



# MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

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

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



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



---

## CONTENIDO

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1 Datos generales del proyecto.....	1
I.1.1 Nombre del proyecto.....	1
I.1.2 Ubicación del proyecto.....	3
I.1.3 Duración del proyecto.....	4
I.1.4 Presentación de la documentación legal.....	4
I.2 Datos general del promovente.....	4
I.2.1 Nombre o razón social del promovente.....	4
I.2.2 Registro Federal de Contribuyentes (RFC) del promovente.....	4
I.2.3 Nombre y cargo del representante legal. En su caso, anexar copia certificada del poder correspondiente.....	4
I.2.4 Dirección del promovente o de su representante legal para recibir u oír notificaciones.....	4
I.3 Responsable de la elaboración del estudio de impacto ambiental.....	4
I.3.1 Nombre o razón social.....	4
I.3.2 Registro Federal de Contribuyentes o CURP.....	5
I.3.3 Nombre del responsable técnico de la elaboración del estudio.....	5
I.3.4 Encargados de la elaboración del estudio.....	5
I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio.....	5

## CUADROS

Cuadro 1. Características particulares del camino existente.....	1
Cuadro 2. Características generales del nuevo camino.....	1
Cuadro 3. Características particulares del nuevo camino.....	2
Cuadro 4. Coordenadas de inicio y fin del proyecto.....	4

## FIGURAS

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

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

### I.1 Datos generales del proyecto

#### I.1.1 Nombre del proyecto

**Zapoapan de Cabañas – General Hilario C. Salas, tramo del km. 0+000 al km. 5+000 con una meta de 5.0 km**

El Proyecto Zapoapan de cabañas – General Hilario C. Salas, tramo del km. 0+000 al km. 5+000 con una meta de 5.0 km, ubicado en el municipio de Catemaco, Veracruz, consiste en la modernización y corrección de curvas de un camino tipo E a un camino tipo D.

***Cuadro 1. Características particulares del camino existente***

Cadenamiento	Longitud del camino existente	Ancho de camino existente	Superficie de rodamiento
Del km 0+000 al km 5+000	5.00 km	4.0 – 12.5 m (en promedio 6.84 m)	3.42 ha

Actualmente el tramo vial consta de un camino tipo E en condiciones de terracería de anchos variables desde 4 m hasta 12.5 m, teniendo en promedio 6.84 m de ancho de calzada, cuenta con dos carriles de circulación sin acotamientos. La ejecución del proyecto consiste en la modernización del camino existente a un camino tipo D pavimentado con corrección de curvas que tendrá un ancho de corona de 7.0 m, con dos carriles de circulación de 3.5 m de ancho cada uno, sin acotamientos, de acuerdo con los estudios de ingeniería.

A continuación, se presentan las características generales y específicas del camino propuesto, así como la sección tipo:

***Cuadro 2. Características generales del nuevo camino***

Concepto	Camino existente	Proyecto
Tipo	E	D
Superficie de rodamiento	Terracería	Pavimentada
Ancho de corona	Variable (6.84 m en promedio)	7.0 m
Carriles	2 de anchos variables	2 de 3.5 m

**Cuadro 3. Características particulares del nuevo camino**

Concepto	Proyecto
Camino Tipo	D
Longitud total	5 km
Velocidad del proyecto	40 km /h
Curvatura máxima	30°
Estructura de pavimento	0.25 m
Espesor de subrasante	0.30 m
Pendiente gobernadora	8.0 %
Pendiente máxima	16.4 %
Tránsito (TDPA)	350 automóviles



**Figura 1. Sección tipo del Proyecto**

### I.1.2 Ubicación del proyecto

El proyecto se ubica al sureste del estado Veracruz, específicamente en el municipio de Catemaco, Veracruz. En las siguientes figuras se presenta la macro y microlocalización del Proyecto. Así mismo se señala que todos los mapas que se muestran en la presente MIA son anexados en formato impreso en tamaño doble carta y en formato digital.

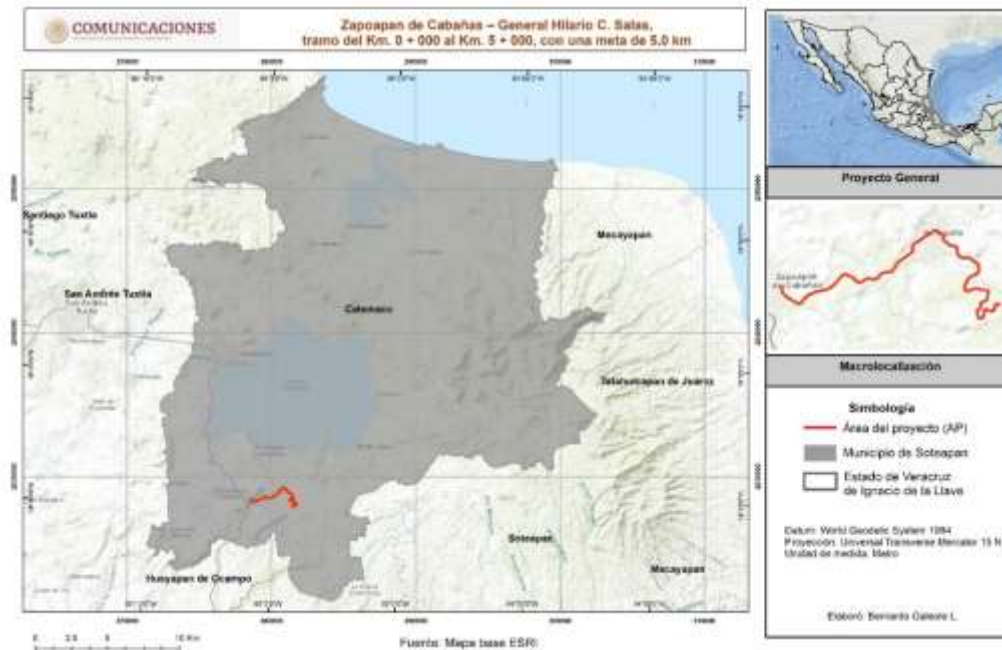


Figura 2. Macrolocalización del Proyecto



Figura 3. Microlocalización del Proyecto

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas de inicio y de término de cada tramo carretero que comprende este proyecto.

**Cuadro 4. Coordenadas de inicio y fin del proyecto.**

	Estación	X	Y
INICIO	0+000	278586	2028509
FIN	5+000	281457	2028049

### I.1.3 Duración del proyecto

La ejecución se de obras se calcula en un total de 6 años. Una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, el proyecto tendrá una vida útil de 30 años con sus respectivas obras de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, que quedarán a disposición de la SCT.

### I.1.4 Presentación de la documentación legal

Se anexa la documentación legal correspondiente.

## I.2 Datos general del promovente

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

Centro SCT Veracruz

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

[REDACTED]

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

[REDACTED]

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

[REDACTED].

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

### I.3.1 Nombre o razón social

[REDACTED]

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

[Redacted]

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

[Redacted]

### **I.3.4 Encargados de la elaboración del estudio**

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

[Redacted]

### **I.3.5 Dirección del responsable técnico del estudio**

[Redacted]

[Redacted]





**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## CONTENIDO

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO .....	1
II.1 Información general del proyecto, plan o programa .....	1
II.1.1 Naturaleza del proyecto, plan o programa.....	1
II.1.2 Justificación .....	3
II.1.3 Selección de la trayectoria .....	3
II.1.4 Ubicación física del proyecto.....	6
II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos .....	10
II.1.6 Dimensiones del proyecto y su uso actual del suelo .....	15
II.2 Características particulares del Proyecto, Plan o Programa .....	27
II.2.1 Programa de trabajo .....	27
II.2.2 Etapa de Preparación del sitio .....	28
II.2.3 Etapa de construcción.....	31
II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento .....	36
II.2.5 Residuos.....	38

## CUADROS

Cuadro 1. Características particulares del camino existente .....	1
Cuadro 2. Características generales del nuevo camino .....	1
Cuadro 3. Características particulares del nuevo camino .....	2
Cuadro 4. Cadenamiento a cada 200 m del proyecto .....	9
Cuadro 5. Bancos de material y de tiro propuestos.....	13
<b>Cuadro 6. Características geométricas de la superestructura .....</b>	<b>15</b>
<b>Cuadro 7. Superficie del Derecho de Vía .....</b>	<b>15</b>
Cuadro 8. Coordenadas del proyecto .....	16
Cuadro 9. Características particulares del camino existente .....	16
Cuadro 10. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto .	17
Cuadro 11. Dimensiones del proyecto .....	17
Cuadro 12. Desglose de superficies del Derecho de Vía del Proyecto.....	18
Cuadro 13. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto .....	18
Cuadro 14. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente .....	18
Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI .....	19
Cuadro 16. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI .....	19

---

Cuadro 17. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo.....	22
Cuadro 18. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto .....	24
Cuadro 19. Polígonos de CUSTF para el proyecto .....	24
Cuadro 20. Coordenadas de la superficie de CUSTF .....	26
Cuadro 21. Programa de trabajo del proyecto .....	27
Cuadro 22. Estimación de individuos a remover .....	28
Cuadro 23. Obras de drenaje del proyecto .....	33
Cuadro 24. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera .....	40

## FIGURAS

Figura 1. Sección tipo del Proyecto.....	2
Figura 2. Macrolocalización del proyecto .....	6
Figura 3. Microlocalización del proyecto .....	7
Figura 4. Toma de cadenamamiento cada 200 m.....	8
Figura 5. Registro de datos con respecto a uso de suelo y vegetación presente en cada estación y registro de especies de flora presentes.....	8
Figura 6. Cadenamamiento del tramo que comprende el Proyecto.....	10
Figura 7. Ubicación de los polígonos que pudieran funcionar como patios de maquinaria (A) ..	11
Figura 8. Ubicación de los polígonos que pudieran funcionar como patios de maquinaria (B) ..	11
Figura 9. Condiciones de sitios en los que se pudiera estacionar o resguardar maquinaria.....	12
Figura 10. Superficie del Predio (derecho de vía del proyecto) .....	16
Figura 11. Uso de suelo y vegetación según INEGI.....	20
Figura 12. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo .....	22
Figura 13. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo.....	23
Figura 14. Superficie sujeta CUSTF.....	24
Figura 15. Condiciones de la Selva Alta Perennifolia en AP .....	25
Figura 16. Obras de Drenaje del Proyecto .....	35

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

### II.1 Información general del proyecto, plan o programa

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

El Proyecto Zapoapan de cabañas – General Hilario C. Salas, tramo del km. 0+000 al km. 5+000 con una meta de 5.0 km, ubicado en el municipio de Catemaco, Veracruz, consiste en la modernización y corrección de curvas de un camino tipo E a un camino tipo D.

**Cuadro 1. Características particulares del camino existente**

Cadenamiento	Longitud del camino existente	Ancho de camino existente	Superficie de rodamiento
Del km 0+000 al km 5+000	5.00 km	4.0 – 12.5 m (en promedio 6.84 m)	3.42 ha

Actualmente el tramo vial consta de un camino tipo E en condiciones de terracería de anchos variables desde 4 m hasta 12.5 m, teniendo en promedio 6.84 m de ancho de calzada, cuenta con dos carriles de circulación sin acotamientos. La ejecución del proyecto consiste en la modernización del camino existente a un camino tipo D pavimentado con corrección de curvas que tendrá un ancho de corona de 7.0 m, con dos carriles de circulación de 3.5 m de ancho cada uno, sin acotamientos, de acuerdo con los estudios de ingeniería.

A continuación, se presentan las características generales y específicas del camino propuesto, así como la sección tipo:

**Cuadro 2. Características generales del nuevo camino**

Concepto	Camino existente	Proyecto
Tipo	E	D
Superficie de rodamiento	Terracería	Pavimentada
Ancho de corona	Variable (6.84 m en promedio)	7.0 m
Carriles	2 de anchos variables	2 de 3.5 m

**Cuadro 3. Características particulares del nuevo camino**

Concepto	Proyecto
Camino Tipo	D
Longitud total	5 km
Velocidad del proyecto	40 km /h
Curvatura máxima	30°
Estructura de pavimento	0.25 m
Espesor de subrasante	0.30 m
Pendiente gobernadora	8.0 %
Pendiente máxima	16.4 %
Tránsito (TDPA)	350 automóviles



**Figura 1. Sección tipo del Proyecto**

## II.1.2 Justificación

El Gobierno Federal a través de la **SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES, DIRECCIÓN GENERAL DEL CENTRO SCT VERACRUZ Y SUB DIRECCIÓN DE OBRAS**, enfatiza los trabajos de modernización, rehabilitaciones, conservaciones y ampliaciones de las diferentes vías de comunicación.

