada bajo sus servicios.

### Agricultura en Sotuta

Las labores agrícolas en este municipio se representan mediante los cultivos de chile y maíz de grano (Tabla), las superficies que manejan a comparación de otros estados son bajas, ya que, conforme a los resultados obtenidos, la industria manufacturera representa un mayor ingreso para este municipio.

**Tabla 78.** Producción agrícola en el municipio de Sotuta

Superficie sembrada y cosechada por cultivo 2009 Ha				
Sotuta	Sup. sembrada	Sup. cosechada	Vol. Toneladas	Valor (Miles de pesos)
Maíz grano	4210	3393	1560.8	5462.7
Chile verde	14	14	58	1624.8

FUENTE: SAGARPA. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. 2009

Para el municipio de Kantunil no se encontró registro dentro del Anuario estadístico del estado de Yucatán del 2010, por ello se omite su mención.

### **IV.3. Descripción de la estructura y función del sistema ambiental regional.**

El funcionamiento del SAR está determinado mayormente por las actividades antropogénicas que se llevan a cabo en las localidades cercanas al proyecto. El Sistema Ambiental Regional tiene entonces aptitud para actividades agrícolas y ganadera; este ha estado perdiendo su naturalidad con excepción en las partes donde las selvas se encuentran cerradas por la vegetación. Como indicadores evidentes se tienen la falta de especies vegetales primarias debido a las actividades en las partes perturbadas, al cambio de suelo para el pastoreo ganadero y zonas de cultivo ha provocado la pérdida de la vegetación de selva mediana subcaducifolia en un 40 %. En algunas áreas el SAR estaba cubierto por representantes del de selva media subcaducifolia y caducifolia en una menor porción. Ahora en día la selva entre la selva se observa manchones de actividades agrícolas. El uso de suelo predominante son selva mediana subcaducifolia y caducifolia en donde se encuentran inmersos campos agrícolas de cultivos anuales (maíz, frijol, etc.); las parcelas con pastizales naturales e inducidos se muestran de manera equitativa entre las selvas.

En el Sistema Ambiental Regional presenta un deterioro ecológico mínimo, esto puede deberse a por la cercanía a las poblaciones humanas que ha generado que la cubierta vegetal haya este desapareciendo, los terrenos actualmente sustentan pequeñas viviendas, establos ganaderos y agricultura de temporal.

Parte fundamental para un ecosistema es la presencia de una cubierta vegetal que alberga una selva mediana subcaducifolia para un buen aprovechamiento y manejo de los recursos se debería contar con la implementación de programas de educación ambiental y no a un mejor medio de transporte para los taladores, ya que sólo así se podrá disminuir o erradicar la destrucción de la selva y mitigar de esta forma los impactos ambientales acumulativos dados por el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola o de pastoreo.

#### **IV.3.1 Análisis de los componentes, recursos o áreas relevantes y/o críticas.**

En el SAR mantiene condiciones naturales desde los primeros asentamientos urbanos, por los que podría decirse que se encuentra en buenas condiciones de conservación ecológica que permitiera favorecer la presencia de diversas especies de flora y fauna catalogadas como en riesgo acorde a la NOM-059-SEMARNAT-2010, sin embargo se reportó 2 especie en Protección especial (Pr) *Buteo albonotatus* y *Passerina ciris*, y Amenazada (A) *Ctenosaura similis*, esta especie es común en habitats rocosas y zonas perturbadas que son muy común en el SAR.

En el sistema ambiental las actividades agrícolas y ganaderas representan para la región mínima perturbación ambiental, estas al crecer podrían obtener un potencial de gran alcance, debido a que estas actividades las realizan los pobladores. Estas tierras suelen heredarse a los descendientes, pero en muchas ocasiones son abandonadas, pues éstos prefieren emigrar hacia otros lugares que poseen mayor intercambio de bienes y servicios,

lo que en última instancia se refleja en un mayor poder adquisitivo y en la mejora de la calidad de vida, por lo que estas se han mantenido hasta el momento, sin que exista pérdida de selvas.

El estado de Yucatán ha sido reconocido como uno de los estados con una gran variedad de ambientes selváticos con presencia de cueros de agua subterráneas. Esto como producto de una serie de procesos evolutivos, marcados por el surgimiento de roca caliza, dando a la entidad una topografía poco accidentada, es decir, con llanuras muy extensas y poca climática, con un tipo de vegetación muy homogénea. Esto permite que no existan barreras físicas que limiten la distribución de aquellas especies con menor capacidad de dispersión. Esta conjunción de factores tanto bióticos como abióticos, ha sido primordial para la presencia de su riqueza de especies.

Los problemas que enfrenta la fauna del sistema ambiental son:

- ❖ Cambia su patrón de distribución por la alteración de la masa forestal en la que habitan, ya que a menor arbolado por efecto de la acción humana o de fenómenos naturales, se reducen los espacios de refugio y alimentación, por lo que se incrementan las probabilidades de depredación y se favorece la migración hacia zonas de mejor conservación ecológica en busca de alimento. Los nichos ecológicos se modifican drásticamente para las especies de tipo especialista, mientras que las especies generalistas, perciben un nicho ecológico vacío con posibilidades potenciales de ocupación, modificándose de manera importante la presencia de especies en la región.
- ❖ Caza legal e ilegal y depredación provocado por los pobladores de la zona, permitiendo que la fauna sea más vulnerable en las áreas cercanas a la comunidad urbanas, lo que contribuye a la disminución de las poblaciones. Algunas especies han sido empleadas desde tiempos ancestrales para el consumo humano (conejo, codorniz, vando). La masa forestal ayuda a estas mismas especies a ocultarse del ojo de los depredadores naturales y los humanos; sin ella, quedan fácilmente a la vista, por lo que las probabilidades de ser cazados se incrementan exponencialmente.
- ❖ Otro aspecto que hay que retomar es la presencia de aves y murciélagos, los cuales cumplen la función de ser polinizadores de árboles y plantas, al igual que la dispersión de semillas y la reforestación natural no se llevará a cabo, permitiendo con ellos la propagación a grandes distancias que pueden recorrer en tiempos relativamente cortos. Aves y murciélagos también ayudan a controlar las poblaciones altas y de insectos (muchos de ellos plagan). El alejamiento de especies herbívoras (aves, roedores, murciélagos) disminuye las posibilidades de polinización y de dispersión de semillas en los lugares del SAR donde la cobertura vegetal se ha perdido, por lo que la recuperación de la comunidad vegetal en sitios fuertemente impactados es más lenta en comparación con una masa forestal poco alterada por factores antropogénicos.

Los daños que pudiera provocar la modernización del camino existente son mínimos ya que la construcción se realizará en un camino ya existente que ha estado en funcionamiento durante varios años, el tipo de vegetación que será afectada con la ejecución de este proyecto es vegetación de borde (herbácea y arbustiva) que se localiza en las orillas del camino, esta vegetación está formada principalmente por estructuras remanentes de selva mediana subcaducifolia, en su mayoría arbustos.



### **IV.3.2 Identificación de las áreas críticas**

La biodiversidad es el punto crítico principal de pérdida representada por la selva que además de captar humedad albergan a muchas especies. Debido a la explotación inadecuada de la selva o bosques se han acumulado impactos ambientales negativos como la disminución en la captación y retención del agua, erosión, la fragmentación del hábitat la cual ha mermado las poblaciones de animales que requieren de grandes superficies de territorio con bajo grado de disturbio.

Los siguientes puntos críticos que se acumularán a los ya generados son las colindancias de todo el trayecto del camino actual ya que se ampliara el ancho total de todo el camino Sotuta-Holca cruzando por la localidad de Tibolón, afectando principalmente en unos puntos vegetación de borde.

El en el Sistema Ambiental Regional tiene uso agrícola, ganadero que forman manchones dentro de las selvas, que albergan el germoplasma local y la fauna de la región. La variación de los ecosistemas se presentó principalmente por longitud del SAR ya que no se presentaron cambios drásticos altitudinales.

### **IV.3.3 Identificación de los componentes ambientales críticos del sistema de funcionamiento regional**

Los sitios prioritarios para su conservación están constituidos por selva mediana subcaducifolia principalmente. La parte social también es un punto crítico, ya que sin los acuerdos con los pobladores difícilmente se puede hacer algo desde el punto de vista biológico conservacionista. Las tareas de educación ambiental y capacitación en el correcto manejo de los recursos naturales es la parte más importante, antes, durante y después de introducción del proyecto a la región y construcción de la carretera. Los usos y costumbres de la población en la sobreexplotación de la vegetación, es una práctica que altera la estructura de la misma y la eliminación constantemente de las estructuras vegetales nativas para uso agrícola pone en riesgo los ecosistemas de la región.

- Fragilidad: ésta será de la estabilidad del suelo, el cual debido a la conformación de terraplenes que se ejecutaran y por la pérdida de la capa vegetal y en la época de lluvias se erosiona fácilmente.
- Vulnerabilidad: Las comunidades vegetales que ostentan el desarrollo y crecimiento se encuentran muy vulnerables por las actividades antropogénicas que anteriormente se presentan en la región.
- Importancia en la estructura: Los cambios en la estructura de la selva al seleccionar individuos o especies, tienen consecuencias negativas en la dinámica de toda la comunidad.

Los ecosistemas existentes desde el punto de vista social en la región de estudio proporcionan alimento, material de construcción y un agradable ambiente a los pobladores locales y visitantes en general, por lo que el sostenimiento del sistema es de suma importancia no solo desde la perspectiva biológico si no también desde el punto de vista

social e incluso cultural ya que la preservación de este componente crítico dependerá en mucho de una nueva cultura ecológica que se imparta a los pobladores. La vulnerabilidad del paisaje y la estructura vegetal son de gran importancia al ser un ecosistema que lentamente se regenera.

#### IV.4. Diagnóstico ambiental regional

De manera global se asignó un número único para la evaluación de los criterios a las áreas identificadas respecto a su valor ambiental, económico y de amenazas.

**Tabla 79.** Evaluación de los criterios.

CRITERIOS		VALOR
<b>Ma</b>	Muy alto	5
<b>A</b>	Alto	4
<b>M</b>	Medio	3
<b>B</b>	Bajo	2
<b>Mb</b>	Muy Bajo	1

#### Valor Ambiental (biótico y abiótico)

**Integridad ecológica (funcional):** se relaciona con el estado del hábitat (calidad) en el que se evalúa si sus características funcionales se encuentran en o lo más cercano a su estado natural. Cuando un hábitat presenta sus características funcionales naturales se puede decir que tiene una alta integridad. Para evaluar la integridad ecológica del SAR se utilizaron indicadores de carácter subjetivo los cuales se tomaron en base a lo observado en la visita de campo.

**Tabla 80.** Integridad ecológica.

INTEGRIDAD ECOLÓGICA (FUNCIONAL)	
INDICADORES	VALOR
<b>Vegetación exótica</b>	B
<b>Presencia humana</b>	M
<b>Especies indicadoras de perturbación</b>	Mb
<b>Especies indicadoras de conservación</b>	A
<b>Abundancia del estrato arbóreo</b>	Ma
<b>Actividades agrícolas</b>	A
<b>Actividades pecuarias</b>	A
<b>Presencia de residuos sólidos</b>	B
<b>Explotación forestal</b>	Mb

**Vegetación exótica:** Organismos que el ser humano transporta de forma voluntaria o involuntaria, con una gran capacidad para establecerse en regiones que trascienden su área de distribución original. Con frecuencia, las consecuencias de las invasiones de estas especies son catastróficas para los ecosistemas.

**Presencia humana:** Concentración de personas que cohabitan un área determinada, y que interactúan con el ecosistema.

**Especies indicadoras de perturbación:** Plantas, que permanecen vivas o funcionales por periodos breves, las cuales son parte del proceso denominado sucesión, del cual funcionan como plantas pioneras; formando comunidades en sitios trastocados por la acción antropogénica; por ejemplo, las malezas o también llamadas malas hierbas y arvenses, son plantas que suelen crecer en ambientes transformados por el ser humano (solares, terrenos de cultivo y bordes de vías de comunicación).

**Especies indicadoras de conservación:** Son aquellos organismos (o restos de los mismos) que ayudan a descifrar cualquier fenómeno o acontecimiento actual (o pasado) relacionado con el estudio de un ambiente. Las especies tienen requerimientos físicos, químicos, de estructura del hábitat y de relaciones con otras especies. A cada especie o población le corresponden determinados límites de estas condiciones ambientales entre las cuales los organismos pueden sobrevivir (límites máximos), crecer (intermedios) y reproducirse (límites más estrechos).

**Abundancia del estrato arbóreo:** Esta representado por el elevado número de individuos del estrato arbóreo que son indicadores de una estructura vegetal completa. Este estrato representa mayor interés biológico, ya que ocupa mayor volumen de biomasa en los ecosistemas.

**Actividades agrícolas:** Se desarrolla en lugares con topografías muy variadas, que van desde las partes planas de los valles, hasta lugares con pendientes pronunciadas que forman parte de la sierra, así como en lomeríos y grandes llanos; además de lugares favorecidos por la humedad. Se encuentran bajo la influencia de varios tipos climáticos, desde templado húmedo con abundantes lluvias en verano hasta semiseco y semicalido con lluvias en verano y sobre una gran diversidad de suelos, donde la fertilidad es variable, la mayoría presenta altos rendimientos con aplicación de fertilizantes.

**Actividades pecuarias:** Son actividades que se desarrollan en terrenos que por sus condiciones agrológicas muestran vocación para la ganadería de tipo intensivo, o que debido a las características de la vegetación natural, en terrenos donde no es posible establecer praderas, son aptas para el desarrollo de la actividad ganadera semiextensiva o extensiva.

**Presencia de residuos sólidos:** Es la presencia de aquellas cosas que han dejado de desempeñar la función para la cual fueron creadas, que consideramos ya no sirven, y por tal motivo nos deshacemos de ellas o las eliminamos de nuestra vista.

**Explotación forestal:** Es una actividad del sector primario que consiste en aprovechar los recursos naturales maderables y no maderables de la superficie forestal del país que incluye bosques, selvas y matorrales.

**Hábitats y uso de suelo actual que presenta el área de influencia y sus colindancias:** evalúa cualitativamente la diversidad de hábitats que se encuentran representados en el Sistema Ambiental Regional.

**Tabla 81.** Evaluación de Hábitat y usos de suelo.

HÁBITAT Y USOS DE SUELO	VALOR
Selva mediana subcaducifolia	Ma
Vegetación en estado sucesional	M
Pastizales	M
Agricultura temporal	A
Viviendas humanas	B
Ganadería	M

De acuerdo con la tabla anterior los criterios de evaluación nos indican que el sistema ambiental presenta grados bajos de perturbación en los elementos identificados. Lo cual nos permite manifestar que la región ha sufrido poco disturbios en la vegetación, mostrando valores positivos en la mayoría de los indicadores, por lo que establece que con la inserción del proyecto, no será afectado el ecosistema ni presentara alteraciones que modifiquen el entorno natural del sitio, debido a que se realizara en un camino ya existente.

**Especies amenazadas:** evalúa la presencia de especies que presentan alguna amenaza. Indicar qué especies y el agente de amenaza.

En el área de estudio no se presentaron especies vegetales catalogadas bajo algún estatus de conservación en la NOM-059-ECOL-SEMARNAT-2010, en cuanto a fauna solo se registró *Pituophis deppei*, siendo una especie que habita en lugares perfumados. Por lo consiguiente el valor que se otorgó en cuestión de las especies amenazadas se considera como (1) ya que existen pocos registros. Sin embargo, se podría considerar como un agente de amenaza para las especies el deterioro de la vegetación, el cual podría acentuarse un poco por la modernización del camino, por lo que se recomienda la vigilancia para evitar la pérdida de ejemplares durante la construcción.

### Valor económico.

**Especies de importancia comercial:** evalúa la presencia de especies comerciales como medida de su importancia económica.

Tabla 82. Especies de importancia comercial.

ESPECIES DE IMPORTANCIA COMERCIAL	
IMPORTANCIA ESPECIES	VALOR
Forestales	Ma
Medicinal	A
Frutal	M
Pecuario	M

### Riesgo y amenazas

**Modificación del entorno:** se ejemplifica por actividades como alteración de cuencas y/o construcción de presas que reducen aporte agua epicontinental, la tala de árboles, desecación o relleno de áreas inundables, deforestación, modificación de la vegetación

natural que promueve la erosión e incrementa el aporte de sedimentos, formación de canales, obras de ingeniería como construcción de caminos o carreteras u otros.

**Tabla 83.** Modificación del entorno.

<b>Modificación del entorno</b>	
<b>Modificación</b>	<b>Valor</b>
Alteración de la vegetación	M
Tala de árboles	Mb
Extracción de agua, arenas y gravas de los ríos	B
Construcción de caminos	Mb
Incendios forestales	Mb
Basureros clandestinos	Mb
Contaminación de los cuerpos de agua	B

El SAR presenta un grado de conservación de alto, sin embargo, con la modernización de proyecto no sufrirá modificaciones debido a que las actividades constructivas se realizaran en un camino existente, donde las áreas aledañas al este, ya se presenta perturbación a consecuencia de las actividades antropogenicas que se han estado llevando para el mantenimiento del mismo camino, y como por los caminos ya existentes que facilitaron el uso y la industrialización de los recursos de la región. Una vez concluida la obra no se desatarán efectos negativos que se sumen a los ya acumulados, porque como se mencionó anteriormente la carretera se realizara en un camino ya existente.

De acuerdo con el análisis de cada una de las variables del SAR se puede decir que el área de estudio se encuentra en buen estado de conservación, sin embargo, la inserción del proyecto modernización del camino Sotuta-Holca con una longitud de 25.2 km no repercutirá ni aumentara la perturbación en la calidad ambiental de la zona. Así mismo, el proyecto traerá beneficios a las comunidades cercanas, aumentando la movilidad y traslado de mercancía dentro y fuera de la región.

#### **IV.4.-Identificación y análisis de los procesos de cambio en el sistema ambiental regional**

##### **IV.4.1.-Medio físico**

###### ***Clima***

Una de las razones en cuanto a la modificación del clima en el área de estudio, se presenta por los cambios de la humedad, la temperatura y la radiación e incidencia solar.

Debido a la pérdida de cobertura vegetal y al incremento del flujo vehicular en el SAR, el clima en la región podría cambiar ocasionando un aumento de temperatura. Sin embargo, no se existiría pérdida de cobertura vegetal arbórea y el flujo vehicular es menor para el nuevo tramo carretero.

La remoción de la cobertura vegetal en el área de influencia del proyecto no tendrá efectos sustanciales sobre las condiciones de humedad y precipitaciones pluviales en la zona, al igual que en la radiación e incidencia solar, dado que como ya se ha mencionado se



realizará sobre un camino ya existente y una vez terminadas las labores de construcción de la carretera, se procederá a realizar las labores de reforestación. Desde el punto de vista antropogénico, las alteraciones al microclima estarán más relacionadas a la zona urbana, lo que modifica localmente las tasas de humedad y temperatura de un sitio a otro. Sin embargo, se considera que esta situación estará muy delimitada por la misma extensión de la mancha urbana, por lo que no existirán repercusiones a nivel del SAR.

### **Hidrología**

*Disminución en la calidad en cuerpos de agua:* en el trazo de proyecto no existen cuerpos de agua superficiales, sin embargo, la dinámica hidrológica no se verá afectada, ya emplearan las obras de drenaje necesarias.

*Modificación de los patrones naturales de drenaje:* En el trazo de proyecto no existen cuerpos de agua superficiales, sin embargo, la dinámica hidrológica no se afectará ya que como se ha mencionado anteriormente la obra se construirá en una camino ya existente, el cual ya modifico los patrones naturales de drenaje al momento del temporal de lluvias.

### **Suelo**

*Aumento en la susceptibilidad a la erosión.* El SAR se encuentran principalmente cuatro tipos de suelo (leptosol, luvisol, cambisol y feozen), los cuales presentan un bajo grado de susceptibilidad a la erosión debido a que el área de estudio no presenta pendientes muy pronunciadas, sin embargo este factor de erosión en conjunto con los constantes cambios de uso de suelo (generados principalmente por actividades agrícolas y agropecuarias), que dejan expuesta la superficie del suelo al proceso erosivo eólico e hídrico han provocado que se presenten algunos sitios semierosionados.

*Alteración de la composición físico-química.* Esta no se ve afectada de gran manera por la erosión del suelo, en ocasiones esta es benéfica para las zonas planas por el acarreo de minerales proveniente de las zonas altas, asegurando que los suelos aumenten su fertilidad.

### **Geología y geomorfología**

*Modificaciones en la topografía:* En el área de estudio las modificaciones de la topografía se realizaron con la construcción del camino ya existente, sobre el cual se realizará el proyecto. Con la modernización del camino, se tiene contemplado realizar ampliaciones con la finalidad de pavimentar y mejorar las condiciones actuales del camino, en esta modernización se tendrán que realizar terraplenes para alojar la estructura del camino, provocando modificaciones poco significativas en el relieve del terreno.

*Cambios en los procesos naturales de erosión-sedimentación.* En los procesos naturales de erosión – sedimentación los cambios son provocados principalmente por efecto de la lluvia, durante las actividades de construcción quedaran áreas descubiertas de vegetación (terraplenes del camino), esto ocasionara que se presenta un incremento en este proceso natural en la temporada de lluvias. Este efecto será contrarrestado mediante actividades de reforestación en las áreas impactadas.

*Desestabilización de terrenos.* Este proceso se puede presentar en los taludes de los

terraplenes que se realicen durante la construcción los cuales serán mínimos, presentándose derrumbes al pie de estos taludes, como efecto de la desestabilización del terreno. En estos sitios será importante realizar ciertas medidas de estabilización de cortes y terraplenes, para poder mitigar este efecto.

#### **IV.4.2 Medio biótico.**

##### ***Flora***

*Daño físico individual.* Cuando existe la intervención humana sobre las alteraciones ambientales que suceden de manera natural, los daños en el ecosistema pueden incrementarse notoriamente, y así cada especie, tendrá una capacidad individual de resistir en mayor o menor grado los diferentes disturbios. Las obras asociadas a la construcción de la carretera se efectuarán únicamente en la zona del derecho de vía, se prevé afectación de la flora únicamente en esa superficie en específico sobre el ancho de corona, y esto no se reflejará a nivel del SAR.

*Alteración a las formas de crecimiento.* El crecimiento de la vegetación está determinado por el componente genético de cada especie y por las condiciones ambientales que le rodean. La manera en que las actividades humanas pueden modificar el patrón de crecimiento de la vegetación, depende del grado de afectación que ocurra en las diferentes variables ambientales que se alteren. Al modificar la cubierta vegetal de un ecosistema se produce un cambio en el clima de manera local, lo que puede repercutir en los patrones de crecimiento y producir con el paso del tiempo variaciones morfológicas que pueden ser permanentes o temporales.

En el área de influencia directa del tramo a modernizar, la alteración será total, pues se piensa retirar una capa de suelo, que es la que contiene las comunidades microbianas y los nutrientes necesarios para el crecimiento de la vegetación.

*Alteración a los patrones de distribución.* Se han afectado los patrones de distribución por los cambios de uso de suelo, crecimiento poblacional en el SAR, principalmente en Sotuta, Tibolón y Kantunil. Esto debido a las características del suelo donde se localiza, el cual es eliminado constantemente para incorporar terrenos a la agricultura de temporal y agostadero para la ganadería. Así mismo la demanda de construcciones de infraestructura, servicios y vivienda.

*Modificaciones en la densidad relativa.* La estructura vegetal más abundante en el área de influencia es selva mediana subcaducifolia asociado con zonas de agricultura de temporal. Con características intermedias en su fisonomía y en sus requerimientos climáticos, sin embargo, La densidad relativa de especies no se considera que resulte muy afectada de manera importante ya que en un 40% la selva se perdido dando paso a zonas agrícolas y agropecuarias. Las especies comprendidas dentro del área de influencia directa del proyecto son pocas y con una menor cantidad de individuos.

*Modificación en las interacciones entre especies.* La modificación de las interacciones entre especies tales como la competencia, se han acumulado por el crecimiento poblacional aunque este es mínimo esta ocasionando la fragmentación de la vegetación. El riesgo que constituye atravesar o volar de claro en claro, ha afectado la historia de vida de las especies

a lo largo del tiempo, a estos efectos se sumará los que se produzcan por la introducción del camino al sistema, los cuales se consideran mínimos.

*Pérdida de la sustentabilidad en el manejo de los recursos.* La población se beneficia de los recursos, utilizando en ocasiones sin medida, por ejemplo, la caza de animales para consumo, los cambios de uso de suelo de los terrenos forestales para convertirlos en zonas agrícolas y ganadera, entre otras variables a consecuencia de estas, poco a poco se va perdiendo sustentabilidad del recurso natural.

### **Fauna**

*Disminución en la abundancia.* La abundancia de poblaciones no ha presentado alteraciones importantes en la región de estudio, debido a que la mayoría de las especies se encuentran en zonas alejadas a la zona del proyecto, evitando con ello acercamientos con la actividad humana. En las zonas perturbadas, generalmente hay organismos resistentes a los cambios ambientales y que son generalistas, lo que favorecerá a un aumento en la población de estas especies. El crecimiento de la población y las necesidades que este implica puede repercutir en el estado de la biodiversidad, tanto local como regionalmente.

Otra forma de afectar la abundancia de las poblaciones es a través de la caza de ejemplares, lo cual suele ser más marcado en las especies más características de la región, (especies comestibles como codorniz, palomas, conejo, ardillas, etc.). Otras de las especies que suelen ser atractivas para el comercio (actualmente ilegal) son las aves, de igual manera la captura de ejemplares de mapache, coyote y tejón los cuales se venden como mascotas. Se estima que la abundancia de ejemplares no disminuya drásticamente, como ya se mencionó anteriormente las especies de fauna están localizadas en zonas alejadas y sitios menos perturbados, y la que se encuentra cercana se espera que se aleje paulatinamente con la presencia de la maquinaria y la presencia de ruidos ante los cuales la fauna no está habituada.

*Competencia por límites territoriales.* Si se prevé que en la zona de trabajo pueda darse la exista de competencia por espacio, por recursos, sitios de anidamiento, madrigueras ya que se verán reducidos de una u otra manera sus hábitats. Una ventaja que presentan la gran mayoría de las especies de esta región, es que no dependen de recursos limitantes para llevar a cabo su ciclo biológico, por lo que pueden reubicarse con facilidad en donde haya condiciones ambientales adecuadas para su hábitat, sin necesidad de que sea tan particularizado desde el punto de vista de requerimientos ecológicos para un desarrollo armónico de las poblaciones.

*Alteración de las interacciones poblacionales.* Las interrelaciones poblacionales se modifican paulatinamente a la misma tasa en la que varían las condiciones del ecosistema. Una de las relaciones ecológicas más frágiles ante una ligera variación de alguno de sus componentes, es el relación depredador – presa. Para el caso en particular, los componentes más primordiales son los carnívoros, cuya función ecológica es la regulación de las especies ubicadas en los eslabones menores de la cadena trófica. Existe una regulación importante de roedores por felinos, reptiles y aves e incluso algunos insectos (tarántulas) y carnívoros menores (mapaches). En el SAR podemos denotar que las cadenas tróficas del encuentran en equilibrio ecológico.

*Pérdida de la sustentabilidad en el manejo de los recursos.* En su mayoría, mucha de la fauna original ha cambiado principalmente por acciones de caza furtiva y por la pérdida de su hábitat, al cambio de suelo y convertirlo en zonas agrícolas, la deforestación lo que ha originado una pérdida de especies nativas de la región.

### **Paisaje**

*Potencial estético de la zona o región.* La construcción del tramo afectará de manera permanente el sitio, mas no las cualidades paisajísticas de la zona y esta serán de manera local. Y se espera con la reforestación se conserve el potencial estético.

## **IV.4.3. Medio socioeconómico**

### **Medio social**

*Demografía.* Se considera un incremento demográfico exponencial a largo plazo, esto considerando las tasas de crecimiento estimadas para el SAR. Este crecimiento requerirá la mayor demanda de bienes y servicios para satisfacer a la creciente población, por lo que puede llegar a comprometerse el ecosistema en busca de la obtención de servicios primarios (vivienda, agua potable, alcantarillado, alimentación). Se considera que dentro del SAR algunas personas que migraron buscando nuevas oportunidades regresen al ver que las condiciones económicas debido al mejoramiento de las vías de comunicación, por lo tanto se incrementara el escenario demográfico, probablemente se formaran más fraccionamientos y la dispersión de los asentamientos humanos con la subsiguiente dificultad de brindarles los servicios básicos y de equipamiento.

*Modificaciones al uso actual y/o potencial del suelo.* Las localidades cercanas al proyecto mantienen activo el uso actual del suelo, en el trazo del camino actual se observa un uso de suelo predominantemente agrícola y pecuario y con el mejoramiento del camino se cree que el uso de suelo se modificara aún más a estas actividades debido a la facilidad de traslado de los productos y animales, lo que permite el constante crecimiento de estas poblaciones. Sin embargo se prevé llegue a modificarse el tipo de actividades derivado la facilidad de la comunicación.

*Competencia por límites territoriales.* No se prevé la competencia por los límites territoriales, pues los terrenos al ser en su mayor parte ejidales y algunas propiedades particulares, se encuentran debidamente delimitados, por lo que no se considera que existan conflictos en este aspecto.

*Cambios en la planificación urbana.* No se considera algún cambio en la planificación, puesto que las personas han respondido con agrado al ver que por fin podrán tener un camino que les permita acortar los tiempos de traslado entre las comunidades involucradas.

*Incidencia en salud, educación, transporte, vivienda recreación, seguridad, etcétera.* Las localidades dentro del SAR se beneficiarán significativamente, cuya población va en aumento, contarán con mejores servicios básicos. Este escenario se prevé para esta zona, que sobre todo se verá beneficiada con respecto a los servicios de salud y de educación, al quedar a menor distancia con el mejoramiento de la carretera de igual manera para dirigirse hacia la cabecera municipal.

### **Medio económico**

*Modificaciones en el nivel de ingresos de la población local y/o de la población económicamente activa.* En los hogares de las localidades de la zona de estudio el nivel de ingreso depende básicamente del sector secundario y primario. La modernización de camino Sotuta-Holca favorecerá y agilizará el intercambio de bienes y servicios de las localidades y de la región.

*Cambio estructural en el nivel adquisitivo* Como se mencionó anteriormente, el mayor nivel de ingreso de la zona de estudio depende de la actividad agrícola, ganadera, comercio, construcción y docencia principalmente. Hasta el momento el nivel adquisitivo no ha sufrido modificaciones importantes, aunque se observa que existe una tendencia a modificar las viviendas de material de madera y lamina a viviendas con materiales como cemento, arena grava y tabique. La modernización de camino eventualmente aumentará el nivel adquisitivo, trayendo consigo un cambio en los patrones de consumo.

*Alteraciones en la tenencia de la tierra y demanda del factor trabajo.* En el caso del área de estudio se prevé que no se presentarán cambios drásticos en la tenencia de la tierra, aunque existe la posibilidad de que se construyan fraccionamientos y otros servicios cercanos a la carretera que se construirá, siguiendo los mecanismos de sustentabilidad que hasta el momento se han llevado a cabo.

*Desequilibrio en la oferta y demanda del factor trabajo.* El mercado de trabajo de la zona se caracteriza porque exclusivamente está basado en la actividad agrícola y pecuaria, por lo que se considera incompleto dadas las fluctuaciones en la comercialización y venta de sus productos a lo largo del año. En consecuencia, la oferta de trabajo se vuelve mayor en temporada alta y disminuye de manera importante en temporada baja. Al diversificarse las fuentes de trabajo, llegará un momento en que el sector agrícola se verá saturado, lo cual en vez de fortalecer a los locatarios puede significar un retroceso al bajar de precio la mano de obra y los productos. Ocasionando emigración y empobrecimiento de gran parte de la población. La modernización del camino contribuirá al que este factor no aumente sino al contrario fortalezca a la población y aumenten las actividades productivas y el mercado de trabajo esté más completo.

*Relaciones de costo-beneficio en desequilibrio.* En el campo mexicano de manera general, se presenta una situación de mercados incompletos o inexistentes, para uno o varios de los elementos que componen la actividad económica. En el SAR, sobre todo es en ese sentido que puede comprenderse que la actividad principal es la agricultura donde los costos pueden ser altos o bajos y el benéfico dependerá de las condiciones climáticas de la temporada.

*Incremento en los costos de los procesos de transformación.* De la misma manera, el aumento de las actividades en los diferentes sectores implica un mayor costo relativo en los procesos de producción y transformación. Es decir, que mientras que en las actividades agropecuarias se van incrementando los costos de los procesos de transformación, en las demás ramas de la actividad económica van disminuyendo.



#### **IV.5. Construcción de escenarios futuros**

En las diversas carreteras del estado, la sociedad demanda mucho tránsito, donde las condiciones de servicio requieren de mejoras para el traslado óptimo de bienes y pasajeros, y así mejorar las condiciones de servicio presentando una superficie de rodamiento que proporcione mayor confort y seguridad a sus usuarios.

A corto plazo para la zona de estudio se puede construir un escenario futuro de desarrollo, tanto en el ingreso de los servicios básicos restantes, como en el desarrollo de proyectos productivos que mejoren la calidad de vida de la región.

En lo que respecta a mediano plazo se espera que el desarrollo obtenido a corto plazo se mantenga estable y se proyecten los recursos económicos para aumentar el desarrollo de la región. Sin embargo, las actividades que se emplean en el país para impulsar el desarrollo, está ligado drásticamente a la explotación irracional de los recursos naturales, lo que nos lleva a predecir un escenario futuro en el contexto ambiental de posible deterioro (principalmente en la explotación de los árboles forestales que se presentan en el área del proyecto). El crecimiento demográfico es uno de los puntos más importantes en los escenarios futuros, ya que al incrementar la población, mayor explotación de los recursos naturales habrá en la zona para satisfacer las necesidades de la población, esto es lo que nos lleva a interpretar el escenario futuro a largo plazo, en donde se puede distinguir dos escenarios uno positivo y otro negativo.

En el escenario positivo construido a largo plazo, se incluye la conservación de la infraestructura carretera Sotuta-Holca, mayor cantidad de centros educativos, incremento en el número de viviendas, abasto continuo a los centros de salud, mayor producción y venta de los productos producidos en la región además de un mejor transporte. En el escenario negativo a largo plazo, falta de mantenimiento de la infraestructura carretera, deterioro de la superficie de la misma, paralizando los factores de desarrollo y crecimiento, ya que una vía de comunicación en mal estado no favorece el transporte de la población y de los productos de la región.

Durante la modernización del camino la falta de supervisión ambiental podría ocasionar perjuicios innecesarios a la flora y fauna, incrementado el tiempo para su restauración.

Desde el aspecto cultural se puede hacer una predicción general, ya que es de conocimiento de todos que el proceso o desarrollo siempre va ligado a la modernización, ocasionando pérdida cultural sobre los grupos indígenas de nuestro país, debido a que ellos impulsados por la necesidad de mejorar las condiciones de vida en las que se encuentran tienen que cambiar sus hábitos y costumbres emigrando en algunas ocasiones y perdiendo mucha de su identidad. Esta ausencia de valores se suma a la falta de cultura ecológica que muchas veces llega a propiciar no solo problemas sociales sino también de índole ecológico. Que en Yucatán y en México han propiciado que bosques enteros se conviertan en páramos improductivos

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

El área de estudio se ubica a la Región III Centro y Región VI Oriente del Estado de Yucatán, esta zona se caracteriza por las sus actividades como agricultura y ganadería. 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.

Cuando se realice el desmonte de las zonas donde se realizará la modernización del camino, para delimitar el ancho de corona y de la modificación de ruta propuesta, el corte de los taludes y de terraplén quedarán descubiertos, expuestos al proceso erosivo, esta superficie se acumulará a los fragmentos de suelo semierosionados que se encuentran dentro del sistema ambiental regional.

A los escurrimientos de sedimentos que se provocan en época de lluvia hacia las trayectorias de los cuerpos de agua cercanos, se sumaran los desprendimientos que se ocasionaran en las secciones de corte del tramo de la construcción, hasta que se regenere la vegetación sobre el corte de los taludes o se estabilicen mediante algún método. Este impacto suele presentarse con mayor énfasis en los cortes de mayor altura, en donde resulta complicada su estabilización, así mismo representa un impacto acumulativo a los problemas de erosión que presenta el sistema, ya que cada día son mayores las áreas desprovistas de vegetación como consecuencia de las actividades que eliminan la vegetación sin tomar en cuenta las medidas necesarias para mitigar los efectos que produce su eliminación.

La fragmentación del hábitat en la mayoría de los casos es causada por la construcción de brechas, caminos y carreteras, afectando varios componentes del medio biótico y abiótico, como la pérdida de vegetación total y permanente considerado a este ya como un impacto residual, la destrucción, compactación y fragmentación de suelo presentan un riesgo para la fauna, que tenga que migrar de un lado a otro del camino, esta última afectación es uno de los impactos residuales en el que el proyecto se verá involucrado de manera involuntaria por su misma naturaleza de construcción, estos son los impactos que presentara el sistema ambiental regional, y que persistirán aun aplicando las medidas de mitigación necesarias (letreros que indiquen la presencia de fauna silvestre). Cuando se pavimente el camino el riesgo de atropellamientos se verá potencializado por el aumento de la velocidad de circulación de los vehículos.

### **V.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 de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad regional "Modernización del camino

Sotuta – Holca, tramo del km 0+000 al km 25+200, en los municipios de Sotuta y Kantunil, ubicado en el estado de Yucatán. 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.

- |   |   |
|---|---|
| 1. Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía   | 7. Nivelación y rellenos                                |
| 2. Indemnización a los propietarios afectados                     | 1. Compactación   |
| 3. Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales | 2. Preparación de los cruces con los caminos existentes |
| 4. Despalme   | 3. Manejo y disposición de residuos de la obra          |
| 5. Corte de lomeríos  | 4. Trabajo y presencia humana en campo                  |
| 6. Movimientos de tierra  |   |

**Tabla 84.** Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Trazo de la trayectoria y la 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
Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	Vegetación	Eliminación a lo largo del trazo de la vegetación de especies de selva baja caducifolia, siendo un efecto negativo.
	Fauna	Perturbación y desplazamiento de la escasa fauna silvestre.
	Paisaje	Modificación del paisaje
	Calidad de vida	Generación de empleos Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.
Despalme	Suelo	Erosión del suelo y pérdida 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.
Calidad de vida	Generación de empleos	
	Incremento en el consumo de bienes y servicios locales.	

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Corte de lomeríos	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 capacitación en el trabajo.
Movimientos de tierra	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.
	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.	
Compactación	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.
Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes	Uso de suelo	Cambio de suelo para vías de transporte
	Suelo	Incremento de erosión y cambio del tipo de suelo por modificaciones a sus características físicas.
	Paisaje	Alteración a la continuidad del paisaje por los señalamientos en los distintitos crucesos con carretera y tercerías.
	Aire	Generación de polvos y humos por la maquinaria
	Acústica	Generación de ruido por el empleo de maquinaria
Manejo y disposición de deciduos de la obra	Suelo	Eliminación de suelo
	Aire	Presencia de partículas solidas
	Acústica	Generación de ruido por maquinaria empleada

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	Generación de empleo	Uso de servicios locales de transporte de carga
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 el proyecto 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 contempla 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 localidades de Sotuta, Tibolom y Holca, así como otras circunvecinas de los Municipios de Sotuta y Calkiní, 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.

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 12. Fosas de adsorción                | 1. Operación de maquinaria y equipo  |
| 13. Colocación de base y subbase      | 2. Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patíos de servicio |
| 14. Construcción de Terraplenes       | 3. Colocación de carpeta asfáltica, incluye riesgos de liga y sello          |
| 15. Estabilidad de taludes            | 4. Manejo y disposición de residuos de obra                                  |
| 16. Explotación de bancos de material | 5. Señalamientos   |
| 17. Acarreos de material              | 6. Áreas verdes.   |

**Tabla 85.** Listado de cotejo de la preparación del sitio del proyecto

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Fosas de adsorción	Suelo	Incorporación de estructuras y elementos ajenos al terreno natural, existe una exposición de la superficie del suelo y horizontes
	Geomorfología	Captación de agua pluvial



ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
	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. 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.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS	IMPACTO
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio	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.
	Calidad de vida	Generación de empleos para la contratación temporal de mano de obra calificada y no calificada de la región.
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	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 (bordillos), con lo cual se prolonga la vida útil del proyecto. A continuación, se enlistan las actividades tentativas de esta etapa.

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

**Tabla 86.** Listado de cotejo de la etapa de operación y mantenimiento del proyecto.

ACTIVIDAD	FACTORES AMBIENTALES AFECTADOS		IMPACTO
Tránsito vehicular	Calidad del aire	Desarrollo urbano	Contaminación del aire por la emisión de gases de combustión de los vehículos que circulen por la carretera Emisión constante de ruido por el tráfico vehicular 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. 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 libramiento. Incremento en la demanda de bienes y servicios.
	Suelo y agua		
	Fauna		
	Seguridad durante el transporte		
	Asentamientos irregulares		
Mantenimiento (Limpieza, bacheo y señalización).	Suelo	Calidad de vida	Es benéfica la recolección y disposición de los residuos de asfalto y otros materiales, escombros y residuos sólidos, derivados del uso de la carretera y mantenimiento. Contaminación del suelo por la ocurrencia de derrames ocasionales de sustancias como pintura y aceites.
	Calidad de aire		
	Seguridad		
Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	Suelo	Accesos inmediatos de entrada y salida	Dispersión de partículas fugitivas a la atmósfera. Generación de ruidos y emisión de sustancias a la atmósfera. Caída de residuos en la superficie de las vialidades. Accidentes viales potenciales por la presencia de residuos de gran tamaño o que puedan obstaculizar la visibilidad.
	Calidad del aire		
	Vialidades utilizadas		

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 87.** Principales impactos y factores ambientales

PRESION O CAUSA DE MODIFICACION	ESPECIALIDAD 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 del patrón de la escorrentía superficial.
	Local y temporal	Calidad del aire	Contaminación del aire por la generación	Ahuyentamiento permanente e

PRESION O CAUSA DE MODIFICACION	ESPECIALIAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS		
		PRIMARIOS	SECUNDARIOS	TERCIARIOS
			de ruido y gases de combustión.	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.
Desmante de la cobertura vegetal.	Local y permanente.	Perdida de la cobertura vegetal, extracción de raíces y arrastre de troncos.	Erosión del suelo.	Durante el arrastre de los troncos, se acentúa la escorrentía superficial y mayor poder erosivo. Aumento en una emisión local de aeropartículas. Ingreso a corrientes superficiales,

PRESION O CAUSA DE MODIFICACION	ESPECIALIAD Y TEMPORALIDAD	EFECTOS		
		PRIMARIOS	SECUNDARIOS	TERCIARIOS
				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	Deposición 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 88.** 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.



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

### V.1.2.1. Red de eventos

En esta parte de la Manifestación 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 modernización del camino, 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.

#### V.1.2.1.1 Descripción de la red de eventos para la construcción del Proyecto

La justificante para el proyecto, 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 Sotuta, Tibolón y Kaltunil así como otros circunvecinos, favoreciendo las diferentes localidades aledañas, que además de dar solución a la comunicación terrestre, evite la existencia de 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 de Sotuta y Kantunil, 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 del presente proyecto de trazo carretero, de donde en este apartado se procederá a la descripción de los impactos ambientales generados por el proyecto mediante la técnica de red de eventos.

## **V.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 puntuales, 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 destrucción 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 89.** 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



TIPO DE IMPACTO	CATEGORIA	PONDERACION
EFECTO (EF)	ACUMULATIVO	2
	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.

### V.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 puntuales, 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 90.** 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.

MEDIO	FACTOR AMBIENTAL	ATRIBUTOS AMBIENTALES
	Geología	Tipo de material
		Inestabilidad
	Suelo	Contaminación
		Erodabilidad
	Aire	Composición gaseosa.
		Aeropartículas minerales.
		Acústica.
	Hidrología Subterránea	Infiltración
		Recarga hidrológica.
	Hidrología Superficial	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	Especies con estatus.
		Calidad visual.
Socioeconómico	Uso del suelo	Fragilidad.
		Tenencia de la tierra.
	Elementos Urbanos.	Uso potencial del suelo.
		Vialidad y transporte.
	Salud y Seguridad social	Asentamientos humanos.
		Seguridad en el trabajo.
	Económicos	Calidad de vida.
		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 91.** Categorías de los impactos identificados en la matriz de ponderación

Impacto Bajo	Impacto Medio	Impacto Alto
0-7	8-14	15-20







De esta forma se tiene 26 actividades, 30 factores ambientales, lo que ofrece un total de 780 interacciones potenciales, de las cuales solo aplican 274 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	113	132	29
% de impactos	41.2%	48.2%	10.6%

La siguiente gráfica resume estos valores, así como la distribución de los impactos por cada etapa del proyecto:



**Gráfica 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 92.** Factores ambientales del SAR

		FACTORES ABIÓTICOS		
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
<b>Movimientos de materiales.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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.	
	Despalme			
	Corte de lomeríos			
	Movimientos de tierra			
	Nivelación y rellenos			
<b>Relieve.</b>	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		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.	
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	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	

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	Explotación de bancos de material.	En el banco de materiales, se acentuará las	Evitar una disrupción del relieve, procurando integrar estas obras al entorno existente, así como integrando vegetación en los márgenes de los cauces presentes.	
<b>GEOMORFOLOGÍA</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Tipo de material</b>	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	
	Manejo y disposición de residuos de la obra		Recolectar y reubicar el material que pudiera caer en los cauces de las corrientes hidrológicas existentes.	
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
		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.
		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.	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Inestabilidad</b>	Corte de lomeríos	Puede haber impacto negativo al no quedar bien estabilizado los cortes	Todos los cortes deben de quedar estabilizados para evitar derrumbes	
<b>SUELO</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Contaminación del suelo</b>	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	
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras,		Evitar los derrames de mezcla asfáltica	

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	talleres y patios de servicio.	Se puede producir contaminación por derrames de hidrocarburos o productos de la carpeta asfáltica	Se deberá colocar la carpeta asfáltica de la manera cuidadosa únicamente en ancho de corona del proyecto.	
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.			
	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	
	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>			
	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	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Erodabilidad</b>	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	Erosión superficial en toda el área del terraplén del proyecto.		
	Nivelación y rellenos			
	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.	
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Fosas de adsorción	Erosión superficial en las áreas de las fosas de adsorción durante la construcción de estas.	Escarificar al término de las actividades constructivas e incorporar vegetación arbustiva endémica alrededor de estas para formar una barrera, que permita la captación del agua pluvial	
	Colocación de base y subbase.	Erosión superficial a lo largo de la base y subbase.		
	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 70% y revegetación permanente		

		<b>FACTORES ABIÓTICOS</b>		
<b>ATRIBUTO</b>	<b>ACTIVIDAD</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO</b>	<b>MEDIDA DE MITIGACIÓN</b>	
<b>AIRE</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Composición gaseosa.</b>	Despalme	El uso de maquinaria 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 aire. El movimiento de tierra genera partículas de sólidos suspendidos.		
	Nivelación y rellenos	Uso de maquinaria, equipo pesado y de carga, producen gases de combustión y afectan la calidad del aire.		
	Compactación			
	Manejo y disposición de residuos de la obra			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	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.	Mantenimiento preventivo y correctivo de la maquinaria y equipo así como cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica.	
	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.		Mantenimiento preventivo y correctivo de vehículos de carga y cumplir con la normatividad vigente en materia de contaminación atmosférica	
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.				
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.				



FACTORES ABIÓTICOS			
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Áreas verdes.	Impacto positivo, que fija CO2 atmosférico y depura el aire circundante	Garantizar una sobrevivencia mayor del 70% y revegetación periódicamente
	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
	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.		
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
Aeropartículas minerales.	Despalme	Liberación de materiales particulados a la atmosfera.	Trabajar en fase húmeda o evitar hacerlo en época de tolvaneras (enero a marzo).
	Corte de lomeríos		
	Movimientos de tierra		
	Nivelación y rellenos		
	Compactación		
	Manejo y disposición de residuos de la obra		
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
	Construcción de Terraplenes.	Liberación de materiales particulados a la atmósfera.	Trabajar en fase húmeda o evitar hacerlo en época de tolvaneras (enero a marzo).
Explotación de bancos de material.			
Acarreos de material.			
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.			
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
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		
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
Colocación de base y subbase.		Mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y equipo. Trabajar en horario diurno y en caso de trabajar en zonas urbanas y	

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	Construcción de Terraplenes.	El uso de maquinaria, equipo pesado y vehículo de carga, producirán niveles de ruido perceptibles.	en horario nocturno, colocar mamparas alrededor de los equipos para absorber el ruido generado, sobre todo en la cercanía de los causes.	
	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.			
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				
	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.	
<b>HIDROLOGÍA SUBTERRÁNEA PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
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			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
		Fosas de adsorción	Esta actividad puede mantendrá la recarga hidrológica del área del proyecto	Realizar la recolección periódica de los residuos sólidos. Contar con un programa de manejo de residuos sólidos y líquidos, para evitar la contaminación y asolve de las obras de adsorción.
	Colocación de base y subbase.			
	Estabilidad de taludes.			
	Áreas verdes.	Ayudará a favorecer la infiltración en los puntos de reforestación.	Integrar vegetación a lo largo de todo el derecho de vía del proyecto y en las áreas verdes	
<b>CONSTRUCCIÓN</b>				
Recarga hidrológica.	Fosas de adsorción	Estas obras captaran de manera inmediata el agua de lluvia promoviendo la infiltración de la misma.	Integrar vegetación a lo largo de todo el derecho de vía del proyecto y en las áreas verdes	
	Colocación de base y subbase.			
	Construcción de Terraplenes.			

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	Explotación de bancos de material.			
<b>HIDROLOGÍA SUPERFICIAL</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Dinámica hidrológica.</b>	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.	
	Corte de lomeríos			
	Nivelación y rellenos			
	Compactación			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Fosas de adsorción	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.	
Colocación de base y subbase.				
Construcción de Terraplenes.				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Calidad del agua.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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.	
	Despalme			
	Trabajo y presencia humana en campo			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	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.	Contar con un programa de manejo de las sustancias, materiales y residuos utilizados en esta actividad.		
<b>VEGETACIÓN</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Diversidad de la vegetación.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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. Recolectión 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			
<b>CONSTRUCCIÓN</b>				

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	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.	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Abundancia de la vegetación.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Estabilidad de taludes.	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.	
Explotación de bancos de material.				
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.		
<b>FAUNA</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Diversidad de la fauna.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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.	
	Despalme			
	Corte de lomeríos		Realizar el desmante de manera paulatina para permitir el desplazamiento de la fauna. Reubicar organismos o madrigueras encontrados, en toda la trayectoria del proyecto.	
<b>CONSTRUCCIÓN</b>				
	Fosas de adsorción	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 mediante la	

FACTORES ABIÓTICOS			
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
			incorporación de letreros (señalamiento) informativo restrictivo y preventivo.
	Áreas verdes.	Al momento de la revegetación se desplazara la fauna local	Evitar la caza furtiva y la muerte de organismos por parte del personal de las empresas constructoras. Implementar las áreas verdes y reforestadas de manera paulatina en zonas donde ya no se tenga proyectadas actividades adicionales del proyecto, para permitir el desplazamiento de la fauna.
	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
	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.
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
Abundancia de la fauna.	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	Se reduce la población por el empleo de maquinaria para desarrollar la actividad	Realizar el desmante de manera paulatina para permitir el desplazamiento de fauna. Reubicar organismos o madrigueras encontradas, e toda la trayectoria del proyecto.
	Despalme		
	Corte de lomeríos		
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
	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.		
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>			
	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.
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
Especies con estatus.	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	Desplazamiento de la fauna excepto aquellos organismos que se encuentren anidados en el sitio.	Reubicar organismos o madrigueras encontrados en toda la trayectoria del proyecto.
	Despalme		
	Corte de lomeríos		
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>		
	Fosas de adsorción	Reducción de especies debido al desplazamiento por la construcción.	Evitar la caza furtiva y la muerte de organismos por parte del personal de las empresas constructoras.
	Construcción de Terraplenes.		
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.			



FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
		<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>		
	Tránsito vehicular.	El ruido ocasionado por el tránsito 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.	
<b>FONDO ESCÉNICO Y ESTÉTICO</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Calidad visual.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	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.			
	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			
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).	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.	
	Colecta y Transporte de residuos generados			

FACTORES ABIÓTICOS			
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	a lo largo de la carretera y derecho de vía.		
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
<b>Fragilidad.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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.
	Despalme		
	Corte de lomeríos		
	Nivelación y rellenos		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Explotación de bancos de material.	Integrar un elemento ajenos al paisaje	Integrar elementos arbóreos en los márgenes del cauce.
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.		
	Áreas verdes.	Favorece la calidad visual	Impacto positivo, además de integrar elementos arbóreos a lo largo del derecho de vía.
<b>USO DEL SUELO</b>			
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
<b>Tenencia de la tierra.</b>	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		
	Explotación de bancos de material.	Especulación del valor de la tierra, ocasionada por la ilegalidad de los terrenos, la falta de papeles que demuestren la 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.			
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>			
<b>Uso potencial del suelo.</b>	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

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	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			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Colocación de base y subbase.	La modificación drástica del sitio del banco de materiales, produce la eliminación del uso potencial.		
	Explotación de bancos de material.			
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.				
<b>ELEMENTOS URBANOS</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
<b>Vialidad y transporte.</b>	Movimientos de tierra	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	
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes			
	Trabajo y presencia humana en campo			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Acarreos de material.	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	
	Operación de maquinaria y equipo.			
	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.			
	Señalamientos.		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	
	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>			
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).				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				

FACTORES ABIÓTICOS					
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN		
<b>Asentamientos humanos.</b>	Movimientos de tierra	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		
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>				
	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		
	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				
	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.		
<b>SALUD Y SEGURIDAD SOCIAL</b>					
<b>PREPARACIÓN EN EL TRABAJO</b>					
<b>Seguridad en el trabajo.</b>	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				
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>				
	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.				
	Operación de maquinaria y equipo.				
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.					
Señalamientos.					
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>					

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	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	
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
Calidad de vida.	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			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	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.			
<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>				
Calidad de vida.	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 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.	
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).			
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.			
<b>ECONÓMICOS</b>				
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>				
Generación de empleo.	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	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.	
	Indemnización a los propietarios afectados			
	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales			
	Despalme			



FACTORES ABIÓTICOS			
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	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		
<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	Fosas de adsorción 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 servicio. 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).	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.

FACTORES ABIÓTICOS				
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN	
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.			
<b>Medios de comunicación.</b>	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			
	<b>CONSTRUCCIÓN</b>			
	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.			
	<b>OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO</b>			
		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.			
<b>Consumo de bienes y servicios locales.</b>	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales	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			

ATRIBUTO	ACTIVIDAD	FACTORES ABIÓTICOS	
		DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
		<b>CONSTRUCCIÓN</b>	
	Colocación de base y subbase.	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.
	Construcción de Terraplenes.		
	Estabilidad de taludes.		
	Acarreos de material.		
	Operación de maquinaria y equipo.		
	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.		
	Señalamientos.		
	Tránsito vehicular.		
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		
	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.		
<b>Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas .</b>	Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	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 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		
	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales		
	Corte de lomeríos		
	Movimientos de tierra		
	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes		

FACTORES ABIÓTICOS			
ATRIBUTO	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO	MEDIDA DE MITIGACIÓN
	Manejo y disposición de residuos de la obra		
	Trabajo y presencia humana en campo		
	Fosas de adsorción		
	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, incluyeriagos 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 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.
	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).		

### V.3. Evaluación de impactos ambientales

#### V.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 categorías de impactos, así como las actividades identificadas en cada una de las etapas.

**Tabla 93.** Evaluación de los impactos ambientales

#### ETAPA DE PREPARACIÓN DEL SITIO

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Trazo de la trayectoria y la 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
Consumo de bienes y servicios locales.												0
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	Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales											
	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
Especies con estatus.	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	-10
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
												-91

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Despalme											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	4											
Movimientos de materiales.	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-12
Tipo de material	-1	2	1	1	1	1	1	2	1	1	2	-13
Erodabilidad	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	-12
Composición gaseosa.	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	2	1	-13
Aeropartículas minerales.	-1	1	1	1	1	1	1	1	0	2	1	-10
Acústica.	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	-9



Infiltración	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	-10
Dinámica hidrológica.	-1	1	1	1	1	1	0	1	1	2	1	-10
Calidad del agua.	-1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	-4
Diversidad de la vegetación.												-14
Abundancia de la vegetación.												-10
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	1	2	1	0	1	-10
Especies con estatus.	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-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	1	1	2	2	2	1	13
Consumo de bienes y servicios locales.	1	1	1	1	2	2	2	0	0	0	2	11
												-133

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Corte de lomeríos											I
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	
	5											
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
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
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
												-139

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Movimientos de tierra											I
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	
	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

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Nivelación y rellenos											I
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	
	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
Infiltración	-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
												<b>-104</b>

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Compactación											
	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
												<b>-32</b>

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	9											
Relieve.	-1	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	-15
Erodabilidad	-1	1	1	0	2	1	2	2	1	2	2	-14
Vialidad y transporte.	-1	1	0	1	1	2	2	1	2	2	2	-14
Generación de empleo.	1	0	0	1	1	0	0	1	1	1	1	6
Medios de comunicación.	1	1	0	1	1	1	2	2	2	2	1	13
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	0	1	1	2	1	1	1	1	1	10
												<b>-14</b>

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Manejo y disposición de residuos de la obra											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	10											
Relieve.	-1	1	2	1	1	2	2	2	2	2	2	-17
Tipo de material	-1	1	2	1	2	1	2	2	1	2	1	-15
Contaminación	1	1	0	0	1	0	0	1	2	2	2	9
Composición gaseosa.	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Aeropartículas minerales.	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	-12
Acústica.	-1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	2	-13
Calidad visual.	-1	1	2	1	1	0	0	1	1	1	1	-9
Generación de empleo.	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	1	12
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	1	1	1	1	1	1	1	2	1	2	1	12
												<b>-45</b>

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Trabajo y presencia humana en campo											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	11											
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

**ETAPA DE CONSTRUCCIÓN**

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Fosas de adsorción											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	12											
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
Recarga hidrológica.	-1	1	0	1	1	2	2	1	2	1	1	-12
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
Especies con estatus.	-1	2	2	1	1	1	2	1	2	2	1	-15
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
												2

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Colocación de base y subbase.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	13											
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
Recarga hidrológica.	-1	1	2	2	2	2	2	1	2	1	2	-17
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
												-61

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Construcción de Terraplenes.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	14											
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
Recarga hidrológica.	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	-9
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
Especies con estatus.	-1	1	1	1	2	2	2	1	2	2	2	-16
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
												-82

<b>ATRIBUTOS AMBIENTALES</b>	<b>Estabilidad de taludes.</b>											
------------------------------	--------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	15											
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
16												
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
Recarga hidrológica.	-1	1	0	1	0	0	1	0	0	2	1	-6
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
												-66

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Acarreos de material.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
17												
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

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Operación de maquinaria y equipo.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
18												
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

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.											
-----------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	19											
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
	<b>3</b>											

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	20											
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
Especies con estatus.	-1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	-12
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
	<b>-16</b>											

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Manejo y disposición de residuos de obra											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	21											
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
	<b>-12</b>											

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Señalamientos.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	22											
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
	<b>63</b>											



ATRIBUTOS AMBIENTALES	Áreas verdes.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	23											
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
Especies con estatus.	1	1	0	1	1	1	1	1	1	2	1	10
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
												151

**ETAPA DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO**

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Tránsito vehicular.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	24											
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
Especies con estatus.	-1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	-9
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
												-11

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	25											
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

ATRIBUTOS AMBIENTALES	Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.											
	NA	IN	EX	MO	PE	RV	MC	SI	AC	EF	PR	I
	26											
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
												<b>58</b>

#### V.4.2. 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, destacando para este proyecto la etapa de construcción, por lo cual se tiene un concentrado de 12 actividades que producen impactos ambientales negativos significativos, con la finalidad de atender el número real de impactos derivados del proyecto, agrupados en tres diferentes categorías, contemplando los efectos positivos y negativos:

**Tabla 94.** Intervalos de los Impactos Negativos y Positivos generados por las actividades.

IMPACTOS NEGATIVOS		
CATEGORÍA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
<b>Alto Negativo</b>	-104	-151
<b>Medio Negativo</b>	-56	-103
<b>Bajo Negativo</b>	-8	-55
IMPACTOS POSITIVOS		
CATEGORÍA	LÍMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
<b>Alto Positivo</b>	102	151
<b>Medio Positivo</b>	52	101
<b>Bajo Positivo</b>	2	51

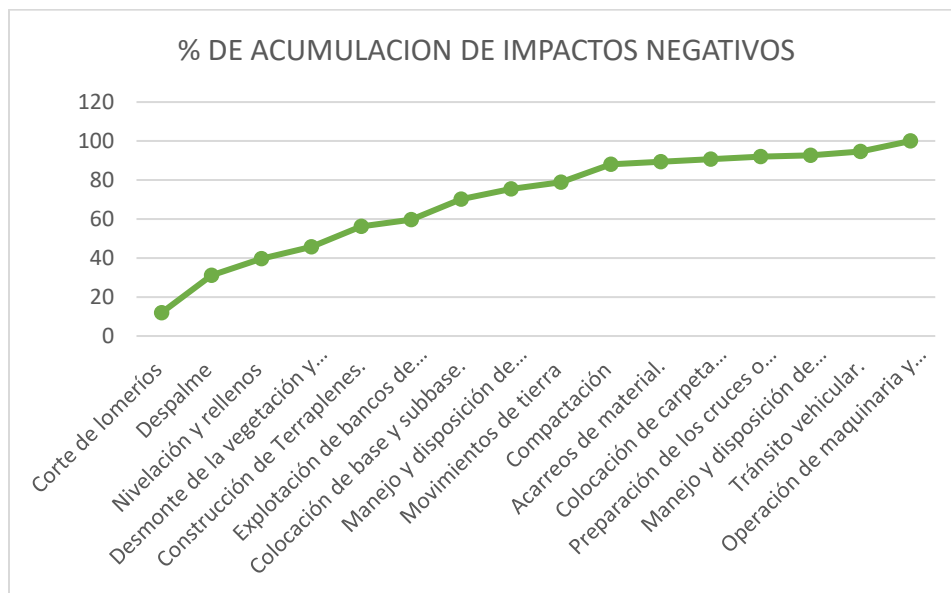
En la siguiente tabla muestra las actividades con la mayor impactabilidad, que deben ser atendidas o minimizadas con la aplicación de medidas correctivas.

**Tabla 95.** Impactos ambientales negativos relevantes.

IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES	PONDERACIÓN	% DE ACUMULATIVO	CATEGORÍA
<b>Corte de lomeríos</b>	-151	11.9	Alto Negativo
<b>Despalme</b>	-133	31.1	Alto Negativo
<b>Nivelación y rellenos</b>	-104	39.7	Alto Negativo
<b>Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales</b>	-91	45.7	Medio Negativo
<b>Construcción de Terraplenes.</b>	-82	56.3	Medio Negativo
<b>Explotación de bancos de material.</b>	-66	59.6	Medio Negativo

IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES	PONDERACIÓN	% DE ACUMULATIVO	CATEGORÍA
Colocación de base y subbase.	-61	70.2	Medio Negativo
Manejo y disposición de residuos de la obra	-45	75.5	Bajo Negativo
Movimientos de tierra	-37	78.8	Bajo Negativo
Compactación	-32	88.1	Bajo Negativo
Acarreos de material.	-18	89.4	Bajo Negativo
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello.	-16	90.7	Bajo Negativo
Preparación de los cruces o entronques con los caminos existentes	-14	92.1	Bajo Negativo
Manejo y disposición de residuos de obra	-12	92.7	Bajo Negativo
Tránsito vehicular.	-11	94.7	Bajo Negativo
Operación de maquinaria y equipo.	-8	100	Bajo Negativo

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.



**Gráfica 2.** Actividades que alcanzan a producir el 100% de Impactos significativos negativos

Como se observa las actividades que generan los principales impactos significativos son las nueve primeras, que alcanzan el 78.8%, mientras que las nueve actividades restantes generadoras de impactos, ocupan el 21.2%. A continuación y en la siguiente tabla, se presenta la descripción de los impactos ambientales significativos modificados por estas quince actividades del proyecto.

ACTIVIDAD DE PROYECTO	IMPACTO GENERADO
<p>Cortes de los lomeríos. (-151) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 11.9%)</p>	<p>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.</p> <p>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.</p>
<p>Despalme. (-133) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 31.1%)</p>	<p>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.</p> <p>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 cauces de agua presentes, habrá la incorporación temporal de 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.</p>
<p>Nivelación y rellenos. (-104)</p>	<p>Las actividades de nivelación y rellenos, incluyendo la compactación se derivan de un intenso uso de vehículos de carga,</p>

ACTIVIDAD DE PROYECTO	IMPACTO GENERADO
<p>(Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 39.7%)</p>	<p>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.</p>
<p>Desmante de la vegetación y transporte de los restos vegetales. (-91) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 45.7%)</p>	<p>El desmante de la vegetación, en tramos parciales de la trayectoria del derecho de vía, 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 selva como de bosque que se encuentran presentes, 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. Con este impacto se alcanza el 38.69% de los impactos significativos.</p>
<p>Construcción de Terraplenes. (-82) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 45.7%)</p>	<p>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.</p> <p>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 Fosas de adsorción. 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.</p> <p>Estas actividades prácticamente alcanzan el 57.96% de los impactos significativos generados, es decir casi la mitad de las afectaciones, donde se encuentran los impactos regionales, permanentes e irreversibles y con bajas posibilidades de mitigar o atenuar las afectaciones derivadas.</p>
<p>Explotación de bancos de material (-66) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 56.3%)</p>	<p>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.</p> <p>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.</p>



ACTIVIDAD DE PROYECTO	IMPACTO GENERADO
	<p>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.</p> <p>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, los cuales alcanzan el 66.16% de las afectaciones generadas por la construcción, lo cual hace necesario que la inclusión de las medidas de mitigación se deben iniciar simultáneamente con el arranque de las actividades iniciales de la obra.</p>
<p>Colocación de base y subbase. (-61) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 70.2%)</p>	<p>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.</p>
<p>Manejo y disposición de residuos de obra. (-45) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 75.5%)</p>	<p>En todos los frentes de trabajo y a lo largo de toda la trayectoria, habrá la generación de residuos de obra, tales como concreto, pintura, asfalto, materiales gravosos, agua para la compactación, restos de soldadura, residuos metálicos, entre otros elementos sobrantes, así como aceites gastados y lubricantes, considerados como residuos peligrosos, derivados de su uso para el mantenimiento preventivo y correctivo de maquinaria y vehículos. Se debe contar con un programa de manejo integral de estos residuos especiales, dando cumplimiento a la legislación y normatividad vigente.</p>
<p>Movimiento de tierras. (-37) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 78.8%)</p>	<p>El movimiento de tierra tiene la necesidad de utilizar camiones y equipo pesado que trae como consecuencia un impacto a la calidad del aire, emisión de gases de combustión interna, ruidos y a mediano plazo la compactación del suelo e intemperismo, los cuales pueden ser mitigados.</p>
<p>Compactación. (-32) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 88.1%)</p>	<p>La necesidad de alcanzar un nivel de compactación superior a los 95° Proctor, hace necesario la presencia de compactadoras o vibradores, que producirán emisiones a la atmósfera y ruido, así como la demanda de lubricantes, combustibles y aditivos, que finalmente se convierten en residuos peligrosos y que se deben manejar de acuerdo al programa integral de residuos.</p>

ACTIVIDAD DE PROYECTO	IMPACTO GENERADO
	Con todos estos impactos significativos se alcanza el 90.73% de los impactos generados, considerando que las afectaciones se han atendidas por las medidas de mitigación integrales propuestas en el capítulo respectivo
Colocación de carpeta asfáltica, incluye riegos de liga y sello. (-90.7) (Porcentaje acumulativo de los impactos generados: 90.7%)	La colocación de la carpeta asfáltica requiere camiones de carga con el asfalto y operación de la asfáltadora, con presencia de los trabajadores, lo cual afectará la calidad del aire y acústica, puntual y temporalmente; las principales afectaciones son los residuos de asfalto, lubricantes y aceite, que deben incorporarse al programa integral de residuos o reutilizados dentro del mismo asfalto requerido.

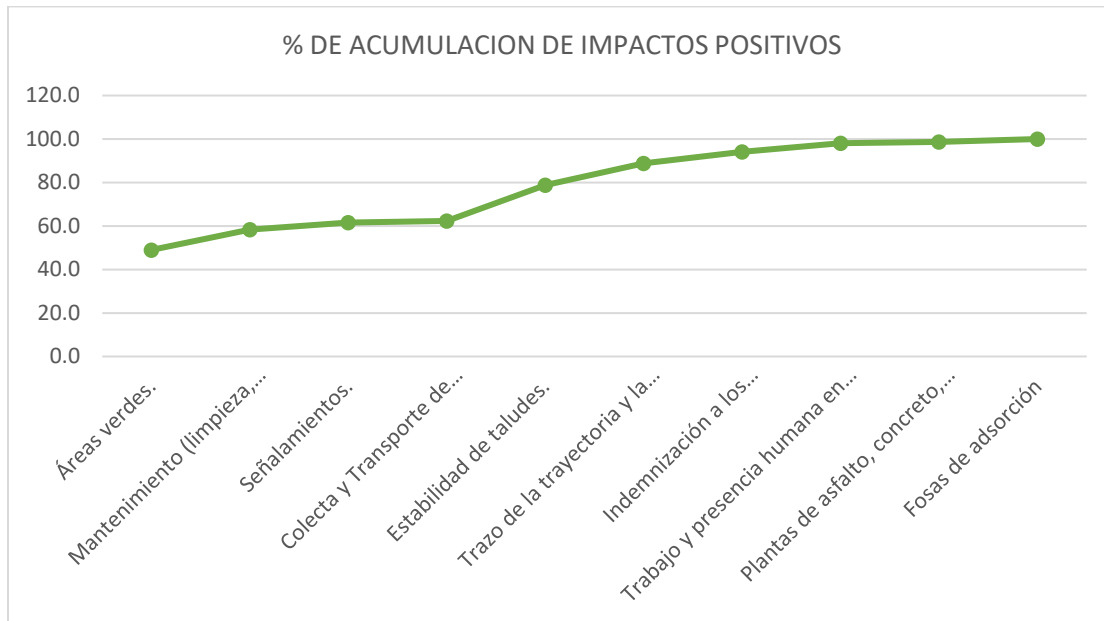
Por otra parte, después de la ponderación realizada, se tiene una categorización de los impactos ambientales positivos dentro de los cuales los más significativos se derivan de las actividades de áreas verdes, señalamientos, colecta y transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho 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 96.** Impactos ambientales relevantes positivos

IMPACTOS AMBIENTALES NEGATIVOS RELEVANTES	PONDERACIÓN	% DE ACUMULATIVO	CATEGORÍA
Mantenimiento (limpieza, bacheo y señalización).	77	58.3	Medio Positivo
Señalamientos.	63	61.6	Medio Positivo
Colecta y Transporte de residuos generados a lo largo de la carretera y derecho de vía.	58	62.3	Medio Positivo
Estabilidad de taludes.	57	78.8	Medio Positivo
Trazo de la trayectoria y la delimitación del derecho de vía	32	88.7	Bajo Positivo
Indemnización a los propietarios afectados	17	94.0	Bajo Positivo
Trabajo y presencia humana en campo	9	98.0	Bajo Positivo
Plantas de asfalto, concreto, trituradoras, talleres y patios de servicio.	3	98.7	Bajo Positivo
Fosas de adsorción	2	100.0	Bajo Positivo

La gráfica siguiente muestra la acumulación porcentual de los impactos positivos que generará el proyecto.



**Gráfica 3.** Actividades que producen Impactos significativos positivos

De esta forma se identificaron 26 actividades durante todas las etapas para el proyecto y 30 elementos del medio natural y socioeconómico sobre los cuales la obra ejerce algún tipo de interacción.

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 esta 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 una de estas interacciones constituye la primera hipótesis de las posibilidades de la identificación de impactos ambientales:

**Tabla 97.** Interacción de Actividades

Total de actividades del proyecto	Total de atributos ambientales	Interacciones potenciales
26	30	780

### 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 274 impactos ambientales o "interacciones", agrupados por cada etapa del proyecto, los cuales quedan distribuidos de la siguiente forma:

**Tabla 98.** Distribución de los impactos porcentuales

Etapas del proyecto	Nº impactos identificados	%
Preparación del sitio	113	41.24
Construcción	132	48.18
Operación y mantenimiento	29	10.58
<b>Total</b>	<b>274</b>	<b>100</b>

En esta tabla se observa que la mayor cantidad de impactos ambientales se presentan durante las etapas de Construcción, la cual concentra el 48.18% de los impactos ambientales identificados. Destaca por otra parte la Etapa de Preparación del sitio con 41.24%, la etapa de Operación y Mantenimiento es donde se presentan menos impactos con el 10.58%.

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 99.** Concentración de la ponderación de los impactos ambientales por etapa

<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>		
Etapas del proyecto	Ponderación	%
<b>Etapa de preparación del sitio</b>	-607	68.90
<b>Etapa de construcción</b>	-263	29.85
<b>Etapa de operación y mantenimiento</b>	-11	1.25
Total	<b>-881</b>	<b>100</b>
<b>IMPACTOS POSITIVOS</b>		
Etapas del proyecto	Ponderación	%
<b>Etapa de preparación del sitio</b>	58	12.37

<b>IMPACTOS NEGATIVOS</b>		
<b>Etapas del proyecto</b>	<b>Ponderación</b>	<b>%</b>
<b>Etapas de construcción</b>	276	58.85
<b>Etapas de operación y mantenimiento</b>	135	28.78
<b>Total</b>	<b>469</b>	<b>100</b>

En la tabla anterior se observa que la etapa de Operación y Mantenimiento muestra los principales beneficios concentrando el 58.85%, 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.

#### V.4.3. 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 100.** Índices Cuantitativos para el seguimiento de los impactos ambientales

<b>FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO</b>	<b>INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL</b>	<b>ETAPA</b>		
		<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>
<b>Geomorfología y relieve</b>	Superficie afectada de la geomorfología	X	X	
<b>Vegetación</b>	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	X	X	



FACTOR AMBIENTAL ATENDIDO	INDICADOR DE IMPACTO AMBIENTAL	ETAPA		
		PREPARACIÓN DEL SITIO	CONSTRUCCIÓN	MANTENIMIENTO
	arbóreos sembrados Superficie rehabilitada con vegetación local.			
<b>Fauna</b>	Número de organismos reubicado Numero de madrigueras o nidos rescatados y reubicados Número de cursos de educación y capacitación ambiental	X	X	X
<b>Suelo</b>	Volumen de suelo almacenado y reutilizado	X	X	X
<b>Hidrología Superficial</b>	Numero de eventos que modificaron la calidad del agua superficial Volumen de partículas sólidas incorporadas a los cauces	X	X	X
<b>Seguridad en el transporte</b>	Número de accidentes ocurridos en el proyecto y lugar de incidencia			X
<b>Seguridad e higiene en el trabajo</b>	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.

#### V.4.3.1. 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 101.** 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 a lo largo del 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 arroje 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.