La justificación de esta obra es atender las necesidades de comunicación y mejorar el desarrollo de las comunidades aledañas además de cumplir con los programas y prioridades de obras de infraestructura vial, ya que a la fecha el camino presenta como superficie de rodamiento el terreno natural conformado por diversos materiales, por lo anterior debido a la naturaleza de los mismos en la superficie existen deformaciones y anchos de superficie variables teniendo en general un camino que presenta dificultades para un libre y seguro tránsito.

Además, al pavimentar el camino se generarían beneficios directos e indirectos para la comercialización de productos, el acceso a bienes y servicios, así como la reducción de accidentes viales.

Pensando en aprovechar la estructura ya existente, el proyecto se realizará en su mayoría sobre la vialidad actual aunque se incluirán áreas nuevas donde se ubicarán correcciones de curvas con la finalidad de cumplir con la normatividad aplicable para un camino Tipo D. Esto trae ventajas con respecto a otras trayectorias planteadas ya que se aprovecha parte del tramo existente, lo cual genera una disminución de costos en material y en el proceso constructivo, además en cuanto a impacto ambiental el elegir modernizar en su mayoría una vía ya existente reduce los impactos ambientales en comparación de construir un nuevo camino.

## II.1.3 Selección de la trayectoria

### Generalidades

El alineamiento vertical donde se desarrolla el camino en general presenta una pendiente descendente del Km 0+000 al km 3+300 y ascendente del km 0+330 al km 5+000, en un rango del 8 al 18% y una sección transversal de un ancho de camino promedio de 3.5 a 7 m de terracería.

### PROPUESTA 1:

La primer propuesta consiste en apegarse lo más posible al eje del camino actual aproximadamente un 90%, tratando de invadir lo menos posible los predios o terrenos particulares, proponiendo con estas condiciones un camino tipo "D" con una velocidad promedio de 40 km/hr, es importante mencionar que para apegarse al camino actual se tienen que proponer algunas curvas horizontales con un  $G_c = 30^\circ$ , que es el máximo permitido por la norma para este tipo de camino y considerar un ancho de calzada y corona de 7 m.

Además, a continuación, se enlistan las curvas cuyo grado de curvatura es mayor al permitido por la norma para un camino tipo D ya que dicha curva pasa por la zona urbana "Valle del Águila".

No.	Est. Pl.	Deflexión			Grado			PC	PT	
20	2+933.87	68°	26´	30.22´´	Der	40°	0´	0.0´´	2+914.39	2+948.61

Se realizó una localización del km 4+500 al km 5+100 para disminuir la pendiente del camino existente ya que tiene pendientes alrededor de 20%.

En esta propuesta se debe tomar en cuenta que se está respetando la pendiente original del camino, las cuales en los siguientes tramos es mayor a la máxima permitida por la norma para un camino tipo D.

Rango de estaciones	Pendiente
2+365 – 2+445	15.0%
2+645 – 2+700	-15.0%
2+700 – 2+800	12.0%
2+800 – 2+970	16.0%
2+970 – 3+035	12.0%
3+155 – 3+225	10.4%
3+320 – 3+395	12.0%
3+455 - 3+560	10.9%
3+870 – 4+275	15.0%
4+275 – 4+985	9.6%

## PROPUESTA 2:

La segunda propuesta consiste en apegarse lo más posible al eje del camino actual aproximadamente un 85%, tratando de invadir lo menos posible los predios o terrenos particulares, proponiendo con estas condiciones un camino tipo D con una velocidad promedio de 40 km/hr, es importante mencionar que para apegarse al camino actual se tienen que proponer algunas curvas horizontales con un  $G_c=30^\circ$ , que es el máximo permitido por la norma para este tipo de camino y considerar un ancho de calzada y corona de 7 m.

Además, a continuación, se enlistan las curvas cuyo grado de curvatura es mayor al permitido por la norma para un camino tipo D ya que dicha curva pasa por la zona urbana "Valle del Águila".

No.	Est. Pl.	Deflexión			Grado			PC	PT	
20	2+934.427	68°	26´	30.22´´	Der	40°	0´	0.0´´	2+914.94	2+949.16

Se realizó una localización del km 3+920 al km 3+720 para disminuir la pendiente del camino existente ya que esta es del 20%.

En esta propuesta se debe tomar en cuenta que se está respetando la pendiente original del camino, las cuales en los siguientes tramos es mayor a la máxima permitida por la norma para un camino tipo D.

Rango de estaciones	Pendiente
2+365 – 2+445	15.0%
2+645 – 2+700	-15.0%
2+700 – 2+800	12.0%
2+800 – 2+970	16.0%
2+970 – 3+035	12.0%
3+155 – 3+225	10.4%
3+320 – 3+395	12.0%
3+455 - 3+560	10.9%

### PROPUESTA 3:

La primer propuesta consiste en apegarse lo más posible al eje del camino actual aproximadamente un 85%, tratando de invadir lo menos posible los predios o terrenos particulares, proponiendo con estas condiciones un camino tipo D con una velocidad promedio de 40 km/hr, es importante mencionar que para apegarse al camino actual se tienen que proponer algunas curvas horizontales con un  $G_c=30^\circ$ , que es el máximo permitido por la norma para este tipo de camino y considerar un ancho de calzada y corona de 7 m.

Además, a continuación, se enlistan las curvas cuyo grado de curvatura es mayor al permitido por la norma para un camino tipo D ya que dicha curva pasa por la zona urbana "Valle del Águila"

No.	Est. Pl.	Deflexión				Grado			PC	PT
20	2+934.43	66°	35'	52.3''	Der	40°	0'	0.0''	2+915.61	2+948.91

Se realizó una localización del km 3+880 al km 4+680 y del 4+900 al km 5+000 para disminuir la pendiente del camino existente ya que esta es del 20%.

En esta propuesta se debe tomar en cuenta que existen pendientes mayores al 9%, que es mayor a la máxima permitida en la norma para un camino tipo D, debido a que se respeta la pendiente existente en la comunidad de Valle del Águila.

Rango de estaciones	Pendiente
2+610 – 2+700	-14.1%
2+700 – 2+810	11.8%
2+810 – 3+000	16.4%



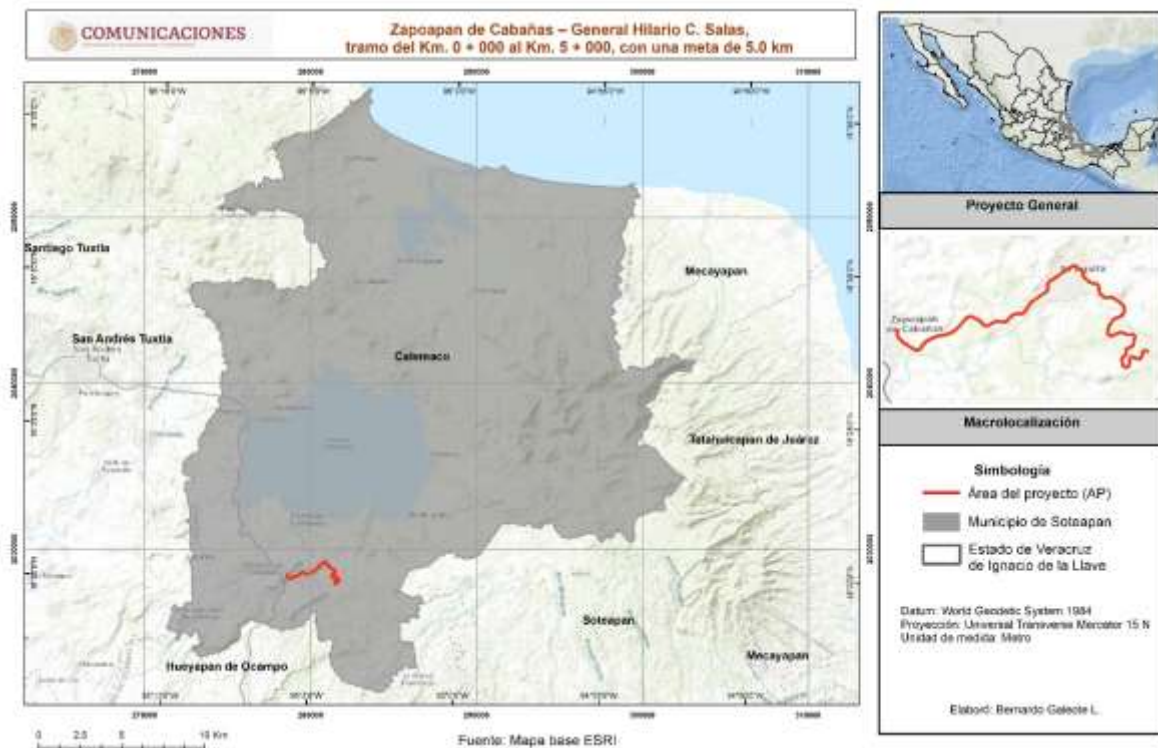
## CONCLUSIÓN

De acuerdo con la información proporcionada, así como los planos del anteproyecto se considera aceptable la propuesta 3, esto por considerar que se mejora sustancialmente la geometría del camino actual, además de tomar en cuenta que por las características topográficas y geotécnicas del sitio se minimizan significativamente los cortes y la formación de terraplenes.

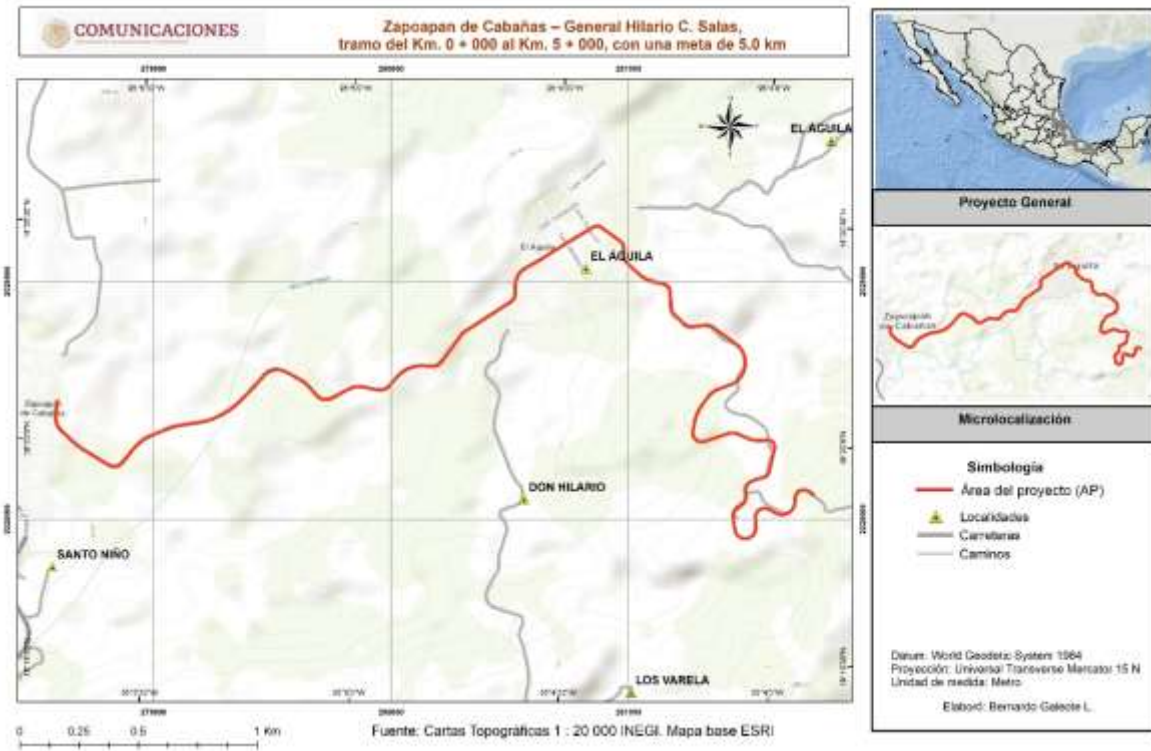
Por lo tanto y de común acuerdo se define que este camino será definido por la propuesta número 3 con las características de un camino tipo D con un ancho de calzada y de corona de 7m.