#### V.4.4. 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, Especies con estatus, Dinámica hidrológica, Fragilidad, Calidad del agua, Recarga hidrológico, 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 composición 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 102.** Factores ambientales relevantes afectados

ATRIBUTOS AMBIENTAL	IMPACTO GLOBAL	FRECUENCIA	IMPACTO PONDERADO	CATEGORÍA
Composición gaseosa.	-151	16	<b>-9.4</b>	ALTO
Calidad visual.	-132	16	<b>-8.3</b>	ALTO
Acústica.	-130	14	<b>-9.3</b>	ALTO
Relieve.	-107	7	<b>-15.3</b>	ALTO
Abundancia de la fauna.	-105	11	<b>-9.5</b>	ALTO
Movimientos de materiales.	-97	8	<b>-12.1</b>	MEDIO
Aeropartículas minerales.	-93	10	<b>-9.3</b>	MEDIO

ATRIBUTOS AMBIENTAL	IMPACTO GLOBAL	FRECUENCIA	IMPACTO PONDERADO	CATEGORÍA
Tipo de material	-91	8	<b>-11.4</b>	MEDIO
Erodabilidad	-77	10	<b>-7.7</b>	MEDIO
Especies con estatus.	-64	8	<b>-8.0</b>	MEDIO
Dinámica hidrológica.	-62	7	<b>-8.9</b>	MEDIO
Fragilidad.	-61	7	<b>-8.7</b>	MEDIO
Calidad del agua.	-49	5	<b>-9.8</b>	BAJO
Recarga hidrológica.	-44	4	<b>-11.0</b>	BAJO
Infiltración	-32	9	<b>-3.6</b>	BAJO
Diversidad de la vegetación.	-31	4	<b>-7.8</b>	BAJO
Abundancia de la vegetación.	-31	6	<b>-5.2</b>	BAJO
Diversidad de la fauna.	-24	6	<b>-4.0</b>	BAJO
Asentamientos humanos.	-16	4	<b>-4.0</b>	BAJO
Tenencia de la tierra.	-8	6	<b>-1.3</b>	BAJO
Inestabilidad	-2	1	<b>-2.0</b>	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 103.** Factores ambientales beneficiados relevantes

ATRIBUTOS AMBIENTAL	IMPACTO GLOBAL	FRECUENCIA	IMPACTO PONDERADO	CATEGORÍA
Generación de empleo.	275	25	<b>11.0</b>	ALTO
Actividades Agrícolas. Forestales y urbanas.	177	16	<b>11.1</b>	MEDIO
Seguridad en el trabajo.	138	12	<b>11.5</b>	MEDIO
Medios de comunicación.	138	10	<b>13.8</b>	MEDIO
Consumo de bienes y servicios locales.	135	14	<b>9.6</b>	MEDIO
Calidad de vida.	77	9	<b>8.6</b>	BAJO
Uso potencial del suelo.	28	7	<b>4.0</b>	BAJO
Vialidad y transporte.	23	9	<b>2.6</b>	BAJO
Contaminación	4	5	<b>0.8</b>	BAJO

El impacto más significativo es la generación de empleos y pertenece al factor socioeconómico, se encuentra presente 25 de las 26 actividades del proyecto, sin embargo, es temporal para la mayoría de los casos. Por otra parte, la ponderación ambiental con menor presencia es la contaminación del factor suelo presentando un impacto benéfico, ya

que dentro de las atapas de preparación del sitio y construcción se realizarán actividades de recolección de residuos de la obra, generando que el impacto o sea positivo.

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 ambientales afectados. La siguiente tabla muestra la jerarquía de los atributos afectados dentro del SAR:

**Tabla 104.** Atributos afectados y su impacto residual

ATRIBUTOS AMBIENTAL	Impacto ponderado	Categoría	Impacto residual
Composición gaseosa.	-9.4	ALTO	REVERSIBLE
Calidad visual.	-8.3	ALTO	MITIGABLE
Acústica.	-9.3	ALTO	REVERSIBLE
Relieve.	-15.3	ALTO	IRREVERSIBLE
Abundancia de la fauna.	-9.5	ALTO	MITIGABLE
Movimientos de materiales.	-12.1	MEDIO	REVERSIBLE
Aeropartículas minerales.	-9.3	MEDIO	REVERSIBLE
Tipo de material	-11.4	MEDIO	IRREVERSIBLE
Erodabilidad	-7.7	MEDIO	IRREVERSIBLE
Especies con estatus.	-8.0	MEDIO	MITIGABLE
Dinámica hidrológica.	-8.9	MEDIO	MITIGABLE
Fragilidad.	-8.7	MEDIO	REVERSIBLE
Calidad del agua.	-9.8	BAJO	MITIGABLE
Recarga hidrológica.	-11.0	BAJO	MITIGABLE
Infiltración	-3.6	BAJO	MITIGABLE
Diversidad de la vegetación.	-7.8	BAJO	MITIGABLE
Abundancia de la vegetación.	-5.2	BAJO	MITIGABLE
Diversidad de la fauna.	-4.0	BAJO	MITIGABLE
Asentamientos humanos.	-4.0	BAJO	MITIGABLE
Tenencia de la tierra.	-1.3	BAJO	MITIGABLE
Inestabilidad	-2.0	BAJO	MITIGABLE

A manera de conclusión se tienen que los principales impactos, de un carácter irreversible, son la modificación del relieve, debido a los cortes de los lomeríos, el tipo de material por la inserción o intercambio de material para la formación de bases, y la erodabilidad ya que con el desmonte, despalme y los cortes realizados algunas áreas quedarán expuestas al intemperismo; por el contrario las afectaciones a la composición gaseosa, a la acústica, el movimientos de materiales, las aeropartículas minerales suspendidas y la fragilidad tienen un carácter reversible, debido a que al terminar las actividades constructivas estos impactos pueden retornar a su dinámica original, ya que son puntuales y temporales.

En relación a las afectaciones ejercidas sobre la composición de las comunidades florísticas y faunísticas, el aprovechamiento de las especies, la calidad visual y del agua entre otros

atributos ambientales tienen un carácter mitigable, debido a que se pueden implementar medidas ambientales para minimizar y prever los impactos generados por la construcción de la carretera, en cuanto a la vegetación, las plantas tienen una capacidad para responder a la propagación vegetal, por lo cual se debe considerar un programa de propagación, reforestación y reintroducción de especies nativas, incluso considerando las especies suculentas existentes: Cabe señalar que este programa de propagación y reintroducción de especies vegetales nativas, invariablemente debe iniciarse de manera simultánea al inicio de las actividades de preparación del sitio, con lo cual se tendrán efectos positivos sobre la vegetación y se alcanzará a mitigar y compensar la eliminación de la cobertura vegetal. Como efectos secundarios con este programa se podrá atender los atributos relacionados con la fauna silvestre, paisaje, procesos ecosistémicos y la atención a la degradación del suelo, lo cual resulta muy favorable para armonizar el proyecto con las afectaciones generadas.

## **V.5 DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.**

El área de influencia directa del proyecto se limita al escenario ambiental identificado en el Capítulo IV, denominado Sistema Ambiental Regional. Sin embargo, la delimitación del área de influencia se puede subdividir en tres categorías, como se menciona en los apartados siguientes:

- Área de Influencia Primaria siendo las áreas que serán directamente afectadas por la preparación del sitio y la construcción de la obra, como es el caso de la superficie estimado a lo largo del derecho de vía del trazo, así como el área donde se realizara la modernización del camino. De toda esta superficie no existen terrenos que no hayan sufrido modificaciones anteriores, como es la desapareciendo la cobertura vegetal, introducción de ganado, agricultura, erosión de los suelos y modificaciones de la geomorfología y paisaje; es importante señalar que en esta Área de Influencia Primaria es donde se incluyen los beneficios directos a la población local.
- Área de Influencia Secundaria corresponde con el movimiento de los vehículos pesados de carga que transportarán diversos materiales para la construcción de la obra y, en sentido opuesto, tendrán que movilizar materiales de los cortes, escombros y materiales fuera de especificación hacia los sitios de disposición final, así mismo son los encargados de proveer de los materiales utilizados de los bancos de préstamo.
- Finalmente el Área de Influencia Terciaria corresponde con la dinámica social natural y movilización de las poblaciones beneficiadas, destacando, por su cercanía, los municipios colindantes y donde se encuentra el proyecto y hacia aquellos ubicados más hacia las periferias del Estado, donde se consideran el movimiento de las poblaciones humanas y el desarrollo de sus actividades urbanas, económicas, sociales, extractivas, industriales y productivas.

Es claro que las tres áreas mencionadas se integran en un continuo de relaciones de interdependencia, tanto hidrológicas, socio-demográficas, ambientales, económicas y climáticas, por lo cual los límites entre cada una de ellas son difusos y tienen una movilidad entre ellas, operando siempre bajo la planificación de los distintos aprovechamientos y la integración de esta infraestructura carretera, la cual descansa sobre la consideración de



una zonificación relacionada con un conjunto de diferentes tipos de Sensibilidad, como presentan principalmente la vegetación y el suelo, así como aquellos factores que definen la sensibilidad hidro-climáticos y la presencia de conglomerados urbanos que integran actividades industriales, comerciales, agrícola, pecuarias, de recreación, entre otras.

Por otra parte, y sobre el análisis que se incluye en este capítulo, se analizan los escenarios potenciales sin la integración de proyectos y con la integración del proyecto, y sobre esta base se diseñan y recomiendan las medidas de manejo y mitigación en el capítulo siguiente

## **CAPITULO VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

### **VI.1. Clasificación y descripción de las medidas de mitigación**

Se considera que la agrupación de las medidas de mitigación, prevención y compensación propuestas, están previstas con base en las etapas programadas para la ejecución del proyecto. Este tipo de proyectos, se diseñan para operar permanente o con un tiempo de vida útil de mínimo 50 años, lo cual garantiza el mejor resultado de la instrumentación y ejecución de las medidas de mitigación, prevención y compensación, tanto por el grupo consultor como por la autoridad ambiental competente, incluidas en el resolutivo que en materia de impacto ambiental sea emitido por esta última. Adicionalmente, al requerimiento o no, por parte de la propia autoridad ambiental, deberá mantener una residencia de supervisión ambiental, para el seguimiento del Programa de Vigilancia Ambiental, así como a los diversos Programas Ambientales, y las Medidas de Mitigación que la Autoridad considere conveniente durante las diferentes etapas de construcción del proyecto.

Las metodologías orientadas a la predicción y evaluación de los impactos ambientales cubren un amplio espectro de posibilidades, las cuales varían en complejidad y están sustentadas en la experiencia profesional del grupo consultor y basadas en hipótesis sobre el funcionamiento de los procesos ambientales sujetos de evaluación y análisis. Las medidas de mitigación propuestas para el presente proyecto están organizadas, de acuerdo con las etapas de actividades correspondientes, descritas en la matriz de impactos y subdividas por los efectos temporales y permanentes. A su vez, para cada uno de estos dos rubros, se indican las acciones a realizar para los impactos identificados.

Las medidas de mitigación son todas aquellas acciones que se llevan a cabo para prevenir, reducir o revertir cualquier impacto ambiental, en este caso es causado por las actividades constructivas, operativas y de mantenimiento del proyecto en cuestión las cuales se clasifican de la siguiente manera:

Preventivas;

Cuando su implementación evite la futura ocurrencia del impacto ambiental adverso. Asegura que los recursos ambientales de importancia se reconozcan al principio del proceso de decisión y se protejan a través de planteamientos y decisiones pertinentes.

- 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.
- Rehabilitación (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.

Luego de realizar la Evaluación ambiental del Proyecto, se ha llegado a la conclusión de que la ejecución de la obra proyectada en las etapas de preparación del sitio, construcción y Operación y mantenimiento, ocasionarán impactos ambientales directos e indirectos, positivos y negativos, dentro del ámbito de la influencia directa.

En general, las acciones causantes de impacto serán variadas, la afectación más significativa corresponderá a las etapas de preparación del sitio y construcción. Para contrarrestar los posibles impactos potenciales se diseña un Plan de Manejo Ambiental (PMA), el cual contiene un conjunto estructurado de medidas destinadas a evitar, mitigar, restaurar o compensar los impactos ambientales negativos previsibles durante las etapas del proyecto.

**Tabla 105.** Medidas de ambientales del PMA

Nº	Medida	Tipo de medida	de	Etapas de aplicación	Impactos sobre los que actúa o cumplimiento de Normatividad ambiental
1	Supervisión ambiental	Preventiva Reductiva	y	Preparación del sitio y durante la construcción	Cumplimiento a NOM-081-SEMARNAT -1994, NOM-138-SEMARNAT //SS-2003, NOM-052- SEMARNAT -2005 Afectación de poblaciones de fauna silvestre Afectación del paisaje, suelo, hidrología
2	Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto	Preventiva Reductiva	y	Preparación del sitio y durante la construcción	Movilidad vial, calidad de aire
3	Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna	Preventiva Reductiva		Durante la preparación del sitio, y durante la construcción	Afectación de poblaciones de fauna silvestre
4	Programa de protección de suelos y agua	Preventiva Reductiva	y	Durante la preparación del sitio y construcción	Riesgo de aportar material particulado a corrientes de agua Demolición de pavimentos a nivel de calle, Corte y nivelación de materiales en carriles centrales y bahías de transferencia, Suministro y colocación de base y sub-base Afectación del paisaje Afectación de la calidad de agua y suelo por derrames de hidrocarburos Afectación de la calidad de aire por la suspensión pensión de partículas.
5	Programa de Reforestación	Compensativa		Al final de la fase de construcción	Afectación de poblaciones de fauna silvestre durante la etapa de construcción Afectación del paisaje durante la fase de construcción

N°	Medida	Tipo de medida	de	Etapa de aplicación	Impactos sobre los que actúa o cumplimiento de Normatividad ambiental
					Afectación de los procesos erosivos

## VI.2 Medidas de mitigación

### VI.2.1 Supervisión ambiental

**Impacto ambiental a mitigar:** Transito Vial, calidad del paisaje, seguridad e higiene en la obra, Generación de partículas suspendidas en el aire, contaminación del suelo y agua por derrames de hidrocarburos, ruido.

**Etapas de aplicación de esta acción:** Preparación del sitio y Construcción

**Indicador para su evaluación:** Cantidad de medidas de mitigación realizadas / Cantidad total de medidas de mitigación por 100

**Objetivos:** Esta medida se llevará a cabo con el fin de controlar y supervisar todas las acciones que se desempeñen durante la etapa de preparación y construcción del sitio asegurando que los componentes del ambiente no sean afectados más de lo necesario.

**Metodología.** Esta medida de mitigación consiste en contratar durante toda la duración del proyecto, al Gerente o supervisor Ambiental, que actuará como el supervisor del correcto cumplimiento de todas las medidas de mitigación. Este supervisor ambiental, debe de tener amplia experiencia en materia de gestión ambiental y construcción de obras semejantes al proyecto.

En cumplimiento de la normatividad ambiental vigente el supervisor deberá realizar recorridos periódicos o diarios, en el que se percatara de que la empresa constructora cumpla con la normativa aplicable al proyecto, a continuación, se presentan algunas funciones que serán supervisados durante los recorridos:

- Verificar que se lleven a cabo en tiempo y forma las medidas de mitigación.
- Verificar que se impartan pláticas de sensibilización a los trabajadores sobre educación ambiental, manejo de residuos, respeto a la flora y fauna, etc.
- Vigilar que no se afecte más terreno del establecido en el proyecto.
- Vigilar que no se afecte el causas intermitentes dentro del área del proyecto en caso de existir.
- Realizar una bitácora con reporte fotográfico como evidencia del cumplimiento de todos los puntos antes mencionados.
- Realizar todos los informes ambientales del proyecto y entregarlos a la autoridad respectiva.
- Verificar que se lleve a cabo la correcta recolección, almacenamiento, manejo y disposición de los Residuos Sólidos Urbanos, Residuos Peligrosos y de Manejo Especial.

- Este Gerente Ambiental deberá ser contratado por el PROMOVENTE y estará laborando desde el inicio de la obra (preparación del sitio) hasta el término de la construcción, así como, realizar visitas programadas durante la operación y abandono del sitio (si fuera el caso).

**Tabla 106.** Costo de la supervisión ambiental

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
Supervisión ambiental	Mes	12	\$12,000.00	\$144,000.00

#### IV.2.2. Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto

**Impacto ambiental a mitigar:** Transito Vial, Generación de partículas suspendidas por tránsito vehicular, seguridad vial y peatonal calidad del paisaje

**Etapas de aplicación de esta acción:** Preparación del sitio y Construcción

**Indicador para su evaluación:** Cantidad de letreros instalados / Cantidad de letreros necesarios por 100

**Objetivos:** Instalación de señalamiento adecuado como letreros de informativos, restrictivos y preventivos de las funciones de la obra, a lo largo de la obra, así como en las vialidades importantes en por lo menos 1 kilómetro a la redonda. El objetivo de esta medida es evitar las congestiones viales cerca del área de construcción, lo que provoca mayor emisión de contaminantes, así como el dificulta de las maniobras requeridas por las maquinarias que trabajen en la obra

**Metodología.** El contratista deberá instalar señalamientos en toda la obra con la finalidad de mantener informado a la población dentro del área de influencia del tipo y magnitud de la obra, así mismo, señalamientos restrictivos en el área del proyecto principalmente en los frentes de trabajo.

Los señalamientos que se deberán instalar deberán contener los siguiente:

El conocimiento de la construcción de la obra de los residentes cercanos, para esto se deberá instalar una lona donde indique el nombre del proyecto, tiempo de construcción y algunos detalles de la obra.

Transito libre y seguro para los peatones, se deben colocar pasos seguros de peatones bien indicados en los cruces donde sea necesario.



**Figura 1.** Ejemplo de paso seguro se peatones

Para evitar el ingreso de personas no autorizadas a la obra se deberán instalar letreros donde indiquen la prohibición de ingreso a personas no autorizadas y restringirlos por medio de cercas temporales y se deberá delimitar el área de trabajo.



**Figura 2.** Ejemplo de delimitación de obra

En los diferentes lugares y etapas de la obra será conveniente señalar con que equipos de protección personal (así como acciones o restricciones) debe contarse para ingresar al área.

La realización adecuada y pertinente de estas medidas de mitigación ayudará a disminuir el peligro en los transeúntes, reducir la congestión vial y por ende esto evitará el incremento de la contaminación por la emisión de gases de los coches. Será responsabilidad de la constructora instalar todas las señalizaciones indicadas y responsabilidad del supervisor ambiental su verificación, así como, llevar un reporte fotográfico como evidencia del cumplimiento de esta medida de mitigación a lo largo del proyecto.

En zonas de acceso o cercanas al proyecto deberá colocarse señalamientos preventivos como bastones y traficamos para brindar seguridad a los automovilistas.





**Figura 3.** Ejemplo de señalamiento preventivos

**Tabla 107.** Costo de la instalación de señalamientos

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	Total
Instalación de señalamiento	Mes	12	\$3,500.00	\$42,000.00

### VI.2.3. Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna

**Impacto ambiental a mitigar:** Afectación a la Fauna

**Etapas de aplicación de esta acción:** Preparación del sitio y Construcción

**Indicador para su evaluación:**

Indicadores ambientales

Ahuyentamiento de fauna

Indicador de Seguimiento

$$ea = \left( \frac{af}{ai} \right) \times 100$$

En donde:

ea = eficiencia de ahuyentamiento

af = animales ahuyentados al final de las brigadas

ai= animales ahuyentados al inicio de las brigadas

Rescate de nidos o madrigueras activas

Indicador de Seguimiento

$$nr = \left( \frac{nrb}{nib} \right) \times 100$$

En donde:

or = nidos o madrigueras activas rescatados

orb = número de nidos o madrigueras activas rescatados durante las brigadas

oip = número nidos o madrigueras activas identificados en los recorridos previos

Eficiencia de la medida

$$ea = \leq 5\%$$

Eficiencia de la medida

$$nr = 100\%^4$$

Rescate de organismos

Indicador de Seguimiento

$$or = \left( \frac{orb}{oip} \right) \times 100$$

En donde:

or = organismos rescatados

orb = número de organismos rescatados durante las brigadas

oip = número organismos identificados en los recorridos previos

Platicas Ambientales

Indicador de Seguimiento

$$c = \left( \frac{j}{t} \right) \times 100$$

En donde:

c = esfuerzo del curso impartido

j = Número de trabajadores vinculados a la obra a los cuales se le impartió el curso

Eficiencia de la medida

$$C=100\%$$

**Objetivos:** Minimizar los impactos a la fauna presente en la zona de influencia del proyecto a través de la ejecución del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna.

## Metodología

**Aves.** Las aves del área solo se verán perturbadas durante el proceso rehabilitación del puente, no se capturarán aves para su reubicación ya que ante la presencia de perturbación por los trabajos estas migran a un área circundante de características similares al de su hábitat preferencial. Sin embargo, se harán monitoreos para observar el comportamiento de estas en el área de estudio durante el proceso de cambio de uso de suelo.

Así mismo se ahuyentarán con las medidas a aplicar para los mamíferos que se describen más adelante, sin embargo, conforme se vaya avanzando con de demolición de la losa que se encuentra deteriorada se ahuyentaran abandonado el sito de trabajo.

**Mamíferos.** Los mamíferos gran tamaño que pueden ser identificados a simple vista, generalmente resulta complicado encontrarse con este tipo de mamíferos, por lo que para su reconocimiento se recurrirá a dos técnicas: la observación, búsqueda e identificación de huellas y otros rastros y las posibles observaciones directas a través de recorridos por transectos predeterminados. Por lo general este tipo de fauna mayor se aleja conforme avanza la obra, debido al ruido y a la actividad humana.

Para el caso de mamíferos, los ejemplares de mediano tamaño serán manejados mediante las siguientes técnicas:

Utilización de redes de hilo nylon de 4 m de diámetro, con abertura de malla de 2". Estas se utilizarán para inmovilizar a los ejemplares de tamaño pequeño (ardilla), cerrando la red y sujetándolo enseguida con ayuda de guantes de carnaza. Los ejemplares serán puestos en jaulas, para su traslado a sitios adyacentes.

Utilización de ganchos, para el manejo de mamíferos medianos (zorrillo, tejón). Este instrumento es el más utilizado para el manejo de animales medianos, debido a su facilidad en la manipulación de los ejemplares sin riesgo del personal, como se muestra en las siguientes figuras.

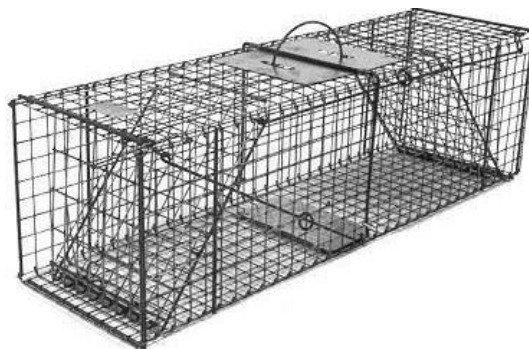


**Figura 4.** Lazo para capturar mamíferos medianos. Cable fuerte de acero cubierto con plástico para capturar al animal, se puede fijar en la posición por medio de un mango con acción de torsión.



**Figura 5.**Técnica de manejo de mamíferos medianos, utilizando gancho de contención.

Los mamíferos medianos, también pueden ser atrapados mediante trampas Tomahawk. Se utilizarán un total de 20 trampas para la brigada. Estas se repartirán en transectos dentro del predio en sitios donde se haya identificado previamente la presencia de mamíferos medianos. Cada transecto tendrá una longitud de 50 metros dentro de los cuales se colocará una trampa cada 10 metros. Esto con la finalidad de cubrir la mayor cantidad de superficie. Las trampas tendrían un tiempo de permanencia de tres días. Las trampas contarán con un cebo de mezcla de plátano, mantequilla de cacahuate y esencia de vainilla. En algunas trampas se colocará sardina o distintos frutos de la región, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 6.**Trampa Tomahawk.

Las Trampas Tomahawk son rectangulares, de reja de alambre y pueden ser plegadizas; su sistema es parecido al de las trampas Sherman y se utilizan generalmente para capturar mamíferos de talla mediana. Se utilizarán cebos de olores fuertes como sardina, atún o tocino, y se ubicarán cerca de madrigueras, con la finalidad de aumentar el éxito de captura.

Para mamíferos pequeños (roedores) se utilizarán trampas tipo Sherman plegadizas, las cuales se colocarán cerca de troncos, rocas, entre la vegetación, en la entrada de madrigueras, oquedades de árboles, y otros sitios potenciales. Las trampas se cebaron con

una mezcla de avena y vainilla que fueron colocadas al atardecer y revisadas al día siguiente. Es importante comentar que con este método el animal queda atrapado vivo sin sufrir daños, como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 7.** Colocación de trampas Sherman.

### **Anfibios**

*Captura directa.* Para la captura directa de adultos y larvas de anfibios resulta útil una red de cuchara con cabo de madera o directamente con la mano.

Se podrán capturar con ambas manos, con la protección de guantes de carnaza, por la parte ventral y dorsal del cuerpo, ya sujeto el animal se depositará en recipientes plásticos con tapa (botes con perforaciones pequeñas para permitir el paso del aire o cubetas), para su posterior traslado a zonas adyacentes al sitio del proyecto. Todos los anfibios se registrarán en una libreta de campo asignándoles un número de referencia (etiqueta), así como la fecha, localidad, altura sobre el nivel del mar (GPS), vegetación dominante y tipo de sustrato del microhábitat donde fueron capturados; todo ello con la finalidad de obtener referencias suficientes del sitio propicio para su posterior liberación como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 8.** Búsqueda y captura de anfibios



**Reptiles.** Muchas especies de lacertilios (lagartijas) pueden atraparse manualmente al buscarlas en su ambiente. Es recomendable usar guantes de cuero al buscar reptiles o revisar trampas especialmente cuando hay riesgo de encontrar serpientes venenosas.

La captura de las lagartijas puede ser directa, esta depende de la tolerancia de la especie, su velocidad y tamaño, y sobre todo de la habilidad y técnica del personal. Los momentos más propicios son las primeras horas del día, en zonas soleadas y por debajo de rocas, troncos y otros objetos en los que se pueden esconder. Ver la siguiente figura.

El uso de una lanzada de cuerda delgada sujeta al extremo de una vara o de una caña de pescar es una técnica efectiva para atrapar por el cuello a lagartijas de diversos tamaños y de comportamiento huidizo cuando se posan momentáneamente en lugares al alcance de una persona. Ver la siguiente figura

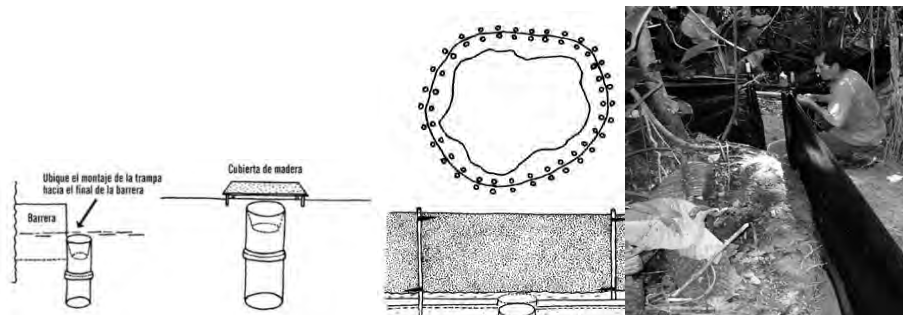


**Figura 9.** Uso de una lanzada de cuerda delgada al extremo de una vara o de una caña de pescar para atrapar por el cuello.

Las lagartijas también se pueden capturar por medio de ligas de hule gruesas, lanzándolas al estirarlas con un dedo y orientadas hacia el individuo, de manera que al golpearlo produzcan una inmovilización temporal que permite atraparlo.

*Captura con trampas y barreras de desvío.* Para la captura de anfibios se utilizan las siguientes técnicas o herramientas como las que se describen a continuación.

Esta técnica hace uso de barreras cortas (de 5-8 m de longitud y 0.8-1 m de altura) que interceptan a los individuos y los conducen a una trampa de caída, usualmente recipientes de 5 galones o trampas de puerta unidireccional en donde los ejemplares penetran con facilidad, pero no pueden salir, debido a que la puerta se mantiene cerrada por fuerza de la se emplean como trampas de captura viva.





**Figura 10.** Ejemplo de la disposición de las cercas en línea recta en función de las trampas. Los transectos pueden ser dispuestas en línea o en banda; en la primera de ellas el observador estima la distancia perpendicular entre cada individuo detectado visual o auditivamente y la línea media del transecto, en tanto que en la segunda se registran todos los individuos que se encuentren dentro de un ancho de banda predeterminado.



**Figura 11.** Ejemplo de los principales materiales y métodos para el muestreo en sitios de anfibios.

Trampas de caída (Pitfall-traps). La trampa de caída es uno de los métodos más ampliamente utilizados para la captura de anfibios y reptiles. El tamaño y la forma del recipiente dependerán de las especies a muestrear. Las trampas de caída pueden ser dispuestas en cuadrículas o transectos. Para reducir la mortalidad, se deberán revisar las trampas tan frecuentemente como sea posible (cada 24 horas). La mortalidad debido a la exposición solar puede ser reducida colocando las trampas en sitios sombreados y/o cubriendo la trampa con un pequeño techo, o colocando una cierta cantidad de suelo u hojarasca en el fondo de la trampa. Estas precauciones además reducen la posibilidad de depredación sobre los animales atrapados.

**Serpientes.** Los ganchos o bastones herpetológicos son de gran ayuda para la captura de reptiles ya que al remover hojas, piedras, troncos, ramas, etc., se puede evitar una mordedura además de no maltratar a los organismos por capturas.

La captura de serpientes requiere de un procedimiento que consiste en inmovilizar la cabeza. Primero se sujeta la cabeza con un bastón herpetológico contra el suelo en un lugar firme y se toma de la parte posterior de la cabeza con los dedos pulgar y medio, al mismo tiempo colocando el dedo índice en la parte superior, con la otra mano se sujeta el cuerpo, posteriormente se deposita en una bolsa de tela, introduciendo primero la parte posterior, el saco debe torcerse, doblarse y amarrarse en el extremo, es conveniente transportar la bolsa alejada del cuerpo y no es recomendable que un solo colector lleva una serpiente venenosa, ya que podría necesitar ayuda en caso de una mordedura.



**Figura 12.** Captura de serpiente con gancho herpetológico y sujeta por la cabeza.

Para el caso de las serpientes pequeñas y medianas, estas se capturan con la ayuda de ganchos herpetológicos, con los cuales se mantiene, mediante una presión ligera, la cabeza de la serpiente contra el suelo, y se utilizarán dos personas para llevar a cabo esta técnica:

- Una persona presionará al organismo contra el suelo, con ayuda del gancho herpetológico, de tal manera que la serpiente quede inmobilizada. Hecho lo anterior, la segunda persona sujetará con la mano y con ayuda de guantes gruesos de carnaza, la cabeza de la serpiente, rodeando la cabeza con el dedo pulgar y en sentido contrario los demás dedos; en tanto que la otra mano se colocará en la misma posición, bajo la mitad del cuerpo.
- Al verse atrapada, la serpiente se moverá violentamente, por lo que se deberá sujetar fuertemente, además excretará parte de sus heces fecales, las cuales contienen una sustancia que le infiere un olor a almizcle (parecido al del zorrillo), que en ocasiones ahuyenta a sus depredadores, por lo anterior el colector no se debe amedrentar y no deberá soltar al organismo.
- Una vez sujeta la serpiente, ésta se colocará en un costal de manta gruesa, el cual sujetará la persona que tenía el gancho, abriendo este para meter la serpiente con mucho cuidado.
- Primero se meterá el cuerpo de la serpiente en el costal y se soltará la mano que contiene el cuerpo; posteriormente la mano que contiene la cabeza, se introducirá dentro del costal; una vez dentro, por la parte de afuera del costal, se sujetará la cabeza de la serpiente, de esta forma se podrá soltar la mano que se encuentra en el interior, para posteriormente cerrar el costal con ayuda de un cordel corredizo.
- Se recomienda utilizar un costal de manta gruesa y con cordel corredizo por cada ejemplar
- Los sacos se colocan dentro de una caja de madera y con paredes de malla. Posteriormente, la serpiente podrá salir del saco, aunque permanecerá contenida en la caja. Con este método, que puede permitir la observación directa de la serpiente, es posible identificar sus características específicas, determinar si es venenosa o no y dentro de la misma caja trasladarla a otro sitio. Se recomienda utilizar un costal de manta gruesa y cordel corredizo por cada ejemplar. Asimismo, usar guantes de carnaza durante la liberación de serpientes.
- Para grandes serpientes ágiles y particularmente peligrosas, se requiere un aparato de contención, que consiste en una correa que se hace deslizar dentro de dos

sujeciones, y unas pinzas de presión sólidas que son fijadas por detrás de la cabeza de la serpiente, y en este momento, manteniéndose siempre a una buena distancia de la cabeza de la serpiente, se tira de la correa, apretándola, evitando presionar demasiado para no herir al animal, pero oprimiendo sin embargo, lo suficiente para mantenerlo correctamente, puesto que el menor error puede herir o matar al organismo.



**Figura 13.** Saco de manta para contención de serpientes.

- Una vez capturada la serpiente, será colocada en una caja de madera con paredes de malla fina (ejemplo de 100 X 60 X 50 cm), el ejemplar se dejará caer dentro de la caja, mientras otra persona cerrará con cuidado la puerta de esta y trasladar el organismo al sitio de reubicación elegido.

### **Ahuyentamiento de fauna**

#### *Repelentes auditivos para aves y mamíferos*

Se contará con dispositivos electrónicos (ahuyentadores de fauna mediante sirenas de alta y baja frecuencia), o el encendido de bocinas con ruidos especiales, cuando la fauna silvestre objetivo entra en el área afectada.

Se emplearán sirenas con diferentes frecuencias a lo largo del proyecto con la finalidad de ahuyentar o amedrentar tanto a aves, como mamíferos; deseando se realice en diferentes zonas y horas del día, y por lo menos quince días antes de que se peine la zona en busca de fauna, ya que en el caso de especies de lento desplazamiento (anfibios, reptiles, musarañas y roedores), si no han sido desplazadas, entonces será necesario capturar a los ejemplares y reubicarlos en los sitios propuestos.

Asimismo, se dotará se silbatos a los brigadistas de rescate, de tal forma que durante las actividades de modificación del hábitat y captura de fauna, utilicen los silbatos para ahuyentar la fauna presente.

#### *Datos generales de animales capturados*

Para todos los organismos se obtendrá la información del tipo de vegetación y hábitat en que fueron capturados, recopilando en formatos el registro de captura, para llevar un mejor control y elegir una zona adecuada para su liberación.

Los organismos capturados, se determinarán a nivel de especie, utilizando claves de fauna. Reubicación de la fauna silvestre

Para el manejo de los individuos que se encuentren en los recorridos dentro del proyecto incluyendo especies que se encuentren en la NOM-059 SEMARNAT-2010, se emplearán medidas estandarizadas en el manejo y cuidado de cada especie; para su reubicación se seleccionaran sitios cercanos a la zona del proyecto, pero suficientemente alejados de los frentes de trabajo, por lo menos 300 m pasando el derecho de vía, siempre y cuando las condiciones sociales lo permitan e igual previendo que cuenten con los hábitats adecuados para las especies y en los cuales existan garantía para asegurar su supervivencia. En caso de que se presente algún inconveniente con los sitios seleccionados, se ubicarán nuevos sitios. Los individuos serán trasladados por personal especializado en estas actividades y que cuenten con los permisos de colecta correspondientes, a los sitios de reubicación el mismo día, para reducir los riesgos de mortalidad del traslado.

**Tabla 108.** Costo del Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna

Concepto	Cantidad	Unidad de medida	Costo unitario	Total
Biólogo especialista en fauna	1	12	\$11,000.00	\$132,000.00
Silbatos	2	piezas	\$45.00	\$90.00
Sirenas de gas comprimido	1	piezas	\$250.00	\$250.00
Gancho herpetológico	1	piezas	\$580.00	\$580.00
Guantes de carnaza	2	piezas	\$50.00	\$100.00
Lámparas de cabeza	1	piezas	\$170.00	\$170.00
Libretas de campo	1	piezas	\$15.00	\$15.00
Marcadores indelebles	4	piezas	\$10.00	\$40.00
GPS	1	pieza	\$ 3,200.00 (Depreciación 30%)	\$960.00
Sueros antiviperinos	1	pieza	\$4,000.00	\$4,000.00
Cuerda o hilo nylon	1	rollo	\$20.00	\$20.00
Cajas de plástico p/ aves, roedores y reptiles	5	piezas	\$90.00	\$450.00
Trampas Sherman	5	piezas	\$ 400.00 (Depreciación 30%)	\$600.00
Trampas Tomahawk (captura y transporte)	2	piezas	\$ 600.00 (Depreciación 30%)	\$360.00
Cinta gris	1	pieza	\$90.00	\$90.00
Franela gris	1	rollo (50m.)	\$268.00	\$268.00
Machetes	1	piezas	\$120.00	\$120.00
Cámara	1	pieza	\$ 7,500.00 (Depreciación 30%)	\$2,250.00
<b>TOTAL</b>				<b>\$142,363.00</b>

#### VI.2.4. Programa de protección de suelos y agua

**Impacto ambiental a mitigar:** Contaminación del agua, suelo, paisaje y aire

**Atapas de aplicación de esta acción:** Preparación del sitio y Construcción

**Indicador para su evaluación:**

Control del posible derrame de emulsiones asfálticas, combustibles, aceite y/ grasa, residuos peligrosos y no peligrosos

$$\sum_{ed=1}^n ed = ed_1 + ed_2 + \dots + ed_n$$

En donde:

ed= número de eventos por derrame de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa residuos peligrosos y no peligrosos

ed1= número de derrames de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa Núm. 1

edn= número de derrames de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa Núm. n

**Objetivos:** Evitar y/o minimizar los impactos generados al suelo, agua paisaje y calidad del aire por la construcción de proyecto

**Metodología.** La finalidad principal de este programa es generar una metodología para protección del horizonte orgánico del suelo y mantener la calidad del agua dentro del derecho de vía durante las diferentes etapas del proyecto, así como la afectación en las zonas por dicha construcción.

Las medidas aplicadas minimizaran los impactos sobre el suelo y agua por acción de la construcción, a continuación, se describen cada una de ellas.

Residuos sólidos urbanos de manejo especial y peligrosos

La generación de desechos sólidos, de todo tipo, es parte insoluble de las actividades que se realizan en proyectos de construcción de infraestructura, desde las primeras etapas hasta la operación de la misma se debe poner atención en la forma de almacenamiento y disposición de dichos residuos para evitar contaminar superficies de suelo principalmente el horizonte orgánico, normalmente estos son generados por el personal de obra o arrastrados por la acción del viento de lugares aledaños; por lo tanto la gestión de los residuos sólidos deberá aplicarse con la finalidad de prevenir y/o minimizar impactos ambientales dándoles el destino final más adecuado de acuerdo con sus características.

Dentro de los residuos que se generarán dentro de la obra están los sólidos urbanos, los de manejo especial y los peligrosos, cada uno de ellos deberán tener una gestión y manejo de acuerdo con sus características. A continuación, se enuncia el correcto manejo para cada uno:

Los residuos sólidos urbanos generados en la obra son aquellos generados en los núcleos de población consecuencia de la actividad habitual y diaria del ser humano. En la zona del proyecto estos residuos deberán ser colocados en tambos con tapa debidamente rotulados y diferenciados entre orgánicos e inorgánicos para una correcta separación. La colecta y



disposición de los mismos estará a cargo de la contratista, la cual vigilará que se cumpla con la normatividad vigente.



**Figura 14.** Contenedores de residuos rotulados y con tapas

Para un adecuado manejo de los residuos sólidos urbanos por parte del Contratista de Obra, se deberán cumplir las siguientes disposiciones:

- Capacitar a los trabajadores del área encargada de estas actividades a fin de fortalecer su conocimiento acerca de los tipos de residuos sólidos que han de manejar (orgánicos e inorgánicos, reutilizables o no reutilizables). Así mismo, se les capacitará en los alcances y lineamientos que contiene este Programa.
- Disponer en los Rellenos Sanitarios autorizados en el área de influencia del proyecto, el material extraído producto de las excavaciones. Durante su traslado desde la fuente de generación, en los frentes de trabajo, hasta los rellenos, los camiones deberán de mantener la tolva cubierta y ligeramente humedecida con la finalidad de evitar la dispersión de material particulado.
- Incentivar y promover el orden y la limpieza en áreas de trabajo como almacenes y talleres (campamentos de obra) y en los diversos frentes de trabajo.
- Realizar charlas de sensibilización y capacitación a los trabajadores de la empresa Contratista de Obra, orientadas a motivar la segregación de los residuos sólidos, en la fuente, reducción de los residuos generados, y evitar el desperdicio de insumos.
- Minimizar la generación de residuos sólidos mediante la adquisición de productos que generen la menor cantidad de desechos, sustituyendo envases que sean de uso único por otros que sean reciclables, rechazando productos que contengan presentaciones contaminantes y adquiriendo productos de larga duración, a fin de evitar una acumulación excesiva de residuos y aprovechar al máximo los insumos.



- Segregar los residuos sólidos, de acuerdo a su naturaleza física, química y biológica, para lo cual se colocarán recipientes o contenedores debidamente rotulados de forma visible e identificable, todos los cuales deberán tener tapa y distintivo para su clasificación.
- Los residuos recolectados en los recipientes serán vaciados en cajas estacionarias con tapas herméticas para cada tipo de residuo, a fin de no mezclarlos y en espera de su disposición final.
- Disponer de un adecuado sistema de limpieza, recolección y eliminación de residuos sólidos en el campamento y en los distintos frentes de trabajo.
- El transporte de residuos sólidos hacia el relleno sanitario se realizará dos o tres veces por semana utilizando camiones recolectores de basura.

*Residuos Peligrosos.* Se considera dentro de esta categoría a los residuos que posean al menos una de las siguientes características:

- Inflamable o Corrosivo o Explosivo o Reactivo o Tóxico
- Patógeno
- Radioactivo

Teniendo en cuenta esta definición, se determina, que los principales residuos peligrosos utilizados durante la preparación del sitio y construcción del proyecto son: combustibles, aceites, grasas, pinturas y aditivos. Los residuos peligrosos conllevan a una señalización típica, la cual será puesta en lugares apropiados para su buena apreciación, y así se puedan tomar las medidas preventivas, tanto en el campo laboral como en el concerniente a la población aledaña.

- El Contratista de Obra está obligado a la recolección e inventariado de los residuos peligrosos resultantes de sus actividades en la etapa de preparación del sitio y construcción del proyecto.
- Los residuos peligrosos serán almacenados temporalmente en recipientes herméticamente cerrados y que respondan a las características de los residuos que contengan. Así, por ejemplo, un residuo corrosivo será almacenado en un recipiente resistente a la corrosión, como recipientes de PVC anticorrosivos.
- Los residuos semi-sólidos no deberán ser mezclados con otros residuos peligrosos sólidos, ni entre residuos semi-sólidos de diferente naturaleza a fin de prevenir reacciones indeseables.
- Las áreas en las que se almacenen los residuos peligrosos deberán contar con protección de las condiciones climatológicas como las lluvias, radiación solar. Estas áreas deberán estar alejadas de cualquier vivienda, área de movimiento intenso de maquinaria pesada o cuerpo hídrico. Además, debe estar cercada y contar con señalización de seguridad a fin de conocer sus características físicas, químicas y biológicas.

- Las baterías usadas serán almacenadas temporalmente en un área segura que cuente con un sistema de contención que evite un posible derrame del ácido sobre el suelo y protegida de condiciones climáticas. Estas áreas deben ser cerradas, pero con adecuada ventilación a fin de que el calor no acelere los procesos de sulfatación. Las baterías no deben entrar en contacto directo con el suelo o con el sistema de contención (se sugiere sobre parihuelas de madera y trampas de arena).
- Los trapos impregnados con hidrocarburos y suelos contaminados previamente exprimidos (el hidrocarburo exprimido será colectado en un recipiente habilitado para tal propósito y dispuesto en el cilindro correspondiente) serán almacenados en bolsas contenidas en los recipientes del color ya descrito. Queda terminantemente prohibido mezclar los trapos impregnados con otro tipo de basura. Los cartones y papeles ya contaminados con hidrocarburos o grasas serán dispuestos como si fueran trapos impregnados con aceites u otros hidrocarburos.
- Para el caso de los residuos semi-sólidos como aceites y grasas en desuso, además de las consideraciones ya señaladas se adicionará un sistema de contención de derrames a base de concreto con paños absorbentes o sobre parihuelas con trampas de arena.

#### Propuesta del sistema de contención para el almacenamiento de residuos peligrosos

- Se realizarán evaluaciones mensuales de los residuos peligrosos para registrar sus fuentes y las cantidades que se están generando.
- Se realizarán chequeos periódicos de los recipientes que contienen residuos peligrosos en las áreas de almacenamiento a fin de detectar posibles fugas y derrames. En caso de encontrarse un derrame se procederá a la limpieza de toda el área de almacenamiento en que se reportó el hallazgo y se hará un reporte del incidente.
- Posteriormente, los residuos peligrosos deberán recogidos por una empresa prestadora de servicios de residuos sólidos registrada y autorizada por la autoridad competente. Esta la empresa recolectora deberá suscribir y entregar una copia del Manifiesto de Manejo de Residuos Peligrosos.

#### *Derrames accidentales de combustibles en el suelo*

- Si se producen derrames accidentales durante el mantenimiento de equipos o el abastecimiento de combustible de los vehículos, el suelo contaminado será removido hasta unos 10 a 15 cm. debajo del nivel alcanzado por el contaminante en el suelo.
- Posteriormente, el trabajador haciendo uso adecuado de sus equipos de protección personal, utilizará una cubeta para transvasar el material contaminado al recipiente metálico (capacidad de 200 litros) acondicionado para tal fin.
- El recipiente estará ubicado estratégicamente en el área de los depósitos de los residuos sólidos.

- El material contaminado será transportado conjuntamente con los residuos peligrosos por la empresa recolectora y autorizada.
- El suelo removido y excavado para la colocación de las tuberías de agua y desagüe, estarán sujetas al control del supervisor de obra y, a los procedimientos establecidos de acondicionamiento y estabilización uniforme del terreno, para lo cual se utilizarán las maquinarias y equipos adecuados, a fin de no generar desestabilización del área trabajada.

#### *Residuos sanitarios*

- A fin de que la empresa Contratista minimice cualquier impacto en la calidad del suelo y las aguas superficiales o subterráneas, se implementarán las siguientes medidas para el control de las aguas residuales en la fase de construcción.
- Para la disposición temporal de las aguas residuales generadas en la etapa de construcción, se recomienda disponer de baños portátiles en cantidad adecuada al número de trabajadores (un baño por cada 15 trabajadores).
- Los baños portátiles funcionan en base a un compuesto líquido que degrada las materias que se depositan, formando un residuo no contaminante, biodegradable y libre de olores. Las ventajas de contar con este sistema consisten, en que protege la salud de las personas, cuida el ambiente, disminuye las posibilidades de accidentes de trabajo y la rápida limpieza de las instalaciones. La frecuencia del cambio, limpieza y/o mantenimiento de los baños portátiles dependerá de la recomendación de la empresa proveedora.
- La empresa proveedora de baños portátiles deberá entregar una bitácora del mantenimiento de los baños de manera mensual.

#### *Residuos de escombros*

La empresa contratistas deberán de manejar adecuadamente los escombros, material y material de construcción que se generarán dentro de los procesos constructivos del proyecto.

Se deberán minimizar las molestias a los peatones y usuarios de los sitios donde se desarrollan las obras por la obstrucción total y/o parcial del espacio público (vías, andenes, alamedas, etc.), disminuir las posibles alteraciones del paisaje y evitar el deslizamiento de materiales y afeamiento de las zonas donde se realicen las obras.

Para tener un buen manejo de los residuos de escombros se deberán llevar a cabo las siguientes acciones.

#### *Acciones Ex - Ante:*

- Dependiendo de las características de la obra, se deberán adecuar sitios para el almacenamiento temporal de los materiales con su señalización correspondiente.

### Acciones In-situ

- Se prohíbe depositar escombros en zonas verdes o en ríos, quebradas, humedales, cauces y lechos de ríos.
- Una vez generado el material de excavación y de demolición se deberá separar y clasificar con el fin de reutilizar el material que se pueda y el escombros sobrante deberá ser retirado inmediatamente del frente de obra y transportado a los sitios autorizados para su disposición final.
- Los materiales sobrantes a recuperar almacenados temporalmente en los frentes de trabajo no podrán interferir con el tráfico peatonal y/o vehicular, deberán ser protegidos contra la acción erosiva del agua, aire y su contaminación. La protección de los materiales se hace con elementos tales como plástico, lonas impermeables o mallas, asegurando su permanencia, o mediante la utilización de contenedores móviles de baja capacidad de almacenamiento.
- Así mismo, para los casos en que el volumen de escombros no supere los 3 m<sup>3</sup>, éstos se podrán almacenar temporalmente de la forma descrita en el párrafo anterior o deberán ser recogidos y almacenarlos en los contenedores móviles para su posterior traslado a los sitios autorizados.
- Se prohíbe la utilización de zonas verdes para la disposición temporal de materiales sobrantes producto de las actividades constructivas del proyecto.
- Los vehículos destinados al transporte de escombros no deberán ser llenados por encima de su capacidad (a ras con el borde superior más bajo de la caja), la carga deberá ir cubierta y deberán movilizarse siguiendo las rutas establecidas. Los camiones deberán contar con identificación en las puertas laterales, deberá ser en plástico imantado de tal forma que se pueda pegar y despegar fácilmente de la puerta. La identificación deberá contener nombre del contratista y teléfono de la oficina responsable de la inspección de las obras.
- Los vehículos de carga solo podrán transitar por las vías y en los horarios establecidos por la Autoridad de Tránsito.
- El contratista deberá limpiar las vías de acceso de los vehículos de carga como mínimo dos veces al día o cuándo se requiera de manera que garantice la no generación de partículas suspendidas a la atmósfera.
- Cada vez que se requiera se recogerán los desperdicios, basuras o elementos extraños presentes en la zona donde se realicen las obras. La limpieza general se realizará diariamente al finalizar la jornada, manteniendo en buen estado el sitio de trabajo.
- El contratista deberá contar con una (1) brigada de limpieza que cuente con su respectivo distintivo, dedicada a las labores de orden y limpieza del área general de

la obra, limpieza de las vías aledañas a la obra, además del mantenimiento de la señalización y del cerramiento de la misma.

- La disposición final de escombros deberá realizarse en los sitios aprobados y que además cuenten al momento de la disposición con los permisos, licencias y autorizaciones ambientales exigidos por las normas vigentes.
- El material orgánico removido por las necesidades de la obra, que no pueda ser reutilizado deberá disponerse en sitios autorizados a los cuáles se le ha permitido disponer este tipo de material, ese material deberá ser debidamente certificado por la empresa o dueño del sitio de disposición.
- Los trabajos de excavación se adelantarán preferiblemente en jornada diurna. Cuando se requiera trabajo nocturno se deberá obtener el permiso correspondiente. Es importante aclarar que este permiso deberá permanecer en obra junto con los otros permisos requeridos.
- El contratista deberá realizar mensualmente una evaluación del impacto visual que la obra está generando en su entorno, para conocer como las obras están afectando la calidad paisajística.

#### *Manejo de obras de concreto y materiales de construcción*

- El contratista deberá controlar los efectos ambientales ocasionados por el manejo de agregados, materiales para construcción y concretos durante el desarrollo de las obras, con la finalidad de minimizar la ocupación y deterioro del espacio público y las molestias a los peatones y usuarios de los sitios donde se desarrollan las obras por la obstrucción total y/o parcial del espacio público (vías, andenes, alamedas etc.).
- Cuando se requiera almacenar la mezcla de concreto en el sitio de la obra, ésta deberá realizarse sobre una plataforma metálica o sobre un geotextil de un calibre que garantice su no contacto con el suelo, de tal forma que el lugar permanezca en óptimas condiciones (se prohíbe realizar la mezcla directamente sobre el suelo o sobre las zonas duras existentes). En caso de derrame de mezcla de concreto, ésta se deberá recogerse y disponerse de manera inmediata. La zona donde se presentó el derrame se deberá limpiar de tal forma que no quede evidencia del vertimiento presentado.
- Se prohíbe el lavado de mezcladoras en el frente de obra si no se cuenta con las estructuras y el sistema de tratamiento necesarios para realizar esta labor.