### II.1.4 Ubicación física del proyecto

El camino en estudio se ubica al sureste del estado de Veracruz, en el municipio de Catemaco. Específicamente involucra las localidades de Zapoapan de Cabañas y General Hilario C. Salas. En las siguientes figuras se presenta la macro y microlocalización del Proyecto. Así mismo se reitera que todos los mapas que se muestran en la presente MIA-R son anexados en formato impreso en tamaño doble carta y en formato digital.



**Figura 2. Macrolocalización del proyecto**



**Figura 3. Microlocalización del proyecto**

En el siguiente cuadro se presentan las coordenadas por estación a cada 200 metros del proyecto (se adjunta Anexo Fotográfico de cadenamamiento y vegetación circundante) y las especies de flora presentes en las inmediaciones de dichas estaciones. Asimismo se presenta una figura en la que se visualiza la ubicación de estos puntos.



**Figura 4. Toma de cadenamiento cada 200 m**



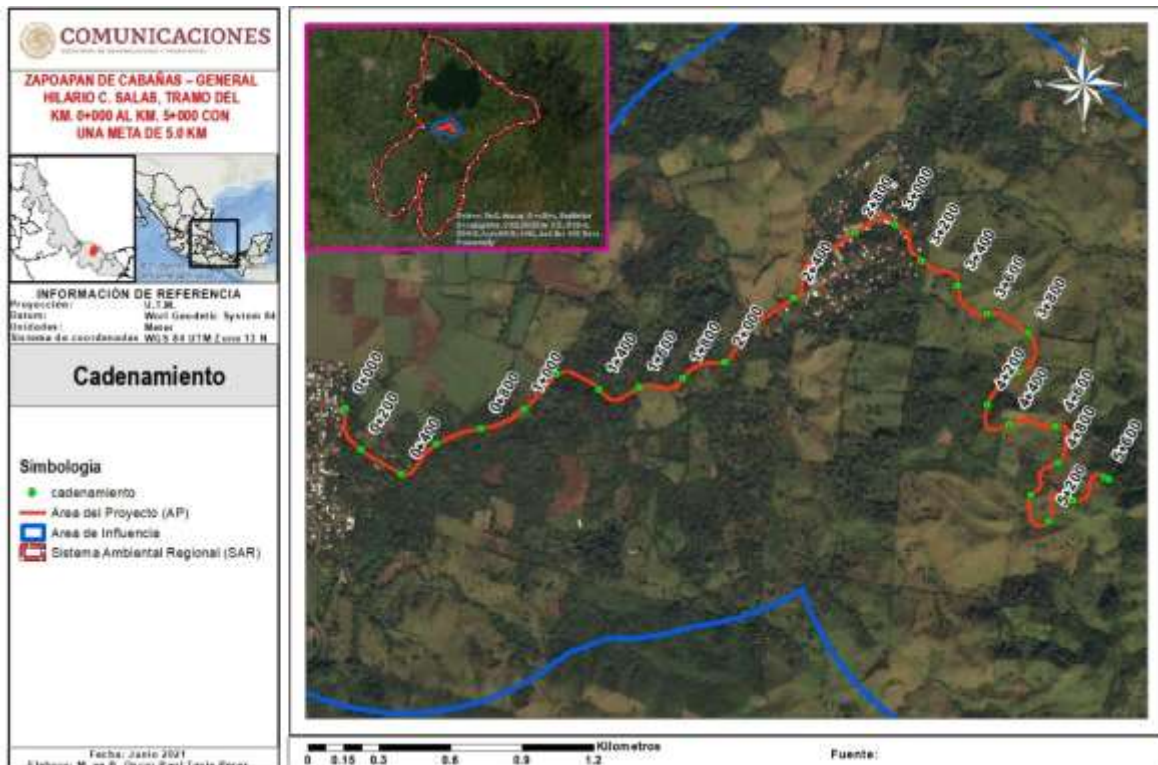
**Figura 5. Registro de datos con respecto a uso de suelo y vegetación presente en cada estación y registro de especies de flora presentes**



**Cuadro 4. Cadenamiento a cada 200 m del proyecto**

Estación	X	Y	Ancho de camino (m)	Tipo de vegetación circundante	Especies dominantes
0+000	278586	2028509	8.6	Asentamientos humanos/ Cultivo de café bajo sombra	<i>Coffea arabica, Inga vera</i>
0+200	278660	2028322	6.6	Asentamientos humanos/ Cultivo de café bajo sombra	<i>Coffea arabica, Inga vera, Cedrela odorata</i>
0+400	278824	2028223	7.4	Cultivo de café bajo sombra	<i>Coffea arabica, Inga vera, Cedrela odorata, Bursera simaruba, Musa x paradisiaca, Ricinus communis</i>
0+600	278970	2028346	7.5	Cultivo de café bajo sombra	<i>Coffea arabica, Inga vera, Cedrela odorata, Bursera simaruba</i>
0+800	279162	2028403	7.1	Cultivo de café bajo sombra	<i>Coffea arabica, Cedrela odorata</i>
1+000	279394	2028479	7.1	Cultivo de café bajo sombra	<i>Cedrela odorata</i>
1+200	279486	2028624	12.5	Cultivo de mango/Sistema silvo-pastoril con cedro	<i>Coffea arabica, Inga vera, Cedrela odorata, Bursera simaruba, Mangifera indica, Aspidosperma megalocarpon, Musa x paradisiaca</i>
1+400	279659	2028551	6.6	Cultivo de chile /Sistema silvo-pastoril con cedro	<i>Coffea arabica, Cedrela odorata, Bursera simaruba, Musa x paradisiaca, Capsicum sp. Zea mays.</i>
1+600	279822	2028557	8.2	Terrenos pecuarios	<i>Cedrela odorata, Bursera simaruba, Casuarina equisetifolia</i>
1+800	280018	2028593	6.5	Terrenos pecuarios/Plantación forestal de cedro	<i>Inga vera, Cedrela odorata, Bursera simaruba, Casuarina equisetifolia</i>
2+000	280196	2028655	7.5	Terrenos pecuarios	<i>Cedrela odorata, Bursera simaruba</i>
2+200	280324	2028801	7.2	Terrenos pecuarios/Plantación forestal de cedro	<i>Cedrela odorata, Bursera simaruba, Musa x paradisiaca</i>
2+400	280492	2028907	5.1	Terrenos pecuarios	<i>Bursera simaruba</i>
2+600	280594	2029097	5.3	Asentamientos humanos	<i>Washingtonia robusta, Cecropia obtusifolia, Yucca aloifolia</i>
2+800	280753	2029171	7.1	Asentamientos humanos	<i>Yucca aloifolia, Bougainvillea sp., Musa x paradisiaca</i>
3+000	280924	2029192	5.5	Asentamientos humanos	<i>Yucca aloifolia, Bougainvillea sp.</i>
3+200	281037	2029037	5.4	Asentamientos humanos	<i>Cedrela odorata, Bursera simaruba, Casuarina equisetifolia</i>
3+400	281173	2028492	6.2	Terrenos pecuarios	<i>Bursera simaruba</i>
3+600	281295	2028814	5.1	Terrenos pecuarios	<i>Bursera simaruba</i>
3+800	281465	2028726	4	Terrenos pecuarios	<i>Bursera simaruba</i>
4+000	281420	2028564	-	Terrenos pecuarios	-

Estación	X	Y	Ancho de camino (m)	Tipo de vegetación circundante	Especies dominantes
4+200	281321	2028495	-	Selva Alta Perennifolia	<i>Ilex costaricensis</i> , <i>Dialium guianense</i> , <i>Trophis mexicana</i> , <i>Astrocaryum mexicanum</i>
4+400	281376	2028347	-	Terrenos pecuarios	-
4+600	281568	2028332	-	Terrenos pecuarios	-
4+800	281572	2028179	6	Terrenos pecuarios	<i>Bursera simaruba</i>
5+000	281457	2028049	-	Terrenos pecuarios	-



**Figura 6. Cadenamiento del tramo que comprende el Proyecto**

## II.1.5 Urbanización del área y descripción de servicios requeridos

### II.1.5.1 Patios de maquinaria

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

A manera de propuesta se menciona que dadas las condiciones del camino es posible utilizar parte de las vialidades dentro de las dos localidades por las que pasa el proyecto, o colocar maquinaria en las orillas del camino a modernizar. Lo anterior con la finalidad de evitar realizar afectación por desmote o despalme en otras áreas. A continuación se presentan imágenes que permiten observar las condiciones de sitios en los que pudiera estacionarse o resguardar maquinaria.



**Figura 7. Ubicación de los polígonos que pudieran funcionar como patios de maquinaria (A)**



**Figura 8. Ubicación de los polígonos que pudieran funcionar como patios de maquinaria (B)**





***Figura 9. Condiciones de sitios en los que se pudiera estacionar o resguardar maquinaria***

### II.1.5.2 Agua potable

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

### II.1.5.3 Bancos de material

Es importante señalar que el volumen a requerir de los bancos de materiales autorizados será establecido por la empresa constructora. De manera general se presenta información de bancos de materiales con autorización vigente y que, por su distancia de acuerdo con la obra, así como el tipo material que aprovecha sean susceptibles para abastecer la obra, y pueden funcionar como sitios de disposición final de material no aprovechable de los cortes.

**Cuadro 5. Bancos de material y de tiro propuestos**

Denominación	Localización	Clasificación geológica	Despalme	Utilización	Tratamiento	Vol (m <sup>3</sup> )
Magdalena	Del km 0+000 a 15,300 m, con desviación izquierda	Grava empacada en arenas arcillosas, de baja compresibilidad, de color café, de medianamente compacta a compacta, poco húmeda (gc)	0.2	Base hidráulica	Se considera una mezcla con el banco "Julián", tomando en cuenta que tiene un cbr de 52%	75,000
Julián	Km 146+000, carretera federal Acayucan-Catemaco l/d	Grava empacada en arenas arcillosas, de baja compresibilidad, de color café, de medianamente compacta a compacta, poco húmeda (gc).	0.2	Base hidráulica	Se propone una mezcla con el banco "magdalena" debido a que no presenta índice plástico y contracción lineal	40,000
Gracia	Calle revolución, col. De la cruz, Mpio. Catemaco, ver	Grava producto de la disgregación de los fragmentos de roca, con arena y muy pocos finos limosos de baja compresibilidad, de color gris, poco cementada, debido a la alteración superficial, poco húmeda (gp-sm)	0.2	Carpeta asfáltica, sello y concreto hidráulico.	Triturado parcial y cribado a tamaño máximo de 37.5 mm. (1 1/2")	31,500

### II.1.5.4 Sanitarios

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



### **II.1.5.5 Electricidad**

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

### **II.1.5.6 Combustibles**

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

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

## II.1.6 Dimensiones del proyecto y su uso actual del suelo

### II.1.6.1 Superficie del Predio (Derecho de Vía)

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

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 5,000 metros, tal y como se muestra en el siguiente Cuadro.

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

Elemento	Valor
Largo	5,000.00 m
Amplitud	40.00 m

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 20.00 ha.

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

Nombre	Superficie (ha)
Derecho de vía	20.00

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

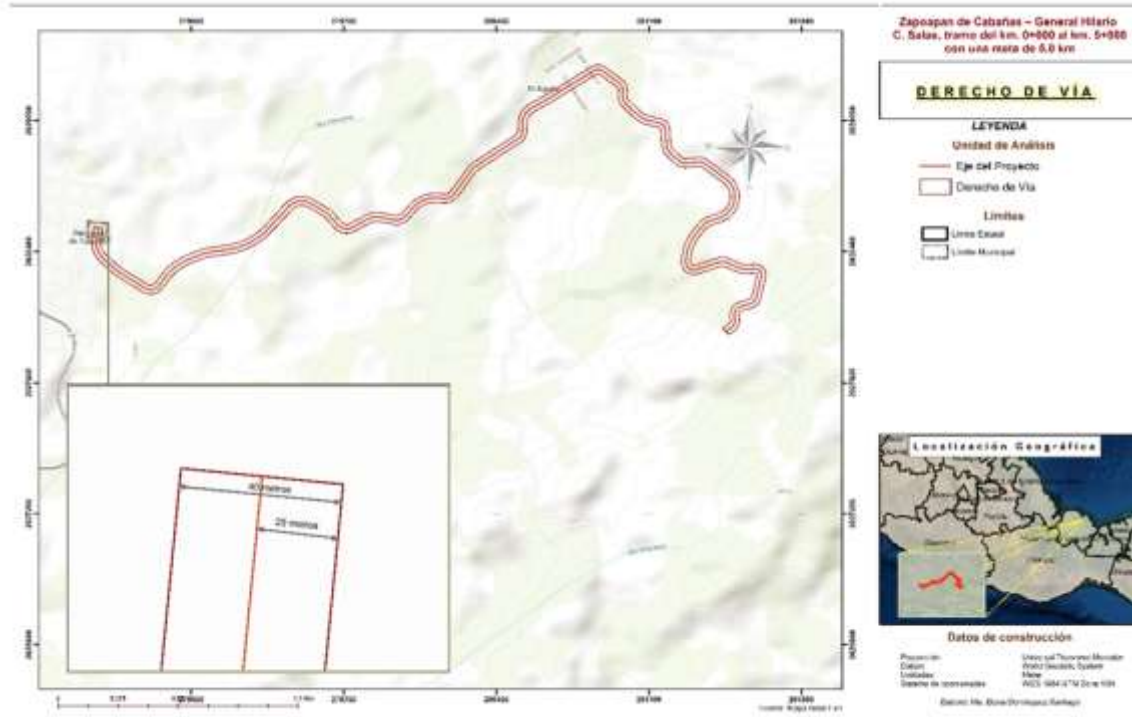


Figura 10. Superficie del Predio (derecho de vía del proyecto)

### II.1.6.2 Superficie del camino actual (Tipo E)

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

Cuadro 8. Coordenadas del proyecto

Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
Inicio	Fin		Inicio		Fin	
			X	Y	X	Y
0+000	5+000	5	278573.01	2028511.32	281453.25	2028034.38

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **3.42 hectáreas**, con una longitud de 5.00 km y una amplitud promedio de 6.85 metros.

Cuadro 9. Características particulares del camino existente

Longitud del camino existente	Ancho del camino existente	Superficie del camino actual
5.00 km	6.84 m	3.42 ha

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

A continuación, se determinó que dicha área es de **2.28 ha**; lo que representa que de las 3.42 ha que ocupa el camino actual, solo 2.28 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (1.14 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

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

Longitud del camino existente (1)	Ancho de camino existente (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (4)	Superficie total del camino actual (3+4)
5.00 km	6.85 m	2.28 ha	1.14 ha	3.42 ha

### II.1.6.3 Superficie del proyecto Tipo D

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

**Cuadro 11. Dimensiones del proyecto**

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	5000
Ancho de derecho de vía (m)	20
Ancho de línea de ceros (m)	11.67
Ancho de corona (m)	7.00
Sup. total del derecho de Vía	20.00

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 5.83 ha y que el área sin afectación (resto del derecho de vía) del DDV será de 14.17 ha. En el Cuadro 12 se presenta un desglose del Derecho de Vía del Proyecto.

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

Área	Superficie (ha)
Área de afectación directa (línea de ceros)	5.83
Área sin afectación (resto del derecho de vía)	14.17
Sup. total del Derecho de Vía	20.00

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

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

Área	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	3.62	62.13%
	Superficie para cortes y terraplenes	2.21	37.87%
<b>Total</b>		<b>5.83</b>	<b>100%</b>

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

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

Desglose de superficies	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	2.28	39.01%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	3.55	60.99%
<b>Total</b>		<b>5.83</b>	<b>100%</b>

**En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 5.83 ha, de las cuales 2.28 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 3.55 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.**

### II.1.6.4 Vegetación en el área del proyecto

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

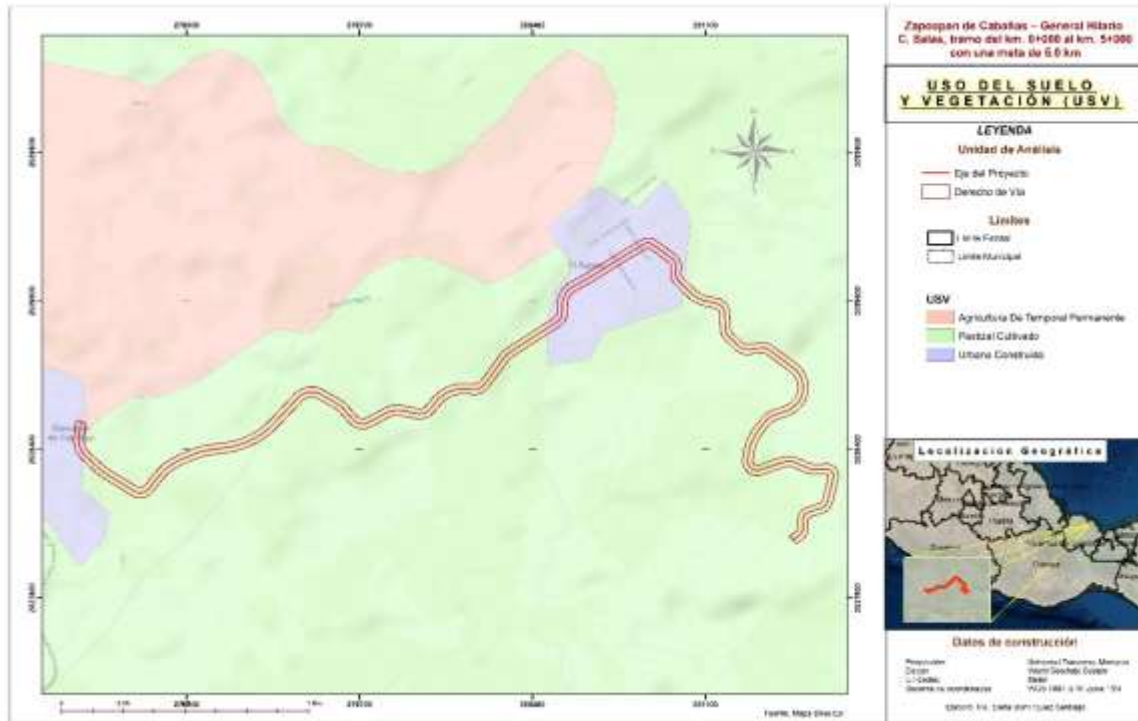
**Cuadro 15. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación DDV	Área (ha)	Porcentaje
PI	Pastizal Cultivado	16.24	81.2%
AH	Urbano Construido	3.76	18.88%
<b>Total</b>		<b>20.00</b>	<b>100%</b>

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

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

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
PI	Pastizal Cultivado	4.89	83.88%
AH	Urbano Construido	0.94	16.12%
<b>Total</b>		<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 11. Uso de suelo y vegetación según INEGI**

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

No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo. Derivado de lo anterior, se consideró oportuno consultar los términos enmarcados en la LGDFS y su Reglamento, del cual se describe a continuación.

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

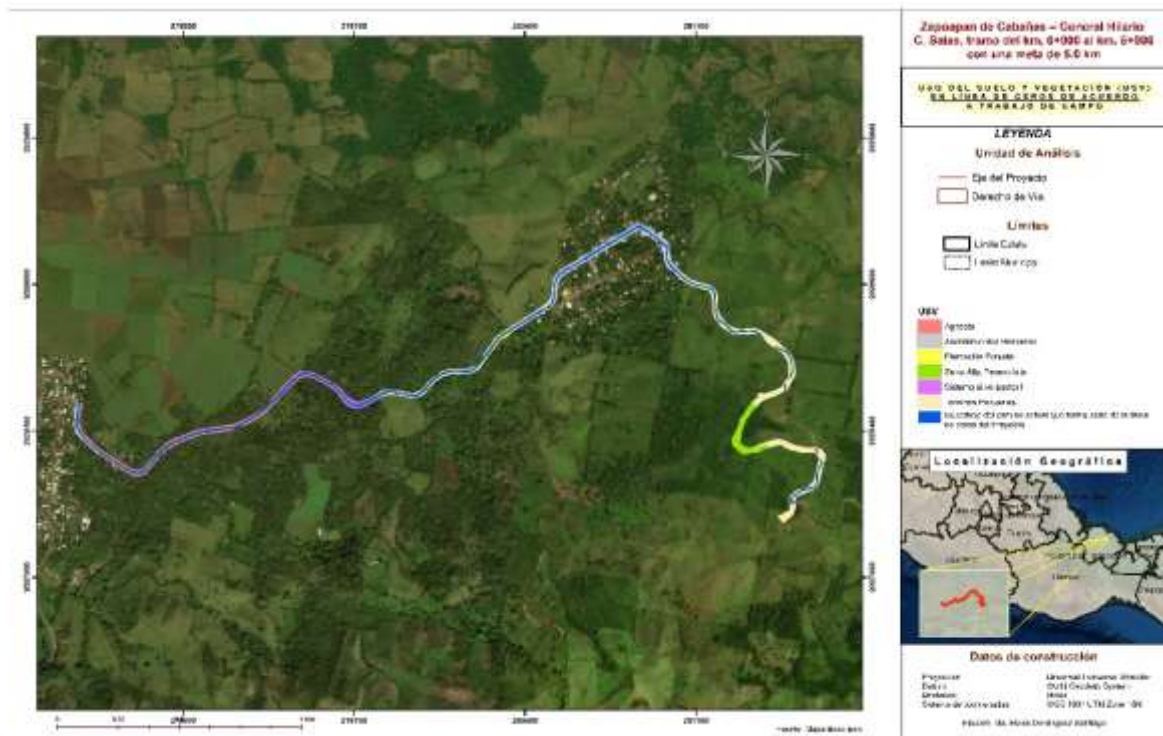
**XL. Vegetación forestal de zonas áridas,** aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística,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

La terminología anterior se utilizó de referencia junto con el trabajo de campo en el que se realizó el mapeo de los usos de suelo y tipos de vegetación de la Línea de Ceros (LC). Esta actividad consistió en realizar un caminamiento por el eje del proyecto, registrando las coordenadas de inicio y término de cada uno de los cambios de usos de suelo y tipos de vegetación. Posteriormente en el SIG del Proyecto se cargaron dichas coordenadas y con las anotaciones de campo se realizó la rodalización de los usos de suelo y vegetación de la LC y se calcularon sus superficies. En el siguiente Cuadro se presenta los resultados.



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

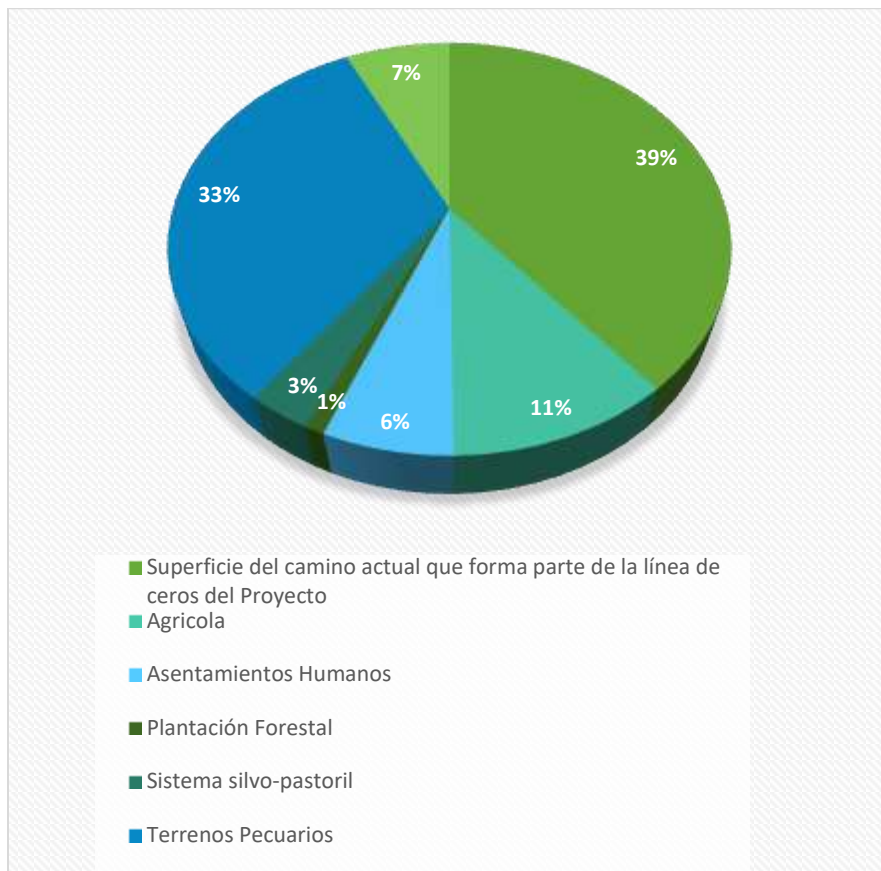
Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	2.2755	11.38%
	Agrícola	No Forestal	0.6292	3.15%
	Asentamientos Humanos	No Forestal	0.3667	1.83%
	Plantación Forestal	No Forestal	0.0560	0.28%
	Sistema silvo-pastoril	No Forestal	0.1805	0.90%
	Terrenos Pecuarios	No Forestal	1.9465	9.52%
	<b>Subtotal No Forestal</b>		<b>5.4544</b>	<b>27.05%</b>
	Selva Alta Perennifolia	Forestal	0.3756	2.11%
	<b>Subtotal Forestal</b>		<b>0.3756</b>	<b>2.11%</b>
	<b>Total Línea de ceros</b>		<b>5.8300</b>	<b>29.16%</b>
Restante de DDV sin afectación			14.17	70.84%
<b>Total DDV</b>			<b>20.00</b>	<b>100%</b>