#### *Manejo de maquinaria y equipo*

El contratista deberá controlar los efectos ambientales ocasionados por el manejo de maquinaria y equipo con el objeto de mitigar el impacto y la alteración de la transitabilidad (peatonal y vehicular) generado por la operación de la maquinaria, por lo que deberá de realizar las siguientes acciones.

#### Acciones previas

- Se solicitarán certificaciones de emisiones atmosféricas de vehículos utilizados en la obra con vigencia de expedición inferior a un (1) año.
- En el evento de requerir adelantar actividades de obra en horas nocturnas se deberá contar con el permiso que otorgue correspondiente del área en la que se desarrolla la obra.

#### Acciones In-situ:

- En zonas de Núcleos Institucionales (Colegios, Hospitales, etc.) el ruido continuo que supere el nivel de ruido del ambiente se realizará bajo el ciclo de 2 horas continuas (máximo) de ruido, seguidas de 2 horas de descanso. El Núcleo Institucional afectado deberá ser notificado previamente del ciclo de ruido adoptado.
- El mantenimiento de los vehículos deberá considerar la perfecta combustión de los motores, el ajuste de los componentes mecánicos, el balanceo y la calibración de las llantas.
- En los vehículos Diesel el tubo de escape deberá evacuar a una altura mínima de 3 m.
- Se recomienda a los contratistas emplear en la construcción de obras, vehículos de modelos recientes, con el objeto de evitar emisiones atmosféricas que sobrepasen los límites permisibles.
- Se deberá cumplir con los requerimientos sobre calidad de aire fijados en la normativa ambiental vigente.
- Se deberá realizar mantenimiento a la maquinaria en centros autorizados de acuerdo a los requerimientos que para las mismas se tengan en sus hojas de vida.
- Cuando se adelanten trabajos en horarios nocturnos, no se podrá utilizar equipo que produzca ruido por fuera de los niveles sonoros permitidos para la zona.

**Tabla 109.** Costo del programa de conservación de suelos y agua

Concepto	Unidad	Catidad	Costo unitario	Total
Lonas, riegos y manejo in situ del material	kit	1	\$22,000.00	\$22,000.00
Sanitarios	Pz	1		
kit para uso en caso de derrame de aceites	Kit	1	\$12,000.00	\$12,000.00
Cascos de protección	Pz	20	\$120.00	\$2,400.00
Almacén de residuos	Pz	1	\$20,000.00	\$20,000.00
Total				\$56,400.00

#### VI.2.5. Programa de Reforestación



**Impacto ambiental a mitigar:** Afectación a la vegetación y Calidad del suelo, paisaje y aire.

**Etapas de aplicación de esta acción:** Preparación del sitio y posterior a la construcción

Indicador para su evaluación: Índice de eficiencia y Índice de supervivencia

**Objetivos:** El objetivo de estas acciones es establecer una plantación saludable en 6 km sobre el trazo del proyecto y en 10 ha en polígonos cercanos al mismo, con densidad de siembra de 722 ind/ha. Así mismo llevar a mediano plazo la conformación de una cobertura vegetal áreas desprovistas de vegetación en compensación a las actividades constructivas de la Modernización del camino Sotuta – Holca, incluye paso por Tibolón, tramo del km 0+000 al km 20+444.42, con una meta de 23.15 km, en los municipios de Sotuta y Kantunil, ubicado en el estado de Yucatán.

### **Metodología**

#### *Reforestación sobre el trazo del proyecto*

La reforestación se llevará a cabo de manera lineal en 6 km en ambos lados del área dentro del derecho de vía autorizado. En total se plantarán 4,000 individuos nativos.

Para la realización de la reforestación sobre el derecho de vía se considerará el ancho de este, el cual tiene 40 m en ambos sentidos de la carretera. La reforestación se hará de forma lineal, de tal manera que se forme una barrera biológica como una cortina entorno a la autopista, para reducir el ruido y reflejo de luces de los vehículos en circulación y la fauna no se vea afectada por el mejoramiento del puente.

#### *Sistema de plantación*

El tipo de reforestación a lo largo de vialidades principales se denomina en línea, dado que solo se dispone de espacios estrechos para la realización de la actividad referida. Este tipo de arreglo es muy restrictivo respecto al tipo de arbolado a emplear, al tiempo que, al ser objeto de diversas presiones por parte de transeúntes, paso de vehículos y otras actividades antrópicas, deben elegirse cuidadosamente las especies a plantar.

Este tipo de reforestación también es importante para mitigar el ruido de la carretera al servir de barrera acústica. Los árboles se deben separar de las guarniciones al menos 3 metros.

En este sistema de plantación se utilizarán distancias de 3 m entre planta y planta colocando solo una fila de organismos, principalmente se utilizarán las especies nativas cercanas al proyecto, en total se llevará a cabo la plantación de 4,000 individuos.



**Figura 6.15.** Sistema de plantación lineal

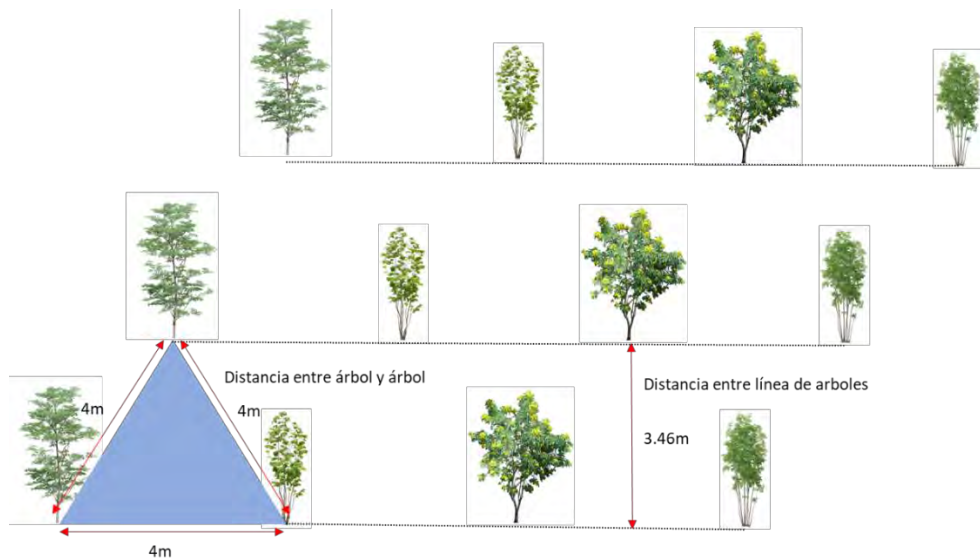
***Plantación en tresbolillo (polígonos fuera derecho de vía)***

El sistema de plantación que se empleara para la reforestación en los polígonos aledaños al proyecto es mediante el método del tresbolillo, en el que las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre individuos depende del espaciamiento que las especies demanden al ser adulta y el tipo de vegetación a plantar.

El tipo de vegetación a reforestar es selva mediana subcaducifolia, por lo que se propone una distancia de 4 m entre cada planta. Las líneas de plantación deberán seguir las curvas de nivel con la finalidad de lograr minimizar el arrastre de suelo en conjunto con las técnicas de conservación de suelos que servirán a su vez aprovechar los escurrimientos naturales.

El distanciamiento a 4 metros permitirá que las actividades de mantenimiento (riego, limpieza y conformación de terraza individual) se realizan de manera adecuada garantizando el tránsito del personal de mantenimiento.

A continuación, se muestra el sistema de plantación de tresbolillo.



**Figura 6.16.** Sistema de plantación tresbolillo

Estimación de la densidad de la plantación

Dentro de los factores que inciden en la densidad organismos para reforestación se encuentra:

La tasa de crecimiento (cuanto más cerrado el espaciamiento tanto más lento la tasa de crecimiento).

Incidencia de malezas y necesidad de deshierbe,

Sombra lateral por crecimiento natural, esto en el caso de la reforestación en las áreas que presentan claros, ya que los árboles que permanecen en los remanentes de la vegetación aportarían una barrera protectora a las plántulas, debido a que entre las hileras de plantación hay bosque natural, no es necesario usar espaciamientos estrechos para asegurar la buena forma del árbol.

Las especies que se utilizarán provendrán las acciones de rescate de Flora. Para calcular la densidad de siembra en las hectáreas a reforestar de acuerdo al sistema de tresbolillo se aplicó la siguiente formula.

$$\frac{Np}{Ha} = \frac{A}{(d^2)(0.866)}$$

Donde:

A = número de hectáreas a reforestar en metros cuadrados

d = la distancia entre número de individuos y

0.866 = valor de la tangente trigonométrica

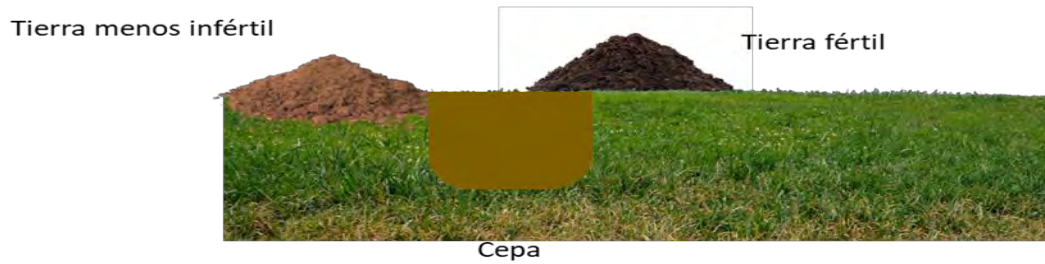
De acuerdo a la formula anterior y tomado en cuenta el número de hectáreas a reforestar y una distancia de siembra entre los individuos de 4 m, nos da un resultado de 7,220 individuos, lo que resultaría de 722 individuos/hectárea.

### ***Método de plantación***

#### ***Apertura de cepas***

Para la plantación de organismos forestales se realizará la apertura de cepas con dimensiones de la excavación de 0.40m de ancho largo y profundidad, si el tamaño del cepellón de planta es más grande esta deberá adaptar para no dañar el organismo, se deberá considerar que la profundidad debe de ser al menos 0.05 m más profunda que la altura del cepellón, para garantizar un mejor desarrollo de la raíz.

Al extraer el suelo producto de la excavación de la cepa, éste deberá ser separado en dos partes: superficial (más fértil) y profundo (menos fértil) como se muestra en la siguiente figura.



**Figura 6.17. Método de apertura de la cepa.**

Para minimizar los esfuerzos de trabajo en la plantación se deberán utilizar herramientas básicas y asegurar la óptima ejecución de los trabajos. Para la apertura de cepas, se contará con la pala plantadora, diseñada para llevar a cabo con mayor eficiencia esta actividad. Tiene las características ergonómicamente para facilitar el trabajo del plantador.

Esta herramienta, tiene dos soportes o apoyos en y a ambos lados de la hoja, que permiten que el trabajador apoye el pie y aplique todo el peso del cuerpo para que la hoja penetre verticalmente el suelo y facilite la conformación de una cepa, bien estructurada y firme.

El mango es resistente y reforzado, para soportar el peso del trabajador al hacer palanca para lograr la fractura del suelo. El asa es cómoda proporcionándole al trabajador facilidad para asir con seguridad y firmeza la herramienta, y para hacer palanca para lograr la fractura del suelo. La hoja es gruesa, cóncava, con base redondeada y filo, lo que le permite penetrar en el suelo con poca presión y le confiere suficiente resistencia para ser usada como. Así mismo, se utilizará un pico cuando el suelo se encuentre muy duro o se encuentre piedras.



**Figura 6.18. Herramientas de trabajo**

### *Plantación*

Una vez realizada la apertura de las sepas se procede a la plantación de árboles tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de la planta en tanto se arraiga en el terreno. Este paso puede ser omitido si no existen raíces largas.

Se quita el envase sin dañar la raíz (retirar el envase de plástico de la planta).

Antes de colocar el árbol en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.

Después de haber colocado la planta se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.

Se recomienda apisonar ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción del vivero hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

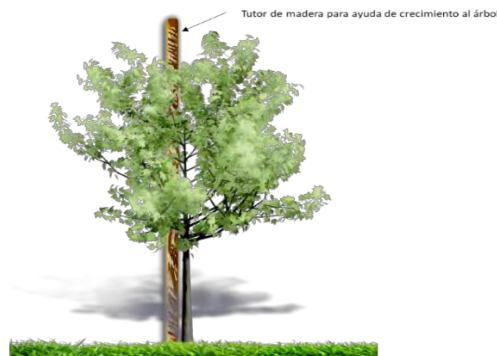
Realizar el riego de sellado para compactar la tierra en la cepa.

Realizar una terraza individual para la captación de agua y suelos erosionados.



**Figura 6.19.** Sistema de siembra en de cepa común

Para garantizar el buen desarrollo de los organismos plantados, en caso de aquellos especímenes que por su altura o peso de la copa así lo requieran, para mantener el árbol en posición vertical se colocará un tutor. La forma de esta ayuda se muestra en la siguiente figura.



**Figura 6.20.** Colocación de tutor

Durante el proceso de plantación se tendrá especial cuidado de no cometer los siguientes errores de plantación:

- No retirar del cepellón el plástico en el que se envuelve si este fuera no biodegradable.
- Excavar una cepa profunda que supere en mucho el alto del cepellón e impida la aireación de las raíces.
- Excavar una cepa demasiado pequeña que beneficie la erosión del cepellón y consecuentemente a la desecación de las raíces superiores.
- Cubrir el tallo con tierra, puesto que se impide el acceso de agua y genera problemas fungosos (pudriciones).

#### *Transporte de la planta al sitio de reforestación*

Las maniobras previstas para la obtención de las plantas a utilizar en la reforestación y su transporte están estrechamente vinculadas con el programa de rescate de las especies sujetas a régimen de protección y con el fin de obtener material para la reforestación.

El uso de transporte motorizado, por ejemplo: desde el vivero, será en vehículos cerrados para prevenir un desecamiento y estrés, debidos a la acción del viento, con el objetivo de elevar el índice de sobrevivencia en campo de las plantas establecidas. Para el transporte de la planta al sitio de plantación, en estos casos se seguirán las siguientes reglas.

- Las plantas deberán estar perfectamente hidratadas al salir del vivero. Se transportarán en sus contenedores hasta el lugar de la plantación, sacándolas momentos antes de plantarlas en el suelo.
- Se transportarán en vehículos acondicionados, que permitan un buen acomodo de las charolas para no aplastar las plantas, normalmente con un espacio de 0.35-0.40 m entre camas.
- La caja se deberá cubrir perfectamente con malla sombra o algún otro material que evite la transmisión directa de calor y el viento y, consecuentemente, la deshidratación
- Realizar el transporte en las horas más frescas del día para evitar la deshidratación por excesiva transpiración.
- Se deberá evitar el roce de la última cama con la malla, de otra manera sufrirán quemaduras las hojas.
- El acarreo y traslado de los contenedores debe hacerse con todo cuidado.
- Si las plantas no se van a plantar inmediatamente, es necesario acondicionar un lugar fresco y a la sombra, y con facilidades de proporcionar los riegos necesarios hasta que se planten.

#### *Mantenimiento de la reforestación*

**Riego.** Después de la plantación se realizarán riegos periódicos mínimo 3 veces por semana, estos se realizarán preferentemente entre las 7:00 y las 11:00 h del día, con el fin de evitar la pérdida de humedad por evaporación durante las horas de mayor temperatura media o mayor radiación solar, para facilitar una mayor infiltración del agua por gravedad o capilaridad y mejor aprovechamiento por los organismos vegetales. El riego de



mantenimiento será durante el primer año pos-plantación tres veces por semana, reduciéndose en el segundo año dos veces por semana a los organismos que este más afectados por la deshidratación (riegos de Auxilio), y uno por semana a los que se encuentren sanos y adaptados a las condiciones naturales del sitio de plantación, para el tercer año se espera reducir el riego en un 80%, solo brindando el servicio a los organismos más débiles.

Para el temporal de lluvias el riego se reducirá dependiendo las precipitaciones que presenten en año con año.

*Replantación.* Debido a que, durante la plantación es común que se causen daños a las plantas e incluso en ocasiones la muerte, es necesario controlar las fallas antes de finalizar el primer año de la repoblación.

La reposición se hará utilizando plantas vigorosas, preferentemente al inicio de las lluvias, que han sido producidas o conservadas en un vivero.

Se realizarán recorridos en las áreas reforestadas para identificar las zonas donde hubo mortandad, una vez identificadas se proceda a la plantación de los nuevos organismos forestales, siguiendo los mismos pasos de la plantación anterior.

*Deshierbe y conformación de las terrazas individuales.* Dentro de las actividades de mantenimiento, sobre todo después de la época de lluvias, es frecuente el crecimiento de hierbas y malezas que pueden reducir el factor de condición de los árboles por competencia. Por tal motivo, es preciso prevenir como actividad regular, el retiro de esta vegetación.

El deshierbe o chapeo, se realizará de forma manual o con el empleo de desbrozadoras, quedando totalmente prohibido el empleo de defoliables y herbicidas para el control de malezas, ya que estos afectan a corto plazo la salud de los individuos plantados.

El crecimiento de la vegetación herbácea debe ser controlada, sin embargo, esta no debe de retirarse por completo ya que los suelos quedaran desprovistos y sujetos a erosión hídrica y eólica, llevando consigo los nutrientes.

En cuanto a las obras de conservación de suelo (terrazas individuales) estas deberán ser desazolvadas y a su vez reconstruidas antes y después del temporal de lluvias para que sigan cumpliendo la función principal "captación de agua y suelos erosionados".

La reconstrucción de terrazas individuales se realizará durante la etapa de mantenimiento la cual durara como mínimo 2 años o hasta garantizar una reforestación exitosa que es capaz de sobrevivir sin los riegos.

*Control de plagas y fertilización.* Se debe procurar no utilizar fertilizantes químicos, en caso de ser necesario siempre y cuando el suelo no aporte los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas se optará por el uso de fertilizantes organofosforados. Ejemplo (triple 16 granulado).

Para el caso de invasiones importantes o emergencias fitosanitarias, se podrá recurrir al empleo de plaguicidas autorizados, bajo la recomendación de un agrónomo.

*Programa de trabajo*

**Tabla 110.** Programa de trabajo relacionados con la reforestación.

Actividad	Año 1												Año 2											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Aperturas de cepas																								
Plantación																								
Colocación de tutores																								
Mantenimiento de la plantación																								
Monitoreo para calificar el éxito																								
Replantación																								

### ***Evaluación y monitoreo de la reforestación***

La reforestación es un proceso integral y requiere una buena planeación que considere todos los aspectos técnicos y administrativos pertinentes. La evaluación es parte fundamental de la planeación, dado que generará la información necesaria para retroalimentar y mejorar el proceso de manera continua.

#### ***Metodología y técnicas de monitoreo.***

El método por utilizar para evaluar el éxito o cumplimiento de los objetivos estará basado en un solo parámetro, definido como sobrevivencia.

#### ***Porcentaje de Sobrevivencia.***

La sobrevivencia se define como el conjunto de individuos encontrados vivos con respecto al total de los que fueron plantados en una unidad determinada de tiempo/espacio. La evaluación de la sobrevivencia permitirá obtener una medida del éxito bajo la influencia de los factores en el sitio.

Por tal motivo, en este caso se utilizará el porcentaje de sobrevivencia.

El indicador de referencia, por tanto, será el número de individuos plantados por área reforestada, al tiempo que el indicador de desempeño sería la proporción o valor relativo, de los individuos sobrevivientes. Se puede definir por la expresión:

Los rangos para el indicador de desempeño sobrevivencia, esperados como rangos de satisfacción son:

- Reforestación deficiente sobrevivencia = menor al 60%
- Reforestación satisfactoria sobrevivencia = mayor o igual al 60% y menor al 65%
- Reforestación buena sobrevivencia = mayor o igual al 70% y menor al 75%
- Reforestación muy buena sobrevivencia = mayor o igual al 80% y menor al 85%
- Reforestación excelente sobrevivencia = mayor al 85%.

El éxito del programa se calificará con una periodicidad trimestral por área y anual para todo el programa. De allí se determinará anualmente el éxito de cada reforestación por áreas y las medidas de corrección se podrán atender de manera trimestral.

**Tabla 6.111.** Costos del programa de reforestación

Concepto	Unidad	Cantidad	Costo unitario	
Plantación (incluye planta)	Pz	133	\$ 160.00	\$ 21,280.00
Mantenimiento (incluye mano de obra)	mes	24	\$ 9,500.00	\$ 228,000.00
		Total		\$ 249,280.00

### VI.2.6. Plan de manejo Ambiental

El Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) es un instrumento básico de gestión ambiental que será implementado por la promovente el cual contiene las medidas y programas de orden preventivo, correctivo y mitigante para tratar los posibles impactos ambientales generados durante la ejecución del proyecto.

De acuerdo a lo que establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 1 Fracción X, la elaboración y presentación de un PVA es la base para 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. Y bajo la concepción de Desarrollo Sustentable que la propia Ley define, este Programa forma parte de un proceso de evaluación y seguimiento con criterios e indicadores de carácter ambiental, económico y social.

La aplicación del PVA permitirá verificar por un lado que el promovente cumple con las disposiciones normativas de aplicación directa al proyecto, y por otro, el cumplimiento y el desempeño ambiental en tiempo y espacio de las medidas antes referidas; para lo cual se tomarán decisiones concretas para el control y prevención de los impactos que pudiera generar el proyecto.

El cumplimiento del PVA se realizará a través de la ejecución de las medidas de mitigación que integran al proyecto las cuales son Supervisión ambiental, Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto, Acciones de protección y conservación de la fauna silvestre, Programa de protección de suelos y agua y Programa de Reforestación y manejo de arbolado.

#### Objetivos

##### Objetivo general

Determinar la evolución de los componentes ambientales una vez realizada la aplicación de las acciones que mitigarán, prevendrán o compensarán las afectaciones ocasionadas por el desarrollo del proyecto.

##### Objetivos particulares

- Asegurar la correcta aplicación de las medidas de mitigación, prevención y compensación establecidas tanto en la autorización como en la MIA-R.
- Realizar el monitoreo de las medidas aplicadas con el fin de asegurar su éxito en el ambiente.
- Identificar y corregir posibles desviaciones de las variables bajo control, una vez aplicadas las medidas de mitigación, prevención y compensación.

### Seguimiento y control (monitoreo)

Para el seguimiento de cada una de las medidas de mitigación a través de PMA se considerara la aplicación del del Índice de Eficiencia de la Medida (ei) y por medio de la Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental se podrá registrar y presentar las evidencias del cumplimiento de este grupo de medidas, como la copia de los oficios de entrega de los Estudios, Planes y Programas ante las instancias correspondientes, los resultados principales de dichos trabajos, etc.

### Propuesta del índice de eficiencia

**Tabla 112.** índices de eficiencia de Eficiencia

Índice de Eficiencia (ei)	<p>e = nivel de eficiencia de la medida i</p> <p>j = número de acciones que se realizaron en el período del informe para la medida i</p> <p>k = número total de acciones a realizar que integran la medida i</p>
---------------------------	--

En cambio, cuando se trata de la ejecución de las acciones establecidas se podrá obtener un mayor número de datos que midan, muestren y evidencien el éxito de su aplicación. Por lo que, para las medidas incluidas en la categoría de Obra Ambiental, Medidas Generales y Seguimiento, se establecen una serie de indicadores adecuados a cada acción a realizar, sin dejar de lado aquellos que puedan ser establecidos en los Programas desarrollados para cada uno de los componentes ambientales a proteger durante la ejecución del Proyecto, así como su operación inicial. Además, se sugieren los períodos para la colecta de datos, el área y el método de la información necesaria para alimentar los índices o indicadores que se hayan definido. Obviamente se podrán incluir las evidencias del cumplimiento de la medida, por medio del registro de toda esta información en el formato de Cédula de Registro y Registro por Actividad, así como en la Bitácora de Obra considerada un instrumento de control comúnmente utilizado como parte de la supervisión de un Proyecto; además de oficios, documentos, fotografías, etc.

En primera instancia se considera apropiada la definición de los Criterios de Evaluación que permita calificar el nivel de aplicación de cada una de las medidas enlistadas para el Proyecto.

### *Propuesta de los criterios de evaluación del cumplimiento ambiental*

**Tabla 113.** Criterios de Evaluación del Cumplimiento Ambiental

Valor	Criterio
1.00	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
0.80	Cumple de manera efectiva con la medida, con alguna omisión ocasional
0.60	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
0.40	Cumple parcialmente la medida
0.20	Inicia de forma incipiente, el cumplimiento de la medida
0.00	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida. (Esta valoración representa un HALLAZGO)

La escala anterior trata de valorar el grado de la implantación de una medida específica que podrá ser desde 0.20 hasta 1.0, esta última una calificación satisfactoria. Al contrario, se considerará un Hallazgo cuando no se han realizado las acciones necesarias para su implantación durante las diferentes etapas de desarrollo del Proyecto.

Una vez que el Proyecto sea puesto en marcha, se podrán obtener otros índices que demostrarán el nivel de cumplimiento ambiental durante las diferentes etapas del mismo. A través del siguiente cálculo:

*Propuesta del índice de cumplimiento ambiental*

**Tabla 114.** Índice de Cumplimiento Ambiental

Índice de Cumplimiento Ambiental (ICA)	$x$ = número de criterio de evaluación de la medida $i$ , durante la actividad $j$ $i$ = medida $j$ = actividad $X$ = número total de evaluaciones por período (de acuerdo al criterio)
--	--

Finalmente, los indicadores de desempeño miden el logro de los objetivos de programas o actividades que reflejan el cumplimiento de la misión y las metas del Proyecto. En este caso, para determinar el Desempeño Ambiental del Proyecto se propone utilizar el promedio de las valoraciones dadas a las diferentes medidas a implementar, durante una actividad determinada por la etapa del Proyecto. Los resultados de este indicador serán útiles en cualquier momento a lo largo del desarrollo de la construcción y operación del Proyecto en cuestión.