**Figura 12. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo**

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

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



**Figura 13. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo**

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

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

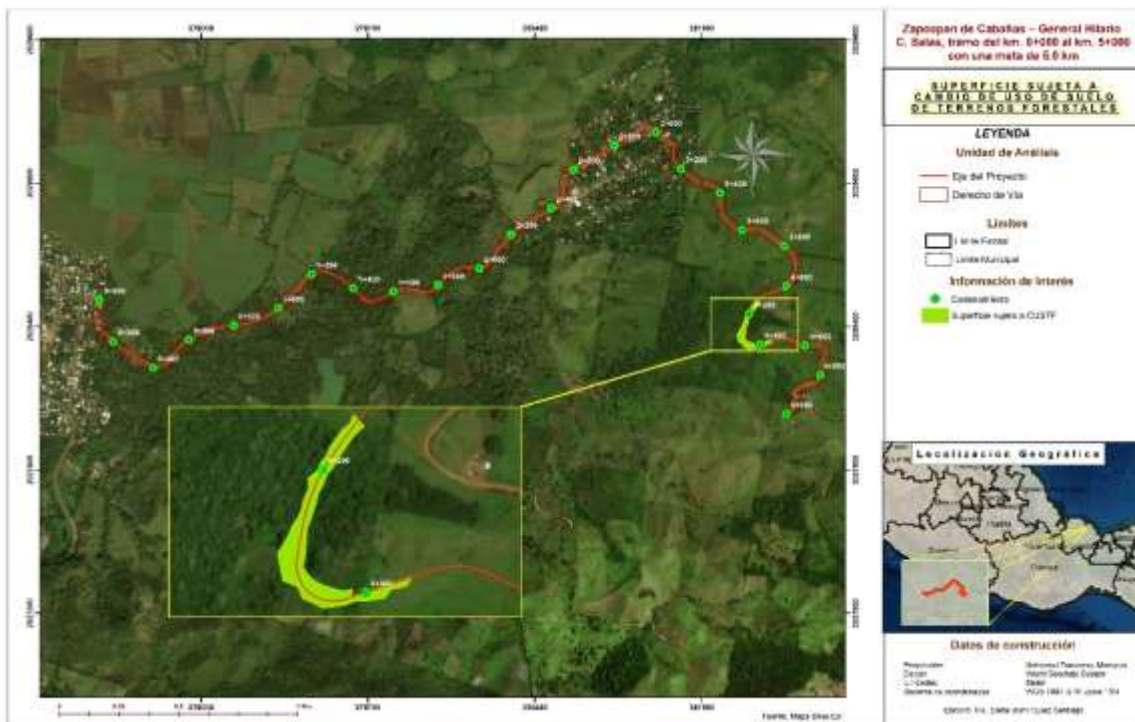
Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Selva Alta Perennifolia	0.3756	100%
<b>Total</b>	<b>0.3756</b>	<b>100%</b>

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

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

Polígono	USV	Superficie (ha)
Polígono 1	Selva Alta Perennifolia	0.3756
	<b>Total</b>	<b>0.3756</b>

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



**Figura 14. Superficie sujeta CUSTF**





*Figura 15. Condiciones de la Selva Alta Perennifolia en AP*

Es importante reiterar que derivado de la presencia de este tipo de vegetación en el AP, se enfocaron los trabajos de muestreo en AI y SAR (véase capítulo IV).

**Cuadro 20. Coordenadas de la superficie de CUSTF**

Polígono 1		
USV=Selva Alta Perennifolia		
Superficie (ha)=0.3756		
Vértices	X	Y
1	281290.2	2028334.5
2	281302.7	2028329.6
3	281317.7	2028325.2
4	281327.5	2028327
5	281325.8	2028319.3
6	281321.2	2028312.5
7	281298.1	2028309.1
8	281276.3	2028319.4
9	281272.3	2028330.6
10	281271.5	2028330.4
11	281271.8	2028331.2
12	281256.1	2028337.7
13	281251.3	2028364
14	281251.4	2028365.8
15	281262.3	2028384.4
16	281265.5	2028393
17	281272.3	2028403.4
18	281276.3	2028413
19	281278.6	2028423.1
20	281283.1	2028432.5
21	281282.8	2028444
22	281291.9	2028451.1

Polígono 1		
USV=Selva Alta Perennifolia		
Superficie (ha)=0.3756		
Vértices	X	Y
23	281296.5	2028460.4
24	281301.9	2028467.6
25	281305.4	2028476.2
26	281318.6	2028494.7
27	281325.6	2028500.1
28	281330.3	2028508.6
29	281339.5	2028498.4
30	281328.2	2028487.6
31	281315.2	2028468.9
32	281306.4	2028454.3
33	281299.9	2028446.8
34	281296.8	2028437.4
35	281291.5	2028429
36	281289.9	2028419.2
37	281283.7	2028400.7
38	281281.2	2028395.7
39	281279.9	2028390.5
40	281277.8	2028361.1
41	281275.4	2028351.9
42	281279.5	2028345
43	281290.2	2028334.5

## II.2 Características particulares del Proyecto, Plan o Programa

### II.2.1 Programa de trabajo

La ejecución se de obras se calcula en un total de 6 años.

**Cuadro 21. Programa de trabajo del proyecto**

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN	ACTIVIDADES	Duración de la modernización del proyecto											
		SEMESTRE											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<b>PREPARACIÓN DEL SITIO</b>	Desmante												
	Despalme en corte												
<b>CORTES, ESCAVACIONES Y TERRAPLENES</b>	Excavaciones en corte												
	Conformación y compactación de terraplén												
<b>OBRAS DE DRENAJE</b>	Excavación para estructuras de drenaje												
	Colocación de aleros y mampostería para estructura menor												
	Colocación de las losas y tubos.												
	Relleno de las excavaciones para las estructuras de drenaje												
	Construcción de obras complementarias de drenaje cunetas, lavaderos y bordillos												
<b>TERRACERÍAS</b>	Compactaciones del terreno natural												
	Formación y compactación de terraplenes												
	Mezclado, tendido y compactado de la base y sub-base												
<b>ASFALTADO</b>	Mezclado, tendido de la carpeta asfáltica												
<b>SEÑALAMIENTO</b>	Pintado de líneas centrales y laterales de la calzada												
	Colocación de letreros y señalamientos												



Una vez terminada la construcción de esta vía de comunicación, el proyecto tendrá una vía útil de 30 años con sus respectivas obras de mantenimiento como limpieza, repintado y bacheo por lo menos una vez al año o de acuerdo con sus requerimientos, que quedaran a disposición de la SCT.

En el siguiente apartado se presenta la descripción de las actividades a ejecutar durante las distintas etapas del proyecto.

## II.2.2 Etapa de Preparación del sitio

### II.2.2.1 Desmante

Es importante mencionar que en la superficie del Proyecto se presenta vegetación forestal por lo que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en el área que corresponde al proyecto. En ese sentido el desmante implica actividades específicas como son el marcado de los árboles que habrán de derribar, desramar y trocear, además de llevar un control organizado de los desperdicios vegetales. La actividad general de desmante solo se podrá ejecutar cuando el rescate de flora y fauna hayan sido realizados, o se lleven a cabo de manera conjunta si fuera el caso.

Todos los árboles que se encuentren dentro del área que ocupará la calzada del camino tendrán que ser marcados mediante una clave en la parte baja del tocón, misma que deberá ser designada por el responsable Técnico Forestal que indique el Promovente, con la única condición de contar con el Registro Forestal Nacional. Posteriormente al marcado de los árboles, se llevará a cabo su derribo. Para este efecto se puede utilizar motosierras, machetes, hachas, sierras manuales, cascacos, guantes de carnaza, lentes de seguridad, entre otros.

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

A continuación se presenta la estimación de individuos a remover en las áreas de cambio de uso de suelo:

**Cuadro 22. Estimación de individuos a remover**

ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia	ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia
<b>ESTRATO ARBOREO</b>		<i>Bursera simaruba</i>	6.0096
<i>Cnidocolus multilobus</i>	3.0048	<i>Trichilia hirta</i>	3.0048
<i>Virola guatemalensis</i>	9.39	<i>Ampelocera hottlei</i>	6.0096
<i>Dussia mexicana</i>	9.39	<i>Piper amalago</i>	3.0048
* <i>Calophyllum brasiliense</i>	6.0096	<i>Astrocaryum mexicanum</i>	18.78

ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia
<i>Ilex costaricensis</i>	24.7896
<i>Genipa americana</i>	52.9596
<i>Miconia argentea</i>	28.17
<i>Trophis mexicana</i>	21.7848
<i>Dialium guianense</i>	49.9548
<i>Guarea glabra</i>	81.1296
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	103.29
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	
<i>Alpinia purpurata</i>	12.3948
* <i>Chamaedorea oblongata</i>	6.0096
<i>Picramnia antidesma</i>	37.56
<i>Pteris altissima</i>	87.5148
<i>Heliconia schiedeana</i>	24.7896
<i>Blechnum occidentale</i>	143.8548
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	93.9
<i>Ctenitis excelsa</i>	62.3496
<i>Dialium guianense</i>	125.0748
<i>Costus scaber</i>	231.3696
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	262.92
<b>ESTRATO HERBACEO</b>	
<i>Syngonium chiapense</i>	3756
<i>Monstera acuminata</i>	1878
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	11268
<b>ESTRATO EPIFITAS</b>	
<i>Peperomia obtusifolia</i>	24.7896
<i>Syngonium chiapense</i>	244.14
<i>Monstera acuminata</i>	206.58

\* = Especie bajo categoría de Amenazada en la NOM-059-SEMARNAT-2010

De las especies que se encuentran enlistadas en la NOM-059-SEMARNAT - 2010 bajo la categoría de especie amenazada, se estima que no se verán afectadas sus poblaciones debido al desarrollo del proyecto, ya que estas especies presentan una amplia distribución en el país. También es importante mencionar que las demás especies se encuentran ampliamente representadas en el área de influencia y sistema ambiental, por lo que no se afectará la diversidad en el área de estudio.



### **II.2.2.2 Despalme**

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

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

### **II.2.2.3 Cortes y excavaciones**

Los cortes son excavaciones ejecutadas a cielo abierto en el terreno natural, del ancho necesario para alojar la sección tipo del proyecto, en ampliaciones y/o abatimiento de taludes, en rebajes en la corona de cortes y/o terraplenes existentes, en derrumbes y en despalmes de cortes o para el desplante de terraplenes, se ejecutaran de acuerdo a lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-003/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria con las tolerancias ahí fijadas.

El material producto de esta operación si es adecuado y ordenado por la secretaría, se utilizará en la construcción de los terraplenes o para arroparlos reduciendo la inclinación de sus taludes, en este sentido se ocupará el 100 % del material resultante de los cortes. Para excavaciones en préstamos de banco, en la obtención de los materiales para la formación de los terraplenes no compensados, se procederá de acuerdo a lo establecido en el capítulo N-CTR-CAR-1-01-008/00 de la normativa para la infraestructura del transporte de la secretaria.

El transporte y almacenamiento de todos los materiales extraídos de los frentes de ataque al sitio de almacenamiento o de proyecto, son responsabilidad exclusiva del Contratista de Obra y los realizará de tal forma que no sufran alteraciones que ocasionen deficiencias en la calidad de la Obra, tomando en cuenta lo establecido en las Normas aplicables del Libro CMT. Características de los Materiales y se sujetarán en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes.

Los materiales no aprovechables o los desperdicios que resulten de los cortes en caso de no cumplir con las especificaciones de la secretaría se cargarán y transportarán a un sitio de almacenamiento temporal donde no estorben la extracción y tratamiento de los materiales aprovechables y donde no obstruyan el drenaje natural pudiendo ser en los patios de maquinaria. Al término de la actividad esos materiales se colocarán y extenderán en los fondos de las excavaciones y en los taludes, extendiéndolos para formar una superficie uniforme y estable, de forma que el producto del despalme quede en la superficie con el propósito de propiciar el crecimiento de la vegetación.

Cuando se trate de materiales que no vayan a ser aprovechados posteriormente y que hayan sido depositados en un almacén temporal, serán trasladados al banco de desperdicios lo más pronto posible. El transporte y disposición de los materiales se sujetarán, en lo que corresponda, a las leyes y reglamentos de protección ecológica vigentes, considerando lo establecido en la Norma N-CTR-CAR-1-01-013, Acarreos.

#### **II.2.2.4 Formación y compactación de terraplenes**

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

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

#### **II.2.3 Etapa de construcción**

##### **II.2.3.1 Mezclado y tendido y compactado de la subrasante**

La capa subrasante es la porción subyacente a la sub-corona, tanto en corte como en terraplén, a la que corresponden los movimientos de terracería más económicos se les conoce como subrasante económica. La subrasante proyectada permite el alojamiento de las alcantarillas, puentes y su elevación es necesaria para evitar humedades perjudiciales a las terracerías o al pavimento, causadas por zonas de inundación.

##### **II.2.3.2 Mezclado, tendido y compactado de la subrasante más la base**

Sobre la subrasante se construye una sub-base de 0.3 m de espesor. El material que forme esta capa se deberá compactar al 100% de su P. V. S. M. La descarga de los materiales que se utilizan en la construcción de la sub-base debe hacerse sobre la subrasante por estación de 20 m, en caso de utilizar dos o más materiales se mezclarán en seco a fin de obtener un material uniforme. Se procederá con la motoconformadora para hacer el tendido, se extenderá el material y se procederá a incorporarle agua por medio de riegos y mezclados sucesivos, para alcanzar la humedad requerida y obtener homogeneidad en granulometría y humedad.

Cada tapa extendida se compactará hasta alcanzar un 95%, sobreponiéndose las capas hasta obtener el espesor y sección fijados en el proyecto, en caso de necesitarse se escarificará superficialmente y se regará la última capa, podrá efectuarse la compactación

en capas de espesores mayores a 15 cm. Siempre y cuando cumpla con la compactación adecuada. En las tangentes, la compactación se iniciará de las irillas hacia el centro y en las curvas de la parte interior de la curva hacia la parte exterior.

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

### **II.2.3.3 Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica**

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

#### **Riego de impregnación**

Se aplicará asfalto rebajado sobre la superficie terminada con el fin de impermeabilizarla y estabilizarla, así como para favorecer la adherencia entre ella y la carpeta asfáltica, para lo anterior se procederá al barrido de la superficie por tratar para eliminar todo material suelto, polvo y materias extrañas, que se encuentren en ella antes de aplicar el riego de impregnación. El riego del material asfáltico se deberá hacer en las horas más calurosas del día y por ningún motivo se deberá regar material asfáltico cuando la base se encuentre mojada. Se hará el riego con material asfáltico tipo FM-1 a razón de 1.4 lt/m<sup>2</sup> aproximadamente, por medio de una petrolizadora. La superficie impregnada deberá cerrarse al tránsito por 24 horas siguientes a su terminación.

**Riego de liga.** Sobre la base impregnada, se aplicará en todo lo ancho de la sección un riego con producto asfáltico FR-3 a razón de 0.5 lt/m<sup>2</sup> haciendo uso de una petrolizadora.

**Carpeta de concreto asfáltico.** Sobre la base hidráulica después de la aplicación del riego de liga, se construirá una carpeta de concreto asfáltico de 10 cm de espesor elaborada en la planta y caliente con los materiales procedentes de los bancos más cercanos y cemento asfáltico N° 6 con una dosificación aproximada de 100 lt/m<sup>3</sup> de material pétreo seco y suelto, debiendo compactar el material al 95% de su peso volumétrico determinado en la prueba Marshall.

**Riego de suelo.** Se aplicará un material asfáltico, que se cubrirá con una capa de material pétreo, para impermeabilizar la carpeta, protegerla del desgaste y proporcionar una superficie antiderrapante.

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

A continuación, se plancharán con compactador de llantas neumáticas con peso de 4.5 a 7.3 ton, pasando una rastra de cepillos de fibra o de raíz, las veces que se considere

necesario, para mantener uniformemente distribuido el material y evitar que se formen bordos y undulaciones.

### II.2.3.4 Construcción de obras de drenaje

Se procederá a la construcción sustitución y/ ampliación de las obras de drenaje que tiene planeado el proyecto constructivo. Para el tramo final se tienen contempladas aproximadamente 21 obras de drenaje. A continuación, se muestran las características de estas obras.

**Cuadro 23. Obras de drenaje del proyecto**

ID	Cadenamiento	Tipo				X	Y	Vegetación aledaña
01	0+372.25	Losa de conc. de 2.3 X 0.7 m	L	4.00 X 2.50	m.	278782.25	2028245.57	cedro, bursera, platano, guanábana, café bajo sombra
02	0+590.88	Tubo de concreto de 0.9 m de ø	TC	1.20	ø	278960.89	2028336.85	cedro, café, heliconias, cactus, syngonium, inga, plumeria, plátano, café bajo sombra
03	0+740.00	Tubo de concreto de 0.45 m de ø	TC	1.20	ø	279085.07	2028390.61	cedro, inga, gliricidia, syngonium, ripsalis, casuarina, café bajo sombra
04	1+087.78	Tubo de concreto de 0.45 m de ø	TC	1.20	ø	279396.95	2028532.78	gliricidia, ricinus, caña, cedro, bursera leguminosa, cultivo de caña, terrerño ganadero
05	1+180.00	Vado de 7.0 X 8.0 m	TC	1.20	ø	279464.16	2028605.54	café, cedro, caña, gliricidia, syngonium, plátano, melampodium, café bajo sombra, bursera
06	1+438.48	No existe obra	TC	1.20	ø	279689.82	2028517.19	café, cedro, pimienta, café bajo sombra, plátano,
07	2+039.05	Tubo de concreto de 0.9 m de ø	TC	1.20	ø	280216.31	2028668.65	cedro, inga, bursera, café, melampodium, hamelia, plantación de cedro, café bajo sombra
08	2+194.91	Tubo de concreto de 0.9 m de ø	TC	1.20	ø	280314.92	2028793.73	cedro, plátano, gliricidia, bursera, gmelina, pimienta, plantación de cedro, platanar
09	2+380.00	No existe obra	TC	1.20	ø	280491.42	2028909.36	gliricidia, pimienta, mango, aguacate, urbano, ganadería

ID	Cadenamiento	Tipo				X	Y	Vegetación aledaña
10	2+707.02	Losa de conc. de 1.3 X 1.0 m	C	2.00 X 1.50	m.	280690.51	2029132.08	mango, xanthosoma, chico zapote, miconia, urbano construido
11	3+072.10	Tubo de concreto de 0.51 m de ø	TC	1.20	ø	280976.48	2029154.47	bursera, cedro, syngonium, terrenos ganaderos aechmea,
12	3+309.32	Tubo de concreto de 0.9 m de ø	TC	1.20	ø	281123.52	2028997.16	bursera ramón, terrenos ganaderos
13	3+438.19	Tubo de concreto de 0.45 m de ø	TC	1.20	ø	281177.47	2028901.57	bursera, conostegia, gliricidia sepium, piperaceae, terrenos ganaderos
14	3+643.41	Tubo de concreto de 0.45 m de ø	TC	1.20	ø	281332.77	2028816.49	burseras, cedros, gliricidia, terrenos ganaderos
15	3+842.28	Tubo de concreto de 0.45 m de ø	TC	1.20	ø	281485.79	2028690.46	xanthosoma, gliricidia bursera, terrenos pecuarios
16	3+890.01	Tubo de concreto de 1.2 m de ø	L	1.50 X 1.50	m.	281489.80	2028644.03	pasto, terrenos pecuarios
17	3+980.00	No existe obra	TC	1.20	ø	281442.28	2028573.30	chamaedorea, café, astrocaryum, selva alta perennifolia
18	4+240.00	No existe obra	TC	1.20	ø	281275.94	2028405.28	piper, bursera, biosimun, terrenos ganaderos
19	4+688.71	Tubo de concreto de 1.2 m de ø	TC	1.20	ø	281613.31	2028295.34	gliricidia, bursera, cola de faisán, terrenos ganaderos
20	4+786.24	Tubo de lámina de 0.9 m de ø	TC	1.20	ø	281589.54	2028196.95	terrenos ganaderos
21	4+960.00	No existe obra	TC	1.20	ø	281491.12	2028081.01	terrenos ganaderos



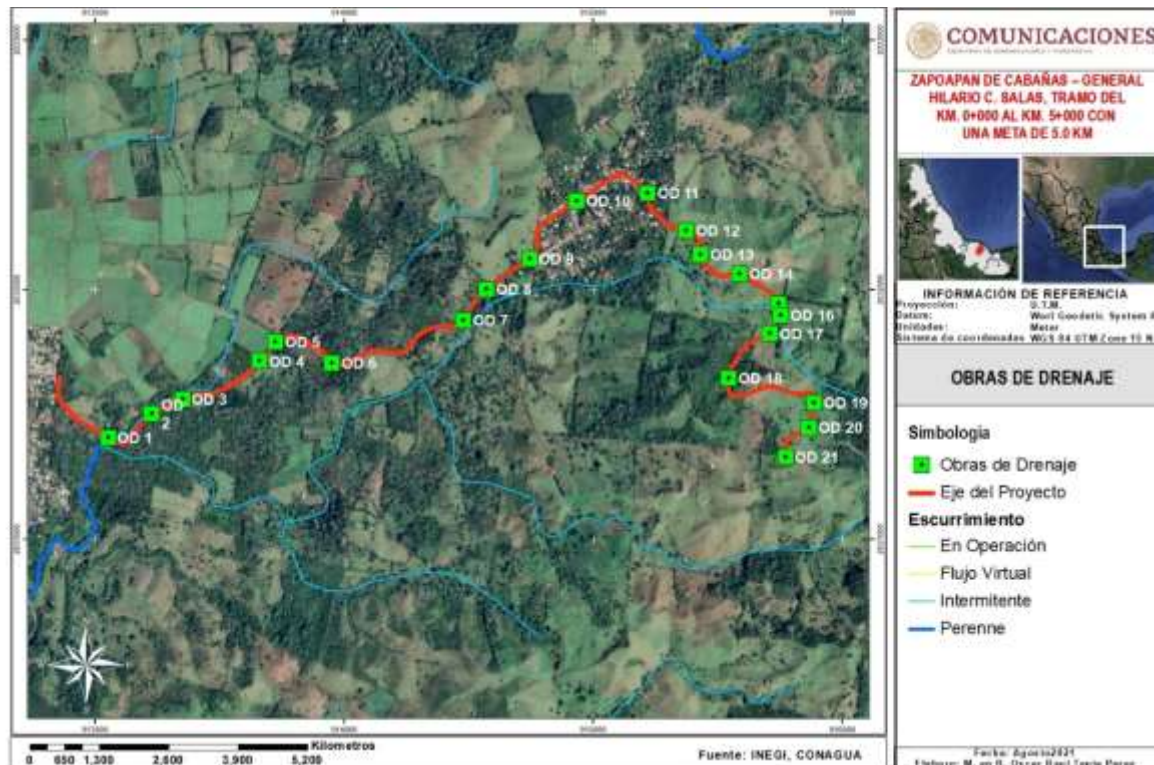


Figura 16. Obras de Drenaje del Proyecto

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

**Excavación para estructuras de drenaje.** Las excavaciones en las zonas de corte serán ejecutadas a cielo abierto y la maquinaria para la excavación será la adecuada para cada tipo de material que se presente en los diferentes tramos. Las excavaciones se ejecutarán siguiendo un sistema de ataque que permita el drenaje adecuado de los cortes.

**Colocación de aleros para estructura menor.** Se propone construir obras de drenaje a base de losas de concreto armado, sobre todo porque permiten colchones de terracería pequeños, sobre estribos y aleros de mampostería.

**Colocación de las losas.** El drenaje menor del Proyecto se resolverá utilizando losas de concreto y/o tubos de lámina, las cuales deberán tener las dimensiones adecuadas para que cumplan su función.

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

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

**Relleno de las excavaciones para las estructuras de drenaje.** Durante esta actividad se deberán implementar acciones de prevención de deslizamiento de suelo, sobre todo en

época de lluvias, los cuales se pueden presentar en las zonas de excavaciones y cortes. Para efecto de evitar los deslizamientos de tierra se deberán implementar las siguientes acciones.