*Propuesta del índice de desempeño*

**Tabla 115.** Propuesta del Índice de Desempeño

Ambiental Índice de Desempeño Ambiental	$i$ = medida $j$ = actividad
---	---------------------------------

	M = número de medidas totales del Proyecto
--	--

Estos indicadores son una herramienta importante para el seguimiento de actividades y/o evaluación de su desarrollo en la implantación, además de que facilitan el reporte de las acciones y la información generada. En el entendido de que la base central de todo seguimiento ambiental, lo constituye el sistema de indicadores ambientales. De modo que se definieron instrumentos, métodos e indicadores que conforman un sistema de indicadores para este Proyecto, lo cual permitirá obtener una visión clara del desempeño ambiental del mismo. Sin embargo, se podrán adicionar nuevos de acuerdo a las necesidades observadas, así como a la dinámica de los trabajos desarrollados y ser tan específicos como se requieran.

#### *Fichas técnicas de seguimiento ambiental del proyecto*

La Ficha Técnica de Seguimiento Ambiental define el campo de acción de las medidas, el momento de su aplicación, las técnicas requeridas, etcétera; permitiendo el registro del cumplimiento y el avance de cada una de las medidas propuestas, este es un formato de fácil acceso y aplicación.

1. El Número de la Ficha Técnica de Manejo Ambiental, identifica a que actividad específica del proyecto corresponde las acciones que se realizaran.
2. El Método de control y registro se añade según sea el caso para cada medida a implantar, lo que conforma la evidencia y comprobación directa de la aplicación de las medidas definidas, así como del PVA. Se podrá señalar incluso otros mecanismos de control.
3. La Fase de aplicación, especificara en qué etapa y/o actividad del Proyecto se origina el impacto al medio ambiente por el cual se implementa la medida.
4. La Frecuencia de control indica el número de veces en que deberá realizarse este; y posteriormente el sitio de muestreo donde se adaptaran las acciones en cuestión.
5. Se incluyen los indicadores ambientales de la medida, los cuales demostraran la eficacia de la aplicación de dichas acciones; así como el umbral de alarma.
6. Dado que la suma de la realización de las acciones y su seguimiento deberá incorporarse en Informes tanto a nivel interno, como para su ingreso a las autoridades correspondientes, es necesario señalarlos.
7. Normatividad ambiental aplicable, se enuncian aquellas que instituyen los criterios de directa aplicación con la medida.
8. Estudios, Programas y/o Procedimientos de referencia. Se refiere a los documentos que sirven de apoyo y referencia, o en su caso, del cual se desprenden las medidas establecidas



A continuación, se muestran las fichas técnicas por cada medida de mitigación propuesta:  
Fichas técnicas de seguimiento ambiental del PVA

Este PVA incluye diferentes acciones para mitigar diferentes factores ambientales por lo que se presenta una ficha técnica de seguimiento ambiental.

- Supervisión ambiental
- Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto
- Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna
- Programa de protección de suelos y agua
- Reforestación

**Tabla 116.** Ficha técnica de Supervisión ambiental

<b>Supervisión ambiental</b>	<b>Etapas: preparación del sitio y construcción</b>
<p><b>Objetivo de la medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que lleve a cabo la Supervisión ambiental para controlar todas las acciones que se desempeñen durante la etapa de preparación y construcción asegurando que los componentes del ambiente no sean afectados más de lo necesario</li> </ul>	
<p><b>Acciones a ejecutar y/o verificar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que se lleven a cabo los recorridos de supervisión ambiental</li> <li>• Constatar que los encargados de realizar la supervisión ambiental cuenten con la experiencia necesaria para realizar dicha actividad</li> <li>• Verificar que se lleven a cabo el manejo adecuado Residuos Peligrosos</li> <li>• Verificar las Emisiones a la Atmósfera (motores de combustión interna)</li> </ul>	
<p><b>Método de control/registro</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cédula de registro (diario y por actividad)</li> <li>• Fotográficos</li> <li>• Bitácora de obra</li> </ul>	
<p><b>Fase de aplicación</b> Previo al inicio de la obra y durante a construcción</p>	
<p><b>Frecuencia de control</b> Diario en cada frente de trabajo del Proyecto</p>	
<p><b>Sitio de muestreo</b> En la superficie de ocupación del Proyecto</p>	
<p><b>Indicadores ambientales</b> Índice de eficiencia</p> <p><b>Indicador de Seguimiento</b></p> <p>Cantidad de medidas de mitigación realizadas X 100 Cantidad total de medidas de mitigación</p> <p>Eficiencia de la medida</p>	

<b>Supervisión ambiental</b>	<b>Etapas: preparación del sitio y construcción</b>
Las medidas de mitigación deben cubrir mínimamente el 85% en toda la obra	
Rp = 85%	
<b>Umbral de alarma</b>	
Índice de eficiencia < 85%	
<b>Informes</b>	
Informes rutinarios mensuales	
Integración de las acciones y sus resultados en los Informes solicitados por la autoridad competente	

**Tabla 117.** Ficha técnica de Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto

<b>Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto</b>	<b>Etapas: preparación del sitio y construcción</b>
<p><b>Objetivo de la medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que lleve a cabo la Instalación de señalamiento adecuado como letreros de informativos, restrictivos y preventivos de las funciones de la obra, a lo largo de la obra, así como en las vialidades importantes en por lo menos 1 kilómetro a la redonda.</li> </ul>	
<p><b>Acciones a ejecutar y/o verificar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que se difunda el proyecto a través de la colocación de lonas y señalamiento infamativos</li> <li>• Verificar que la señalización sea adeudada para evitar accidentes viales y congestionamiento vial en las calles cercanas a la obra</li> <li>• Verificar que los automovilistas utilicen rutas alternas, al informarse a través de las colocaciones de lonas informativas</li> <li>• Verificar que en los frentes de trabajo coloque señalamientos preventivos y restrictivos según sea el caso</li> <li>• Verificar la delimitación de las áreas de trabajo</li> <li>• Verificar que no se obstruya los pasos peatonales y que estos se encuentren bien señalizados</li> </ul>	
<p><b>Método de control/registro</b>            Cédula de registro (semanal y por actividad)            Fotográficos            Bitácora de colocación y ubicación de señalamientos</p>	
<p><b>Fase de aplicación</b>            Previo al inicio de la obra y durante a construcción</p>	
<p><b>Frecuencia de control</b>            Diario en cada frente de trabajo del Proyecto</p>	
<p><b>Sitio de muestreo</b>            En la superficie de ocupación del Proyecto y vías principales cercanas al proyecto</p>	
<p><b>Indicadores ambientales</b>            Índice de eficiencia              Indicador de Seguimiento              Cantidad de señalamientos instalados X 100            Cantidad de señalamientos necesarios</p>	

<b>Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto</b>	<b>Etapas: preparación del sitio y construcción</b>
<p><b>Eficiencia de la medida</b></p> <p>Los señalamientos cubrirán mínimamente el 85% en toda la obra</p> <p>Rp = 85%</p>	
<p><b>Umbral de alarma</b></p> <p>Índice de eficiencia &lt; 85%</p>	
<p><b>Informes</b></p> <p>Informes rutinarios mensuales</p> <p>Integración de las acciones y sus resultados en los Informes solicitados por la autoridad competente</p>	

**Tabla 118.** Fichas técnicas de seguimiento ambiental del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna

Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna	Etapa: preparación del sitio y construcción
<p><b>Objetivo de la medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que las acciones del programa de rescate y ahuyentamiento de fauna sean puestas en práctica, tal y como se señaló en el programa correspondiente.</li> </ul>	
<p><b>Acciones a ejecutar y/o verificar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizar una brigada dirigida por un especialista, para realizar el ahuyentado de animales al inicio de la construcción en cada frente de trabajo</li> <li>• Verificar que sean ubicados e identificados los nidos y madrigueras que puedan ser afectados dentro del área del proyecto y marcarlos con banderín, señalando la especie de la que se trate y, en su caso, indicar las condiciones para la conservación de nidos, cavidades, madrigueras o refugios (con o sin crías) que necesitan ser removidas dentro del derecho de vía.</li> <li>• La fauna que reincide a permanecer en la zona se debe capturar y transportar (con jaulas) a sitios que presenten las condiciones ambientales similares al sitio donde se haya realizado la captura o en zonas conservadas según la especie.</li> <li>• En caso de realizar captura de fauna verificar que sean considerados los criterios para seleccionar los sitios posibles de liberación para la fauna silvestre: a) cercanía al sitio, b) fácil acceso, c) hábitat en buen estado de conservación, cercano a una ANP, d) tipo de vegetación, fauna y hábitat similar o equivalente, e) presencia de las mismas especies de animales y poblaciones, f) sin presencia de cacería y captura de ejemplares y g) poca actividad humana.</li> <li>• Dirigir las acciones del rescate y reubicación a las especies que se encuentran en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como las especies con Índices de Riesgo alto y máximo, sin embargo, todas las especies que se presenten en el derecho de vía y puedan ser capturadas, deberán ser rescatadas y reubicadas.</li> <li>• Se deberá realizar la capacitación y concienciación del personal para el manejo y reubicación de especies, particularmente las peligrosas.</li> <li>• La protección, captura y reubicación de las especies de fauna presentes en la zona del proyecto, debe de realizarse según las técnicas de captura y reubicación de acuerdo al grupo de vertebrados al que pertenezcan (herpetofauna, aves y mamíferos) y lo establecido en este Programa.</li> <li>• La asignación de personal capacitado en los diferentes frentes de trabajo y un especialista con permiso de colecta proporcionado por SEMARNAT, que detecte a los individuos de fauna presentes en el sitio que pudieran estar en riesgo por las acciones del Proyecto.</li> <li>• Verificar que las acciones de ahuyentado y captura sean realizadas de manera periódica durante el desarrollo del Proyecto y evitar el retorno de los organismos al sitio inicial.</li> <li>• Se prohíbe la captura, caza y tráfico de cualquier especie, por parte de personal de obra.</li> </ul>	
<p><b>Método de control/registro</b> Cédula de registro (diario y por actividad) Fotográficos Oficios / Minutas</p>	



Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna		Etapa: preparación del sitio y construcción
<p>Bitácora de obra Registro de los individuos rescatados y reubicados por especie, grupo faunístico y su categoría en la NOM-059-SEMARNAT-2010</p>		
<p><b>Fase de aplicación</b> Previo al inicio de obra y continúa durante la construcción del Proyecto</p>		
<p><b>Frecuencia de control</b> 1) Previo al inicio de la construcción Diario</p>		
<p><b>Sitio de muestreo</b> En la superficie de ocupación del Proyecto</p>		
<p><b>Indicadores ambientales</b> Ahuyentamiento de fauna</p> <p>Indicador de Seguimiento</p> $ea = \left( \frac{af}{ai} \right) \times 100$ <p>En donde: ea = eficiencia de ahuyentamiento af = animales ahuyentados al final de las brigadas ai= animales ahuyentados al inicio de las brigadas</p> <p>Eficiencia de la medida ea = ≤ 5%</p> <p>Rescate de organismos</p> <p>Indicador de Seguimiento</p> $or = \left( \frac{orb}{oip} \right) \times 100$ <p>En donde:</p>		<p>Rescate de nidos o madrigueras activas</p> <p>Indicador de Seguimiento</p> $nr = \left( \frac{nrb}{nlp} \right) \times 100$ <p>En donde: or = nidos o madrigueras activas rescatados orb = número de nidos o madrigueras activas rescatados durante las brigadas oip = número nidos o madrigueras activas identificados en los recorridos previos</p> <p>Eficiencia de la medida nr = 100%<sup>4</sup></p>

Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna	Etapa: preparación del sitio y construcción
<p>or = organismos rescatados            orb = número de organismos rescatados durante las brigadas            oip = número organismos identificados en los recorridos previos</p> <p>Platicas Ambientales</p> <p><b>Indicador de Seguimiento</b></p> $c = \left( \frac{j}{t} \right) \times 100$ <p>En donde:            c = esfuerzo del curso impartido            j = Número de trabajadores vinculados a la obra a los cuales se le impartió el curso</p> <p><b>Eficiencia de la medida</b>            C=100%</p>	
<p><b>Umbral de alarma</b>            Índice de eficiencia &lt; 70%</p>	
<p><b>Informes</b>            Informes rutinarios mensuales            Integración de las acciones y sus resultados en los Informes solicitados por la autoridad competente</p>	

**Tabla 119.** Fichas técnicas de seguimiento ambiental de las acciones de conservación y protección de suelos

Programa de protección de suelos y agua	Etapa: construcción
<p><b>Objetivo de la medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la aplicación de prácticas adecuadas para el manejo de residuos sólidos, evitar el derrame de combustibles en el suelo y, en su caso, implementar acciones eficientes para el manejo de suelos contaminados; de acuerdo con las indicaciones ambientales señaladas en el Programa correspondiente.</li> </ul>	
<p><b>Acciones a ejecutar y/o verificar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la colocación los residuos generados durante Obra en los depósitos y sitios destinados para ello, evitando sean arrojadas al suelo</li> <li>• Verificar la recarga de combustibles a vehículos, equipo y maquinaria de Obra, deberá ser preferentemente en estaciones de servicio fijas. En caso contrario se deberán de atender medidas de seguridad para la recarga de combustibles en Obra, dirigidas tanto al personal como al área destinada para la recarga.</li> <li>• Verificar la construcción del almacén temporal de residuos peligrosos en caso de existir, así, como la recolección de dichos residuos</li> <li>• Atender la Norma Oficial Mexicana NOM-138-SEMARNAT//SS-2003 la cual establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.</li> <li>• En caso de incidente se deberá atender lo establecido en la Norma mencionada.</li> <li>• Verificar que se coloquen sanitarios portátiles para los residuos sanitarios</li> <li>• Verificar el manejo de los Residuos de escombros</li> <li>• Verificar le manejo de obras de concreto y materiales de construcción, así como el movimiento de maquinaria y equipo en la obra</li> <li>• Verificar que los materiales caídos al cause del arroyo serán retirados</li> </ul>	
<p><b>Método de control/registro</b> Cédula de registro (diario y por actividad) Fotográficos Bitácora de obra</p>	
<p><b>Fase de aplicación</b> Durante la construcción del Proyecto</p>	
<p><b>Frecuencia de control</b> Diariamente durante la construcción del Proyecto</p>	
<p><b>Sitio de muestreo</b></p>	

Programa de protección de suelos y agua	Etapas: construcción
En la superficie de ocupación del Proyecto	
<p><b>Indicadores ambientales</b> Índice de eficiencia</p> <p>Control del posible derrame de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa residuos peligrosos y no peligrosos</p> <p>En donde:  ed= número de eventos por derrame de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa residuos peligrosos y no peligrosos  ed1= número de derrames de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa Núm. 1  edn= número de derrames de emulsiones asfálticas, combustible, aceite y/o grasa Núm. n</p> $\sum_{ed=1}^n ed = ed_1 + ed_2 + \dots + ed_n$ <p>Eficiencia de la medida</p> $\sum_{ed=1}^n ed = 0$	
<p><b>Umbral de alarma</b> Índice de eficiencia &lt; 70%</p>	
<p><b>Informes</b>  Informes rutinarios mensuales  Integración de las acciones y sus resultados en los Informes solicitados por la autoridad ambiental</p>	

**Tabla 120.** Fichas técnicas de seguimiento ambiental de la reforestación

Programa de reforestación y manejo de arbolado	Etapa: construcción y operación
<p><b>Objetivo de la medida</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que las acciones de reforestación sean llevadas a cabo conforme lo establecido en el Programa correspondiente</li> </ul>	
<p><b>Acciones a ejecutar y/o verificar</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar que se lleve a cabo la reforestación con especies arbóreas y arbustivas endémicas</li> <li>• Verificar que se cuente con los recursos humanos y materiales suficientes para llevar a cabo la reforestación establecida en el Programa correspondiente.</li> <li>• Verificar que sea integrado al suelo materia orgánica en los sitios a reforestar, con énfasis en las áreas donde se colocarán las plantas (cepas)</li> <li>• Verificar que sean respetados el trazado y las densidades de plantación que se hayan establecido en el Programa correspondiente.</li> <li>• Verificar que los individuos destinados para el trasplante cuenten con el diámetro y la edad para garantizar la sobrevivencia.</li> <li>• Verificar que durante el transporte de las plantas se tengan los cuidados necesarios para evitar el estrés de estas y que lleguen en el mejor estado posible, además de evitar mermas.</li> </ul>	
<p><b>Método de control/registro</b>            Cédula de registro (diario y por actividad)            Fotográficos            Bitácora de obra</p>	
<p><b>Fase de aplicación</b>            Al durante la construcción de los tramos del Proyecto y al inicio de las acciones de la reforestación</p>	
<p><b>Frecuencia de control</b>            1) Durante la reforestación            Diario            2) Al finalizar la plantación            Entrega de trabajos            3) Posterior a la plantación            Primer año: registros semestrales</p>	
<p><b>Sitio de muestreo</b>            En la superficie seleccionadas para la reforestación</p>	

Programa de reforestación y manejo de arbolado	Etapa: construcción y operación
<p><b>Indicadores ambientales</b>            Índice de eficiencia            Índice de supervivencia            Reposición de planta            Estado sanitario            Censo de plantación</p>	
<p><b>Umbral de alarma</b>            Índice de eficiencia &lt; 80%            Índice de supervivencia &lt; 80%            Reposición de planta &gt; 20%</p>	
<p><b>Informes</b>            Informes rutinarios mensuales            Integración de las acciones y sus resultados en los Informes solicitados por la autoridad competente</p>	

**Umbrales de efectividad**

Rangos de umbral cuando la eficiencia es el 100%

Cuando el éxito de la medida resulta en porcentaje del 100% de eficiencia, se considerarán los siguientes umbrales de efectividad:

**Tabla 121.** Rangos de umbral cuando la eficiencia es el 100%

Rango del umbral (%)	Consideración de su efectividad
100 – 90	Cumple totalmente con la medida, la cual es efectiva y constante
89 – 71	Cumple de manera efectiva la medida, con alguna omisión ocasional
70 – 51	Cumple de manera efectiva la mayor parte de la medida
50 – 21	cumple parcialmente la medida
20 – 1	inicia de forma incipiente el cumplimiento de la medida
0	No se han iniciado acciones para el cumplimiento de la medida



### ***Información necesaria para la fijación de montos para fianzas***

Los seguros y las fianzas ya se han incorporado en el país como requisitos en las autorizaciones ambientales a proyectos de inversión y operación de empresas, ligados a los resultados de las evaluaciones de las manifestaciones de Impacto Ambiental, sin embargo, aun así no se tiene un panorama completo del papel que podrían cumplir ante los tipos de daños ambientales experimentados y el costo de compensación y mitigación de los mismos. Para poder ampliar el uso de este tipo de instrumentos en la política ambiental en México, es útil contar con estudios para conocer el tipo de deterioros ambientales que se experimentan con mayor frecuencia en los proyectos, así como el costo de las compensaciones y mitigaciones negociadas con las empresas o aseguradoras involucradas, con el fin de disminuir los riesgos de daño al medio ambiente y obtener compensaciones adecuadas en las afectaciones consumadas.

Es por esto que la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) en su Artículo 22 hace mención de los instrumentos económicos como herramienta en la protección al ambiente, en concreto su división en instrumentos fiscales, financieros y de mercado.

Para la clasificación de los instrumentos financieros, se hace referencia a los seguros y las fianzas, además se estipulan los criterios que debe utilizar la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales, SEMARNAT respecto a la emisión de las resoluciones sobre la evaluación de impacto ambiental de los proyectos, así como las principales consideraciones que debe tomar la Secretaría.

En los razonamientos técnicos, jurídicos y ambientales aplicables al desarrollo de la obra y con sustento en las disposiciones y ordenamientos invocados, para la fijación de la fianza se podrán utilizar los costos de las medidas de mitigación para los impactos generados por la misma obra,

Supervisión ambiental

Instalación de señalamiento informativo, preventivo y restrictivo del proyecto

Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna

Programa de protección de suelos y agua

Reforestación

Para la estimación de los costos se tomó en cuenta la aplicación de las acciones a lo largo de un año, o bien, cuando éstas tienen contemplado un periodo de tiempo mayor para su ejecución, se consideró el seguimiento de los programas durante un periodo de dos años.

A continuación, se presentan los costos establecido para el cumplimiento de las medidas de mitigación.

**Tabla 122.** Costos para el cumplimiento de las medidas de mitigación

<b>Medidas de mitigación</b>	<b>Costo</b>
Supervisión ambiental	\$144,000.00
Instalación de señalamientos	\$42,000.00
Programa de rescate y ahuyentamiento de fauna	\$142,363.00
Programa de reforestación	\$66,400.00
Programa de conservación de suelo y agua	\$249,280.00
<b>Costo total</b>	<b>\$644,043.00</b>

El costo total de la ejecución de las medidas de mitigación para prevenir o atenuar los impactos ambientales es de \$ 644,043.00 el cual puede servir como el monto para la fijación de la fianza.

## CAPITULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

### VII.1. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

De acuerdo con la evaluación hecha en el capítulo V, para el diagnóstico ambiental se realizó un análisis de tres escenarios teóricos en tres periodos de tiempo distintos (corto, mediano y largo plazo). Para esto se elaboró una pequeña matriz de evaluación de impactos tomando como base el estado actual de SAR; por lo que, en ella se muestran ciertas tendencias, que permiten en primera instancia visualizar el comportamiento ambiental a través del tiempo y bajo ciertos impactos.

**Tabla 123.** Matriz de diagnóstico del SAR

Factor ambiental/social/antrópico	Diagnostico ambiental	Sin proyecto			Con proyecto, sin medidas de mitigación			Con proyecto, y con medidas de mitigación		
	Línea base	Corto plazo	Mediano Plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano Plazo	Largo plazo	Corto plazo	Mediano Plazo	Largo plazo
Geoformas	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3
Suelo	3	3	3	3	3	2	2	3	3	3
Aire	4	4	4	4	2	4	4	4	4	4
Hidrología (Calidad de agua)	3	3	3	3	1	3	3	3	3	3
Vegetación (naturalidad)	2	2	1	1	2	1	1	2	2	3
Cubierta vegetal	3	2	2	1	2	2	1	2	2	2
Fauna (presencia de hábitat)	3	3	3	4	3	2	1	3	3	4
Presencia de ganado	2	2	2	1	2	2	1	2	2	1
Presencia de cultivos	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Evidencia de activadas antrópicas	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2

La escala de valores utilizada para las ponderaciones de la matriz anterior se muestra a continuación:

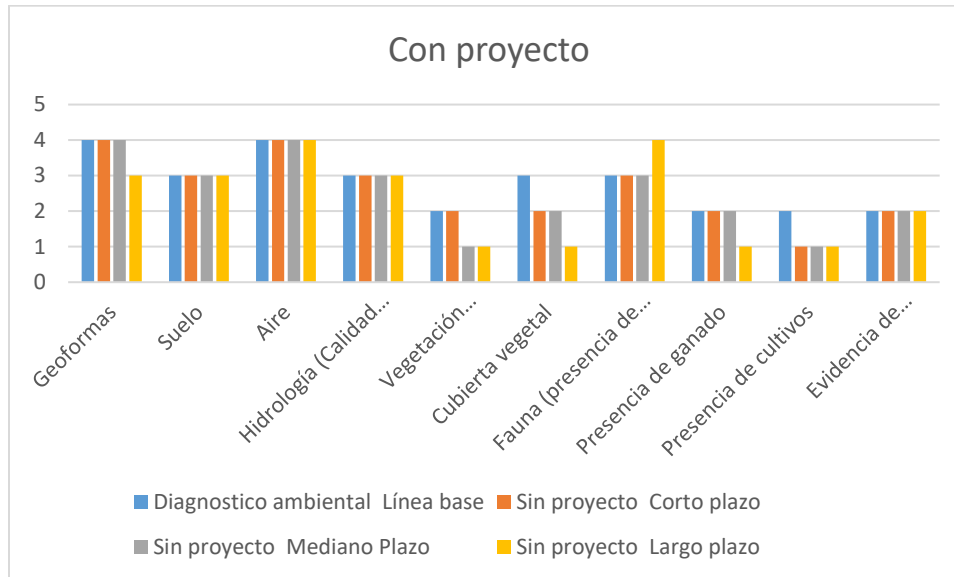
**Tabla 124.** Valores de las ponderaciones.

FACTOR AMBIENTAL	NIVEL DE CALIDAD	CALIFICACIÓN
Geoformas	Original	5
	Escasamente modificadas	4
	Moderadamente modificadas	3
	Altamente modificadas	2
	Totalmente modificada	1
Suelo	Sin erosión	5
	Escasa erosión	4
	Moderadamente erosionado	3
	Altamente erosionado	2
	Totalmente erosionado	1
Aire	Sin contaminación	5
	Escasa contaminado	4
	Moderadamente contaminado	3
	Altamente contaminando	2
	Totalmente contaminando	1
Hidrología (Calidad de agua)	Sin contaminación	5
	Escasa contaminado	4
	Moderadamente contaminado	3
	Altamente contaminando	2

FACTOR AMBIENTAL	NIVEL DE CALIDAD	CALIFICACIÓN
	Totalmente contaminando	1
Vegetación (naturalidad)	Sin vegetación secundaria	5
	Domina la vegetación natural sobre la secundaria	4
	Igual vegetación natural y secundaria	3
	Domina la vegetación secundaria sobre la natural	2
	Solo vegetación secundaria	1
Cubierta vegetal	Mayor 100%	5
	75-100 %	4
	50-75 %	3
	25-50 %	2
	Menor al 25 %	1
Fauna (presencia de hábitat)	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy Alta	1
Presencia de ganado	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy Alta	1
Presencia de cultivos	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy Alta	1
Evidencia de activadas antrópicas	Nula	5
	Escasa	4
	Moderada	3
	Alta	2
	Muy Alta	1

## VII.2. Descripción y análisis del escenario sin proyecto.

Como se puede observar en la siguiente gráfica, los escenarios para los distintos periodos de tiempo se presentan sin cambio aparente en relación a la línea base, ya que en teoría las condiciones ambientales no sufrirían modificaciones si no se lleva a cabo el proyecto; aunque por cuestiones ajenas a este, la calidad ambiental actual puede ser modificada en términos del uso de la tierra que los pobladores de la zona le dan hoy en día, tanto para ganadería como para agricultura.