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

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

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

## II.2.4 Etapa de operación y mantenimiento

### II.2.4.1 Operación del proyecto

Durante la operación del proyecto se realizarán las siguientes actividades:

#### 1. Bacheo

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

Señalamientos horizontales y verticales

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

## **2. Drenaje**

Debido a las características del sitio donde se desarrollará el proyecto, es posible que lleguen a acumularse restos de ramas o de basura, por lo que deberá mantenerse una vigilancia permanente de esta situación, con la finalidad de retirar cualquiera de estos materiales de manera inmediata.

### **II.2.4.2 Actividades de mantenimiento del proyecto**

Para las actividades de mantenimiento se tiene lo siguiente:

#### **1. Mantenimiento Preventivo.**

Este mantenimiento consiste en la realización de trabajos de conservación en los que no se requiere de herramientas especiales o de gran tamaño para procedimientos como reposición de señales, mantenimiento de taludes, chequeo de luminarias en zona urbana, pintura, reposición de material de la superficie de rodamiento, poda y mantenimiento de las áreas verdes.

#### **2. Mantenimiento Mayor.**

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

#### **3. Reposición de señales**

Estas actividades se llevarán a cabo cada vez que una señal deba reponerse o cambiarse con el fin de brindar un adecuado señalamiento y se prevengan accidentes.

#### **4. Mantenimiento de taludes**

Para estas actividades se tiene que verificar diariamente los taludes y cortes, para reportar si existe un derrumbe o deslizamiento, con el fin de retirar el material y revisar los posibles daños al pavimento con periodicidad diaria y utilizando trascabos y camión de volteo.

El mantenimiento general del pavimento se puede realizar de manera constante como mantenimiento rutinario llevando a cabo tareas como los trabajos de calavereo, riego de sello, reposición de material pétreo, fantasmas, pinturas, etc.

Este mantenimiento se efectuará diariamente según el tramo y el estado de deterioro. De la misma manera deberá dársele un mantenimiento periódico en el que se incluyan las actividades como bacheo, renivelación, reencarpetado y mantenimiento general; la periodicidad deberá incluirse según los reportes del estado del pavimento y el programa de mantenimiento general a lo largo de la vida útil de la carretera.

### **II.2.4.3 Equipos a utilizar**

La maquinaria empleada en la operación consta de una camioneta tipo pick-up para el transporte del personal y cuadrillas de trabajo requeridas para la operación del camino. En

cuanto al mantenimiento del camino se requiere de equipos como pipa para regar áreas verdes y otra para abastecer casetas u otras zonas que requieran del uso de agua, para las cuadrillas de mantenimiento y del alumbrado en las zonas donde se requiera, para el camino se transportaran en camión de volteo o en las camionetas para tal fin junto su equipo; así mismo, para el transporte de las cuadrillas de trabajo. En este sentido, eventualmente, se requerirá de equipos para el mantenimiento menor como bacheo y calavereo o para la colocación y reposición de señales y pinturas de rodamiento.

## **II.2.5 Residuos**

### **II.2.5.1 Residuos sólidos**

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

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

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

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

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

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

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

### **II.2.5.3 Aguas residuales**

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

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

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

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

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

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

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



**Cuadro 24. Componentes típicos de emisiones durante la operación de una carretera**

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

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

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

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

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

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

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

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

De acuerdo con lo anterior, se considera que no existen a lo largo del trazo condiciones de confinamiento para las diferentes emisiones y las estaciones climatológicas cercanas indican velocidades mínimas promedio del viento de 5 m/s, lo que asegura que las capas

de mezclado y la distancia de dispersión se alcanzaran rápidamente en cualquier punto del trazo, por lo que el problema del impacto sobre el aire se considera no sea importante.

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

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

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

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



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



## CONTENIDO

III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURIDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y, EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE SUELO .....	1
III.1 Vinculación con las políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región ....	2
III.1.1 Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2019-2024 .....	2
III.1.2 Programa Nacional de Infraestructura 2014-2018.....	3
III.1.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018.....	4
III.1.4 Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018 .....	6
III.1.5 Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024.....	7
III.1.6 Plan Municipal de Desarrollo de Catemaco 2014-2017.....	8
III.2 Vinculación con ordenamientos ecológicos del territorio.....	9
III.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. ....	9
III.2.2 Programas de Ordenamiento Ecológico Regional.....	13
III.2.3 Vinculación con áreas de importancia para la conservación. ....	13
III.3 Cumplimiento de leyes, reglamentos o normas de los tres niveles de gobierno. ....	19
III.3.1 Vinculación con instrumentos jurídicos de orden nacional. ....	19
III.3.2 Vinculación con instrumentos jurídicos de nivel estatal. ....	30
III.4 Análisis integral de la vinculación jurídica y normativa del proyecto. ....	39

## CUADROS

Cuadro 1. Instrumentos normativos para la vinculación con el Proyecto.....	1
Cuadro 2. Vinculación del proyecto con el PND.....	2
Cuadro 3. Vinculación con el Programa Nacional de Infraestructura.....	4
Cuadro 4. Vinculación con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes.....	6
Cuadro 5. Vinculación con el Programa de Inversiones .....	6
Cuadro 6. Vinculación con el Programa estatal de desarrollo. ....	8
Cuadro 7. Vinculación con el Plan de desarrollo municipal de Catemaco 2014-2017. ....	9
Cuadro 8. Características de la UAB 77 “Sierra de los Tuxtlas”. ....	10
Cuadro 9. Características de la UAB 77 y su vinculación con el proyecto.....	11
Cuadro 10. Vinculación del proyecto con la Constitución.....	19
Cuadro 11. Vinculación del proyecto con la LGEEPA. ....	20
Cuadro 12. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental. ....	21
Cuadro 13. Vinculación del proyecto con la LGDFS.....	22
Cuadro 14. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS. ....	23
Cuadro 15. Vinculación del proyecto con la LGVS.....	23
Cuadro 16. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.....	24

---

Cuadro 17. Vinculación del proyecto con la LGPGIR.....	24
Cuadro 18. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR.....	25
Cuadro 19. Vinculación del proyecto con la LGCC. ....	25
Cuadro 20. Vinculación del proyecto con la LAN. ....	26
Cuadro 21. Vinculación del proyecto con la LFRA. ....	27
Cuadro 22. Vinculación del proyecto con la LCPAF.....	27
Cuadro 23. Vinculación del proyecto con la LCPAF.....	28
Cuadro 24. Vinculación del proyecto con la Constitución para el Estado de Veracruz .....	30
Cuadro 25. Vinculación del proyecto con la Ley 62.....	31
Cuadro 26. Vinculación del proyecto con el reglamento en materia de impacto ambiental de la Ley número 62.....	33
Cuadro 27. Vinculación del proyecto con la Ley Estatal de Cambio Climático. ....	34
Cuadro 28. Vinculación del proyecto con la Ley número 555.....	35
Cuadro 29. Vinculación del proyecto con la Ley para la gestión de residuos de Veracruz. ....	36
Cuadro 30. Vinculación del proyecto con la Ley de vida silvestre del estado de Veracruz .....	38

## FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto respecto al POEGT. ....	10
Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POER .....	13
Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a ANP´s. ....	14
Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a RTP´s. ....	15
Figura 5. Ubicación del proyecto respecto a RHP´s.....	16
Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a AICA´s. ....	17
Figura 7. Ubicación del proyecto respecto a sitios RAMSAR .....	18



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

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

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

División temática	Instrumentos
<b>Políticas e instrumentos de planeación del desarrollo de la región</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024</li> <li>-Programa Nacional de Infraestructura 2018-2024</li> <li>-Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018</li> <li>-Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013- 2018</li> <li>-Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024</li> <li>-Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024</li> <li>-Programa Sectorial de Mejoramiento de la Calidad del Medio Ambiente y Transición energética 2017-2021</li> <li>-Plan de Desarrollo Municipal de Catemaco, Veracruz 2014-2017</li> </ul>
<b>Ordenamientos ecológicos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Programa de Ordenamiento Ecológico General de Territorio (POEGT)</li> <li>- Programas de ordenamiento ecológico regional</li> </ul>
<b>Áreas de Importancia Ecológica</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Áreas naturales protegidas (ANP)</li> <li>-Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICAS)</li> <li>-Regiones Terrestres Prioritarias (RTP)</li> <li>-Regiones Hidrológicas Prioritarias (RHP)</li> <li>-Sitios RAMSAR</li> </ul>
<b>Leyes y reglamentos federales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Constitución Políticas de los Estados Unidos Mexicanos</li> <li>-Ley General del Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento en materia de Evaluación de Impacto Ambiental</li> <li>-Ley Federal de Responsabilidad Ambiental</li> <li>-Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento</li> <li>-Ley de Aguas Nacionales y su reglamento</li> <li>-Ley de Caminos, puentes y autotransporte federal</li> </ul>
<b>Leyes y reglamentos estatales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Constitución Política para el Estado de Veracruz</li> <li>- Ley número 62 de Protección Ambiental de Veracruz</li> <li>- Reglamento de Ley número 62 de Protección Ambiental de Veracruz</li> <li>- Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático de Veracruz</li> <li>- Ley número 555 de Desarrollo Forestal Sustentable para el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.</li> <li>- Ley número 847 de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.</li> <li>- Ley de vida silvestre del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave</li> </ul>
<b>Normas Oficiales Mexicanas (NOM)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>NOM-161-SEMARNAT-2011</li> <li>NOM-059-SEMARNAT-2010</li> <li>NOM-052-SEMARNAT-2005</li> <li>NOM-001-SEMARNAT-1996</li> <li>NOM-041-SEMARNAT-2015</li> <li>NOM-043-SEMARNAT-1993</li> </ul>

División temática	Instrumentos
	NOM-080-SEMARNAT-1994 NOM-081-SEMARNAT-1994 NOM-001-STPS-2008 NOM-004-STPS-1999 NOM-006-STPS-2014 NOM-011-STPS-2001 NOM-017-STPS-2008

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Objetivo 3.6 Desarrollar de manera transparente, una red de comunicaciones y transportes accesible, segura, eficiente, sostenible, incluyente y moderna, con visión de desarrollo regional y de redes logísticas que conecte a todas las personas, facilite el traslado de bienes y servicios, y que contribuya a salvaguardar la seguridad nacional.	
Estrategia	Vinculación
3.6.1 Contar con una red carretera segura y eficiente que conecte centros de población, puertos, aeropuertos, centros logísticos y de intercambio modal, conservando su valor patrimonial.	El Proyecto se vincula ya que se trata de la modernización de un camino tipo E a tipo D, y en consecuencia este será más seguro y eficiente para la población.

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

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

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

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

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

Para el caso particular del proyecto, éste se relaciona directamente con el sector de comunicaciones y transportes; siendo importante resaltar que la infraestructura en este sector tiene impactos directos con el crecimiento de la economía, promoviendo el desarrollo regional equilibrado, al lograr eficientizar la movilidad, reducir los costos de traslado y permitir que los bienes lleguen a su destino oportunamente. De esta forma, la política en materia de inversión en comunicaciones y transportes tiene como uno de sus objetivos promover una mayor vinculación e integración entre las distintas regiones del país y con los mercados internacionales, lo cual con el desarrollo del proyecto se cumple de manera puntual, toda vez que facilitará la interconexión de la región centro del país.

Por otra parte, para dar cumplimiento con lo establecido en el Programa Nacional de Infraestructura 2013-2018, se han planteado una serie de objetivos específicos para el desarrollo de infraestructura vial. En el cuadro siguiente se presenta la vinculación del proyecto con dichos objetivos.

**Cuadro 3. Vinculación con el Programa Nacional de Infraestructura.**

Objetivos del Programa Nacional de Infraestructura 2013-2018	Vinculación con el proyecto
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consolidar una red troncal carretera en buen estado que conecte las regiones estratégicas permitiendo generar costos y tiempos de traslado competitivos, y</li> <li>• Completar en altas especificaciones los corredores carreteros más importantes del país.</li> </ul>	El desarrollo del proyecto contempla la modernización de un camino tipo “E” a uno “D”, lo que implica el mejoramiento de sus condiciones actuales; se aumentará el ancho del camino y este será revestido o pavimentado. Por otro lado, la modernización del camino genera condiciones más seguras para el tránsito, y permitirá la reducción de tiempo y costos en el transporte de los habitantes en las localidades que involucra el proyecto.