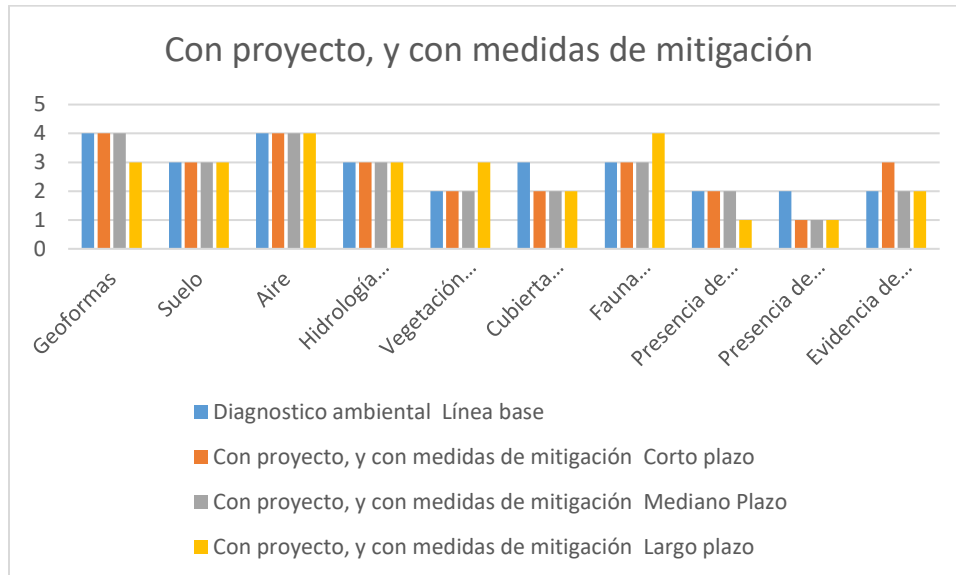


**Figura 21.** Análisis del escenario con proyecto a corto, mediano y largo plazo

### ***VII.3. Descripción y análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación***

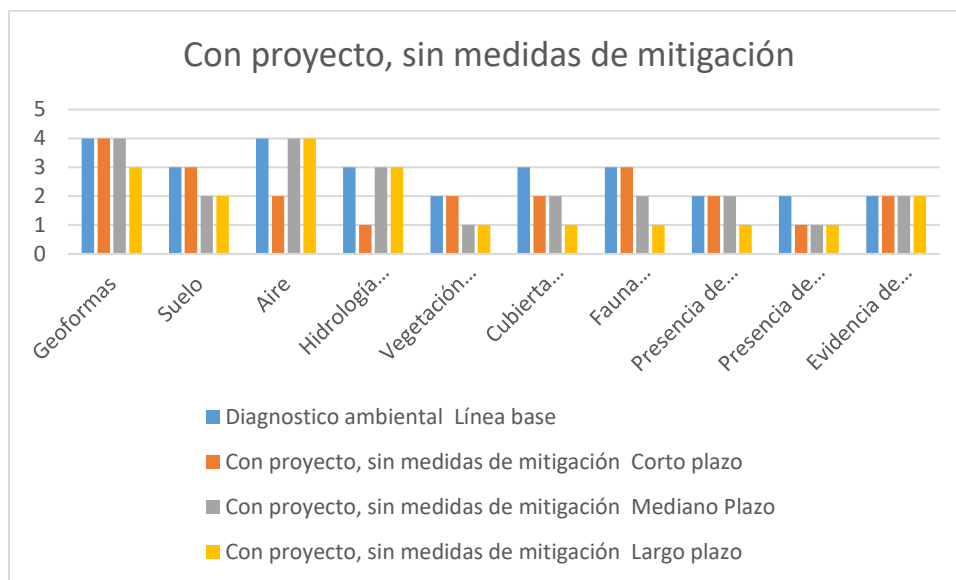
Las tendencias en los cambios ambientales se pueden ver claramente si el proyecto fuera ejecutado sin las medidas de mitigación correspondientes, a excepción de los factores Geoforma, Presencia de ganado y Presencia de cultivos. Así, por ejemplo, el factor suelo sufriría principalmente una pérdida importante de material edáfico en las etapas iniciales del proyecto y que sería agravado al paso de los años. Pero donde se nota mayor el impacto es en la pérdida de la vegetación secundaria existente, que proyecta esta negativa hacia la eliminación de los hábitats para la fauna silvestre. Para el caso del factor de evidencia de actividades antrópicas, podrían expandirse en cierta medida una serie de elementos negativos para el ambiente como son la contaminación atmosférica por las emisiones de los vehículos (aumento en el tránsito vehicular), arrastre de contaminantes del puente hacia los suelos y agua, y por supuesto la contaminación por ruido sería incrementada.

En fin, las negativas son evidentes ante la ejecución del proyecto siempre que no se tomen las medidas de mitigación que corresponden.



**Figura 22.** Análisis del escenario con proyecto y sin medidas de mitigación a corto, mediano y largo plazo

#### VII.4. Descripción y análisis del escenario considerando las medidas de mitigación.



**Figura 23.** Análisis del escenario con proyecto y con medidas de mitigación a corto, mediano y largo plazo

Analizando los posibles escenarios ante la ejecución del proyecto, pero considerando las aplicaciones de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el capítulo VI, se puede decir que algunos factores ambientales tomarían una calidad similar a la actual como es el caso de la calidad del Suelo y el Agua. Otros factores aparentemente no se verían afectados como son las Geoformas, Presencia de ganado y Presencia de Cultivos, ya que estos son la tendencia del SAR que seguirían su curso con proyecto y sin proyecto. Algunos



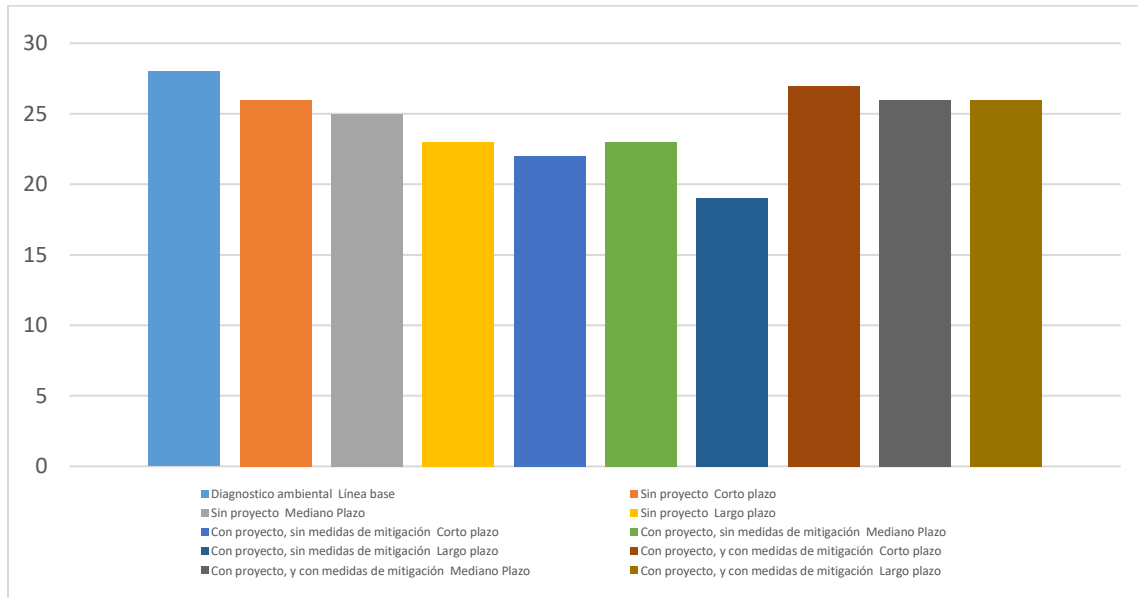
factores referentes a la cubierta vegetal sólo podrían ser mitigados en cierta medida, ya que las condiciones naturales de la vegetación no pueden ser restauradas sino rehabilitadas, es decir, se puede llegar a un estado funcional en términos ecológicos. Con la implantación de las medidas de la reforestación la cubierta vegetal podría verse beneficiada a mediano y largo plazo en el área del proyecto; esta a su vez genera un impacto positivo sobre la fauna al generar hábitat como refugios.

Cual sea la situación que contraiga el mejoramiento del puente, siempre es posible lograr ciertas mejoras en algunos factores importantes del ambiente cuando se aplican en los tiempos indicados las medidas de mitigación que se indican en el estudio.

### ***VII.5. Pronóstico ambiental.***

Sin duda la mejor alternativa después de haberse expuesto los distintos escenarios es la ejecución del proyecto tal cual se plantea procurando la aplicación en tiempo y forma de las medidas de prevención y mitigación propuestas para los impactos identificados y evaluados como negativos; técnicamente la modernización del camino propuesto aprovecha en su máximo los elementos existentes, ya que por un lado se está considerando en su totalidad dentro del derecho de vía existente. De esta manera, se considera la mejor alternativa la propuesta que se plantea para su modernización, ya que en la actualidad existe un camino que comunica la localidad de Sotuta y Holca, sin embargo, esta necesita una ampliación para evitar accidentes viales y agilizar los tiempos de traslados de los pobladores, por lo que se requiere la modernización, siempre y cuando se respeten y lleven a cabo las medidas de mitigación en los tiempos de ejecución apropiados.

En la gráfica siguiente se puede ver como se recuperarían las condiciones ambientales a través del tiempo con la implementación de las medidas de mitigación respecto a las condiciones ambientales actuales, e incluso algunas condiciones como la cubierta vegetal y la presencia de hábitats de fauna se mejoran a mediano y largo plazo por la ejecución del proyecto.



## VII.1. Conclusiones

En el presente estudio de impacto ambiental se presentaron las obras y actividades relacionadas con el proyecto denominado "Modernización del camino Sotuta – Holca, incluye paso por Tíbolón, tramo del km 0+000 al km 20+444.42, con una meta de 23.15 km, en los municipios de Sotuta y Kantunil, ubicado en el estado de Yucatán", el cual da cumplimiento a las metas y estrategias establecidas en el actual Plan Estatal de Desarrollo 2018-2024 – Yucatán, según revisión de la publicación.

De acuerdo con el Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán (POETY), el proyecto no se contrapone con ningún lineamiento, puesto que este pretende mejorar la infraestructura carretera a través del mejoramiento de un puente, en sustitución del que ya se encuentra construido y en mal estado.

De acuerdo a su ubicación geográfica y a la información obtenida del acervo cartográfico de la Comisión Nacional para el Conocimiento de la Biodiversidad CONABIO, el presente proyecto No incide en ninguna ANP federal, estatal, ni municipal.

En las medidas de mitigación se incluyen aspectos como programa de protección de suelo y agua, Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre, programa de reforestación, supervisión ambiental. Como resultado de las medidas de prevención y mitigación, los impactos adversos significativos del proyecto reducen su significancia hasta la categoría de bajos (no relevantes). Es de importancia hacer mención que al implementar el programa de reforestación y al realizar las actividades de protección de suelos y agua, se garantiza la estabilidad y el bienestar del complejo edáfico.

Tomando en cuenta que SAR se encuentra con un grado mínimo de perturbación y con actividades agrícolas en crecimiento, el riesgo de que los factores de disturbio de las actividades que se practican en el SAR, se hacen evidente que el proyecto solo tendrá un

efecto apreciable de manera estética en la zona inmediata adyacente y los impactos residuales del proyecto son reducidos a través de las medidas de mitigación.

La mayoría de los impactos negativos generados por el proyecto fueron identificados y evaluados en la matriz de impactos, lo que permitió proponer medidas de prevención y mitigación adecuadas para cada impacto.

El balance del proyecto se considera positivo, pues modernización de la camino Sotuta-Holca incluyendo el paso por la localidad de Tibolon permite una mejoría de la infraestructura carretera, la existencia del proyecto denotaba impactos ambientales previos que no se incrementan sustancialmente por su construcción, debido a que se realizaran sobre un camino existente y en operación y se el proyecto se trata de una modernización, por lo que al contrario la obra favorecerá en el aspecto de seguridad vial y el transporte de mercancías de la región, lo que constituye un factor positivo para el desplazamiento de personas y mercancías permitiendo reducir los tiempos de recorrido en transporte, disminuyendo el índice de accidentes, así mismo, mejorará el desarrollo socioeconómico de las personas locales, brindando seguridad y confort a los usuarios de la carretera. Con la modernización de camino se impulsará el desarrollo urbano del SAR y por consiguiente elevará el nivel de vida de sus habitantes, a través de los empleos generados

Para la modernización del camino, se recomienda ejecutar todas las medidas de mitigación propuestas, así mismo, se recomienda llevar a efecto el Plan de manejo ambiental, por especialistas en el área con experiencia, para evitar y/o corregir cualquier posible impacto ambiental negativo generado después de la terminación del presente estudio.

Partiendo de lo anteriormente expuesto, se tiene, como escenario que:

*El proyecto no representa riesgos a poblaciones de especies protegidas, no se prevé la generación de afectaciones significativas que pudieran desencadenar un desequilibrio ecológico. Tampoco implica fragmentar un ecosistema y no conlleva riesgos a la salud humana.*

*En el presente documento se han propuesto medidas y estrategias tendientes a la minimización, prevención y compensación de los impactos ambientales identificados que son técnicamente posibles, financieramente viables y admiten seguimiento y documentación.*

Como conclusión final, se determinó que el proyecto es social y ambientalmente factible y en virtud de lo anterior expuesto, se considera como ambientalmente viable y compatible con el entorno del SAR en el que se ve inserto, así como congruente con los ordenamientos jurídicos y administrativos existentes y aplicables para el sitio del proyecto, en el entendido que se deben seguir las medidas de mitigación propuestas, sin menoscabo de las que autoridad competente determine necesarias para la protección del medio ambiente.

## **CAPITULO VIII. INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LA INFORMACIÓN SEÑALADA EN LAS FRACCIONES ANTERIORES.**

### **VIII.1. Anexos**

**Muestreos de flora**  
**Muestreos de fauna**  
**Cartografía**  
**Matriz de impacto ambientales**  
**Anexo fotográfico**

### **VIII.2. Literatura consultada**

Ambuel B. y S.A. Temple (1983). Area-dependent changes in the bird communities and vegetation the southern Wisconsin forests. *Ecology*, 64:1057-1068.

Arriaga Cabrera, L., V. Aguilar Sierra, J. Alcocer Durand, R. Jiménez Rosenberg, E. Muñoz López, E. Vázquez Domínguez (Coords.) (1998). Regiones hidrológicas prioritarias. Escala de trabajo 1:4,000,000. 2ª. Edición. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J.M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez, y E. Loa (2000). Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad. México.

Arroyave M.P., C. Gómez, M.E. Gutiérrez, D.P. Múnera, P.A. Zapata, I.C. Vergara, L. M. Andrade y K.C. Ramos (2006). Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo. *EIA*, 5: 45-57.

Campo, J. et al. (2001). Intemperismo en un bosque tropical seco de México. *Agrociencia*, 35: 245-254.

Canseco-Márquez, L., G. Gutiérrez-Mayén (2010). Anfibios y reptiles del valle de Tehuacán Cuicatlán. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO) y Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

Canterbury, G. E., T. E. Martin, D. R. Petit, L. J. Petit y D. F. Bradford (2000). Bird communities and habitat as ecological indicators of forest condition in regional monitoring. *Conservation Biology*, 14(2): 544-558.

Carignan, V. y M. A. Villard (2002). Selecting indicator species to monitor ecological

Ceballos, G. (1995). Vertebrate diversity, ecology, and conservation in Neotropical Deciduous Forests. En: Bullock, S., E. Medina y H. Mooney (Eds). *Seasonally Dry Tropical Forests*.

Cambridge University Press, Cambridge. Pp. 195-220.

Ceballos, G. y G. Oliva (2005). Los mamíferos silvestres de México. CONABIO – Fondo de Cultura Económica, México D.F. 988 pp.

Ceballos, G. y L. Martínez (2010). Mamíferos. En: G. Ceballos, A. García, L. Martínez, E. Espinosa, J. Bezaury y R. Dirzo (Eds). Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del oeste de México. CONABIO y UNAM, México, D. F. Pp. 119–144.

Chávez-Costa, A., D. Granados-Sánchez y G. López-Ríos (2000). Sucesión de grupos ecológicos de árboles en una selva mediana subperennifolia secundaria. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, 6: 5-14.

Cifuentes, P. (1979). La calidad visual de unidades territoriales. Aplicación al valle del río Tiétar. Tesis de Doctorado E.T.S. de Ing. de Montes. Universidad Politécnica, Madrid.

Clevenger, A.P., B. Chruszcz y K.E. Gunson (2001). Highway mitigation fencing reduces wildlife-vehicle collisions. Wildlife Society Bulletin, 29:646–653

Collinge, S. (1998). Ecology of Fragmented Habitats. The John Hopkins University Press. USA. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. <http://www.conanp.gob.mx/>

Cotler, H., A. Garrido, R. Mondragón y A. Díaz (2007). Delimitación de cuencas hidrográficas de México, a escala 1:250,000. INEGI, INE y CONAGUA. Documento técnico. México.

CRN Ingenieros Consultores (2002). Huracán Kenna. Efectos en México. Reporte HUR02-02.

CURTIS, J. y R. MCINTOSH (1951). An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecology, 32: 476-496.

Custodio, E. y M. Llamas (2001). Hidrología subterránea. 2ª ed. Ediciones Omega, Barcelona.1:1157 p.

Flores-Villela O. y L. Canseco-Márquez (2004). Nuevas especies y cambios taxonómicos para la Herpetofauna de México. Acta Zoológica Mexicana (n.s.), 20(2):1-31.

Flores-Villela, O., F. Quijano-Mendoza y G. González-Porter (1995). Recopilación de claves para la determinación de anfibios y reptiles de México. Publicaciones Especiales del Museo de Zoología "Alfonso L. Herrera" No. 10. Universidad Nacional Autónoma de México.

Forman R.T.T. y Alexander I.E. (1998). Roads and their major ecological effects. Annual Review of Ecology and Systematics, 29: 207-231.

Francis, J. (1988). Enterolobium cyclocarpum (Jacq.) Griseb. Soperthern Forest Experiment Station, Institute of Tropical Forestry. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. Río Piedras, Puerto Rico.

Galindo, C.G., A. Sánchez, R.H. Quijano y L.G. Herrera (2004). Population dynamics of a resident colony of *Leptonycteris curasoae* (Chiroptera: Phyllostomidae) in central Mexico. *Biotropica*, 36: 382-391.

García, E. (1988). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen.

García-Aguirre, M., Ortiz, M., Zamorano, J., & Reyes, Y. (2007). Vegetation and landforms relationship at Ajusco volcano Mexico, using a geographic information system (GIS). *Forest Ecology and Management*, 239, 1-12.

García-Oliva, F., A. Camou, y J. Maass (2002). El clima de la región central de la costa del Pacífico mexicano. En F. Noguera, J. Vega-Rivera, A. García-Aldrete, y M. Quesada-Avedaño, *Historia Natural de Chamela*. Universidad Nacional Autónoma de México. México, (págs. 3-10).

Haila, Y. (2002). A conceptual genealogy of fragmentation research: from island biogeography to landscape ecology. *Ecological Applications*, 12: 321-334.

Hernández Santana José R et al. (1994). Regionalización morfoestructural de la Sierra Madre del Sur. *Boletín del Instituto de Geografía - UNAM*, 31: 21.

Huston, M. (2005). The three phases of land-use change: implications for biodiversity. *Ecological Applications*, 15: 1864-1874.

INEGI (2019). Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en:  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2010/Default.aspx>

INEGI (2019). II Conteo de Población y Vivienda 2005. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en:  
<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/proyectos/ccpv/cpv2005/Default.aspx>

INEGI (2019). México en Cifras. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Última consulta: 14/02/2013. Disponible en: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/>

Instituto de Biología UNAM. *Diversidad Biológica de México*, 792 pp., 1998.

Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. *Evaluación de los recursos hídricos*.

*Elaboración del balance hídrico integrado por cuencas hidrográficas*. Programa hidrológico

Internacional de la UNESCO para América Latina y el Caribe, PHI-VI / Documento Técnico No. 4, Montevideo, Uruguay, 2006

Martijena, N. (2002). *Piranhea mexicana* (Standl.) Radcl.-Sm. (Euphorbiaceae). Guayabillo borcelano, palo prieto. En F. Noguera, J. Vega-Rivera, A. García-Aldrete y M. Quesada-Avedaño, *Historia Natural de Chamela* (pp. 163-166). Instituto de Biología, UNAM. México.



Martin T.E. y J.J. Roper (1988). Nest predation and site selection a western population of the Hermit Thrush. *Condor*, 90:51-57

May R.M. (1973). *Stability and complexity in model ecosystems*. Princeton, N.J. Princeton University Press.

McGarigal, K., S. Cushman y E. Ene (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Patterns Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponible en: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>

Medina, M. y P. Cano (2001). Contaminación por nitratos en agua, suelo y cultivos de la Comarca Lagunera. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 2: 9-14.

Ministerio del medio ambiente (2006). *Prescripciones técnicas para el diseño de pasos de fauna y vallados perimetrales*. Documentos para la reducción de la fragmentación de hábitats causada por infraestructuras de transporte, número 1.O.A. Parques Nacionales. Ministerio del Medio Ambiente. 108 pp. Madrid.

Niembro, A. (2010). *Cedrela odorata*. En J. Vozzo, *Manual de semillas de árboles tropicales*. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. EUA.

Niembro, A. (2010). *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb. In J. Vozzo, *Manual de semillas de árboles tropicales*. EUA: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal.

Niemelä, J. (2000). Biodiversity monitoring for decision-making. *Ann. Zool. Fennici*. 37: 307-317.

Núñez, R. 2007. Distribución y situación actual del jaguar (*Panthera onca*) y actitudes hacia su conservación en el occidente de México. En: Ceballos, Chávez y Zarza eds. *Conservación y manejo del jaguar en México*. CONABIO, WWF, UNAM. Pp 25-40.

Redford, J. G. Robinson, E. Sanderson y A. Taber (Eds.), *El jaguar en el Nuevo Milenio*. Fondo de Cultura Económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. México D.F. Pp, 107-126.  
*herpetofauna mexicana*. UNAM-CONABIO, México, D.F.: 211 pp.

Oldeman, R. (1983). Tropical rain forest, architecture, silvogenesis and diversity. In S. Sutto, T. Withmore, & A. Chadwick, *Tropical rain forest: ecology and managemen*. Blackwell. Oxford. (pp. 139-150).

Ortínez-Brito, O., I. Ize-Lema y A. Gavilán-García (2003). La restauración de suelos contaminados con hidrocarburos en México. *Gaceta Ecológica*, 69.

Panetta, D. y A.J. Hopkins. (1991). Weeds corridors: invasion and management. En: Saunders,

Plan Nacional de Desarrollo. Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. Presidencia de la República.

Sanz D.L., D.M. Serrano y J. Puig. (2001). Los efectos de las carreteras sobre los vertebrados terrestres. *Gorosti*, 51-57.

Sarukhán, J. et al. (2009). Capital natural de México. Síntesis: conocimiento actual, evaluación y perspectivas de sustentabilidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, México.

Schaaf, P. y R. Martínez–Serrano (1997). The Puerto Vallarta batholith, an example for multicomponent parenthood of continental arc magmas: mid–congress field trip guide, in International Association of Volcanology and Chemistry of the Earth's Interior, General Assembly, Mexico.

Schnell, G.D., M.L. Kennedy, C. Sánchez-Hernández; M.L. Romero-Almaraz, B. D.N. Estevez; J.A. Guerrero, T.L. Best, M.L. Wooten y R.D. Owen (2008). Habitat preference of the endemic tawny deer mouse (*Peromyscus perfulvus*), a species of conservation concern. *Southwestern Naturalist*, 53:9–20.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca – Fideicomiso de Riesgo Compartido. Mapa Nacional de Microcuencas, 2005.

SEMARNAT 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*, 30 diciembre.

SEMARNAT. Normas Oficiales Mexicanas (NOM), Leyes y Normas, <http://www.semarnat.gob.mx/leyesnормas/Pages/inicio.aspx>

Ricklefs y D. Schluter (eds), *Species diversity in ecological communities: Historical and geographical perspectives*. The University of Chicago, Chicago. Pp. 13-25.

Turner, M., R. Gardner y R. O'Neill (2001). *Landscape Ecology in Theory and Practice*. Springer-Verlag Inc. New York, USA.

Wotowiec, P. y H. Martínez (1984). Estudios silviculturales para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala. CATIE/INAFOR. Guatemala.

Wycherly, P. (1984). People, fire and weeds: can the vicious spiral be broken? En: S.A. Moore (ed), *The management of small bush areas in the Perth metropolitan region*. Department of

Fisheries and Wildlife, Perth. Australia p. 11-17.

Zepeda Ramos, O. y S. González Martínez (2001). Diagnóstico de peligros e identificación de riesgos de desastres en México. *Atlas Nacional de Riesgos de la República Mexicana*, Centro Nacional de Prevención de Desastres, pp. 47, México.