### III.1.3 Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes 2013-2018

El Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes para el periodo 2013-2018 retoma las líneas de acción del sector comunicaciones y transportes contenidos en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual desarrolla la visión de llevar a México a su máximo potencial y contribuye al cumplimiento de las Cinco Metas Nacionales y las Tres Estrategias Transversales del PND.

En este sentido, para contribuir a los objetivos marcados en el PND, el Sector Comunicaciones y Transportes, tiene como visión contar con infraestructuras y plataformas de logísticas modernas, que detonen actividades de valor agregado y promuevan el desarrollo regional equilibrado del país, buscando que la conectividad logística disminuya los costos de transporte, refuerce la seguridad, cuide el medio ambiente y mejore la calidad de vida de la población mexicana.

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

- Comunicar poblaciones y generar traslados seguros.
- Permitir el acceso de las comunidades a los servicios y mercados.
- Conectar sitios públicos como escuelas y universidades.
- Mejorar la productividad con costos competitivos de servicios de comunicaciones y transportes.
- Posicionar a México como plataforma logística a nivel internacional.

Para el caso de caminos y carreteras se tiene previsto la realización de acciones enfocadas a la mejora continua de este sector en beneficio de la población, conforme a lo establecido en las siguientes líneas de acción:

1. Reducir costos logísticos del transporte carretero a través de:
  - I. Consolidar ejes troncales.
  - II. Librar núcleos urbanos.
  - III. Realizar obras de conexión a los nodos logísticos como puertos y aeropuertos.
  - IV. Ampliar y construir tramos carreteros mediante nuevos esquemas de financiamiento.

2. Mejorar la seguridad vial.
  - I. Garantizando mejores condiciones físicas de la red.
  - II. Sistemas inteligentes de transporte (ITS).
  
3. Apoyar el desarrollo regional a través de:
  - I. Mejorar y modernizar los caminos rurales y alimentadores.
  - II. Programa Temporal de Empleo (PET).
  - III. Modernizar las carreteras interestatales.

Los objetivos, estrategias y líneas de acción presentadas en el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes se empatan con los objetivos del Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018, que están enfocados a llevar a México a su máximo potencial, mediante el cumplimiento de los siguientes objetivos:

- Contar con una red troncal, carretera segura, completa y en buen estado que conecte las regiones
- estratégicas del país y permita disminuir los costos de transporte y tiempos de traslado.
- Completar en altas especificaciones los corredores troncales más importantes.
- Acercar a las comunidades más alejadas mediante la construcción y modernización de caminos
- rurales.

Dichos objetivos, tiene la finalidad de maximizar el potencial del país en materia de infraestructura carretera, para lo cual es necesario, además, cumplir con los siguientes objetivos sectoriales:

- Desarrollar una infraestructura de transporte y logística.
- Mejorar los servicios de transporte y logística.
- Generar condiciones para una movilidad moderna y eficiente de personas.
- Ampliar la cobertura y el acceso a mejores servicios de comunicaciones.
- Llevar a cabo una modernización administrativa.
- Desarrollar el sector con la creación de tecnología y capacidades nacionales.

De esta manera se puede precisar que los dos primeros objetivos apoyan a la consolidación de un México como plataforma logística. El tercer objetivo, atiende a la movilidad de las personas y, juntos, los tres primeros objetivos, atienden a los retos del sistema de transporte.

Con base en los objetivos del Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes anteriormente expuestos, en el siguiente cuadro se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias y líneas de acción para alcanzar dichos objetivos.



**Cuadro 4. Vinculación con el Programa Sectorial de Comunicaciones y Transportes**

<b>Objetivo 1. Desarrollar una infraestructura de transporte y logística multimodal que genere costos competitivos, mejore la seguridad e impulse el desarrollo económico y social.</b> <b>Estrategia 1.1 Modernizar, construir y conservar la red carretera federal, así como mejorar su conectividad bajo criterios estratégicos, de eficiencia, seguridad y equidad regional.</b>	
<b>Líneas de acción</b>	<b>Vinculación</b>
1.1.2. Construir, modernizar, reconstruir y conservar caminos rurales y alimentadores, llegando a las zonas más marginadas del país.	Catemaco es un municipio con índice medio de marginación, lo cual esta indirectamente relacionado con la deficiente conectividad carretera que sin duda impide un mayor dinamismo económico. El desarrollo del proyecto contribuirá positivamente al desarrollo económico de la zona; en primera instancia al mejorarse las condiciones del camino habrá un tránsito más seguro entre los habitantes de las comunidades de Zapoapan de Cabañas y General Hilario C. Salas. Por otro lado, se incrementará el intercambio de productos y servicios entre estas comunidades, lo cual impactará en el desarrollo económico y social de la zona.

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

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

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

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

**Cuadro 5. Vinculación con el Programa de Inversiones**

Objetivo	Vinculación
Contar con una red troncal, carretera segura, completa y en buen estado que conecte las regiones estratégicas del país y permita disminuir los costos de transporte y tiempos de traslado.	Dado que el proyecto considera el incremento en el ancho y mejoramiento de la superficie de rodamiento en el camino rural Zapoapan- General Hilario C. Salas, se puede concluir que este contribuye a tener carreteras más seguras y en buenas condiciones, lo cual influye directamente sobre los costos y tiempos de traslados.

Objetivo	Vinculación
Acercar a las comunidades más alejadas mediante la construcción y modernización de caminos rurales.	La ejecución del proyecto reducirá el tiempo de traslado e incrementará el flujo de vehículos entre las comunidades que involucra el proyecto, así como aquellas que se encuentren en puntos intermedios del trazo a modernizar.

### III.1.5 Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024

El Plan Veracruzano de Desarrollo 2019–2024 contiene la dirección política, cuyo criterio esencial da sustento a los objetivos y guías básicas de los programas de las dependencias y organismos descentralizados. Así también, las estrategias y acciones específicas del gobierno, las cuales están en razón de garantizar el respeto a los derechos humanos, la justicia social, la austeridad republicana, la transparencia y rendición de cuentas, la erradicación de la corrupción, trabajar con miras al desarrollo sostenible, la seguridad y el bienestar. Cabe mencionar que, en dicho plan, se encuentran integrados los Objetivos de Desarrollo Sostenible del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), mejor conocidos como Agenda 2030 (A2030).

Tres son los Ejes Generales definidos para el Plan Veracruzano de Desarrollo 2019-2024: Derechos Humanos (Eje A), Desarrollo Económico (Eje B) y Bienestar Social (Eje C). Su articulación permitirá organizar e implementar las intervenciones públicas al interior de su estructura administrativa, con el objetivo de ordenar y armonizar el nivel de planeación institucional correspondiente a los 16 Programas Sectoriales. En los siguientes apartados se describirá cada uno de los ejes antes mencionados.

- **Eje de Derechos Humanos (Eje A):** se concentran las políticas y programas implementados por las Secretarías de Gobierno, Educación, Salud y la Coordinación General de Comunicación Social a través de sus respectivos programas sectoriales, sumándose las acciones realizadas por los institutos veracruzanos de Asuntos Indígenas, de las Mujeres y de la Juventud.
- **Eje de Desarrollo Económico (Eje B):** este comprende sendos Programas Sectoriales elaborados por las Secretarías de Desarrollo Económico, Turismo, Infraestructura y Obras Públicas; Desarrollo Agropecuario, Rural y Pesca; Trabajo, Previsión Social y Productividad; Finanzas y Planeación y Contraloría General.
- **Eje Bienestar Social (Eje C):** concentra los esfuerzos de las Secretarías de Desarrollo Social, Seguridad Pública, Protección Civil, Medio Ambiente y del actual Instituto Veracruzano de la Cultura, dependencias y entidades que conjugan los esfuerzos para la mejora de la calidad de vida y desarrollo humano de los veracruzanos.

Finalmente, el criterio presente en estas tres vertientes deberá enfocarse a planear de manera operativa presupuestos con perspectiva de género en atención al **Eje transversal de Cultura de Paz y Derechos Humanos**. Así mismo, el seguimiento y evaluación de los presupuestos planeados y ejercidos deberá ser corresponsabilidad de las dependencias involucradas en la asignación y control de los recursos (SEFIPLAN y CGE), en apego al Eje transversal de Austeridad y Honestidad.

En relación con la infraestructura vial el Plan Veracruzano de Desarrollo tiene como objetivo impulsar la obra pública del Estado para fortalecer la infraestructura estatal, generando una

integración económica y territorial que contribuya al bienestar social de la Entidad. De acuerdo con lo anterior, en el cuadro siguiente se explica cómo el proyecto contribuirá al alcance de dicho objetivo.

**Cuadro 6. Vinculación con el Programa estatal de desarrollo.**

Objetivo de Desarrollo Sustentable (ODS) del PNUD: Industria, Innovación e Infraestructura Eje Estatal B: Desarrollo Económico Objetivo 3.- Impulsar la obra pública del Estado para fortalecer la infraestructura estatal, generando una integración económica y territorial que contribuya al bienestar social de la Entidad. Estrategia: Invertir en infraestructura básica para fomentar el bienestar económico y social de cada región	
Líneas estratégicas	Vinculación
Rehabilitar carreteras para la óptima movilidad de la población y del turismo estatal y nacional.	El proyecto contempla la modernización de un camino rural a uno tipo "D", para lo cual se rectificará el trazo, ampliará el ancho de corona y calzada, y se mejorará la superficie de rodamiento. La modernización del camino incrementará la calidad de este, y permitirá el tránsito más eficiente y seguro de vehículos.
Construir vías de comunicación que conecten las regiones del norte, centro y sur del Estado.	La ejecución del proyecto se realizará en la zona sur del estado de Veracruz. El camino a modernizar conecta las localidades de Zapoapan de cabañas, General Hilario C. Salas, por lo que, al realizarse este proyecto, los pobladores de dichas localidades tendrán un tránsito más seguro y eficiente hacia otros destinos como las cabeceras municipales.

### III.1.6 Plan Municipal de Desarrollo de Catemaco 2014-2017

El plan municipal de desarrollo tiene como visión consolidar un desarrollo municipal sustentable, de calidad y competente, con una administración clara y moderna para la dotación de servicios de calidad, con la inclusión de todas las opiniones, fortaleciendo a Catemaco como líder en el desarrollo regional, respetuoso del medio ambiente y garante de más y mejores oportunidades para todos mediante un gobierno con alta participación ciudadana.

El plan fue formulado de manera coordinada y en correspondencia con los tres niveles de gobierno, consecuentemente y para garantizar su desarrollo armónico se ha vinculado con el Plan Veracruzano de Desarrollo 2011-2016 y el Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.

Se encuentra definido por cinco ejes:

- Catemaco Seguro
- Catemaco con calidad de vida
- Catemaco emprendedor
- Catemaco limpio, verde y ordenado
- Catemaco eficiente y honesto

Considerando lo anterior en el siguiente cuadro se presenta la vinculación del proyecto con las estrategias que tienen relación con el desarrollo y modernización de infraestructura carretera.

**Cuadro 7. Vinculación con el Plan de desarrollo municipal de Catemaco 2014-2017.**

Eje Catemaco limpio, verde y ordenado	
Estrategia 4.1 Catemaco limpio y verde	
Objetivo: Fortalecer la sustentabilidad del desarrollo municipal mediante acciones de prevención de degradación del medio ambiente ante los requerimientos de la dinámica demográfica y las transformaciones culturales, económicas, tecnológicas y del entorno.	
Subestrategia: 4.2.1 Patrimonio natural	
Línea de acción	Vinculación
4.2.1.4 Evaluar el impacto ambiental de las obras públicas que no sean competencia de la Federación y el Estado.	Debido a las características del proyecto, este será evaluado en materia de impacto ambiental por instancias federales, por lo cual se cumple con la línea de acción descrita.
Estrategia 4.3: Fortalecimiento de la Infraestructura Urbana	
Objetivo: Mejorar la infraestructura y equipamientos urbanos de Catemaco que faciliten el crecimiento sustentable y ordenado para que los habitantes del municipio puedan disfrutar de bienestar y mejor calidad de vida.	
Subestrategia: 4.3.2 Vialidades incluyentes y promotoras del desarrollo	
4.3.2.2 Ofrecer soluciones viales con base a estudios integrales y con una visión de ciudad sustentable en función de las necesidades del flujo vehicular y del crecimiento urbano.	El presente estudio de impacto ambiental forma parte de la evaluación integral del proyecto, debido a que se está analizando la factibilidad del proyecto desde el punto de vista ambiental y social.

### III.2 Vinculación con ordenamientos ecológicos del territorio.

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

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

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

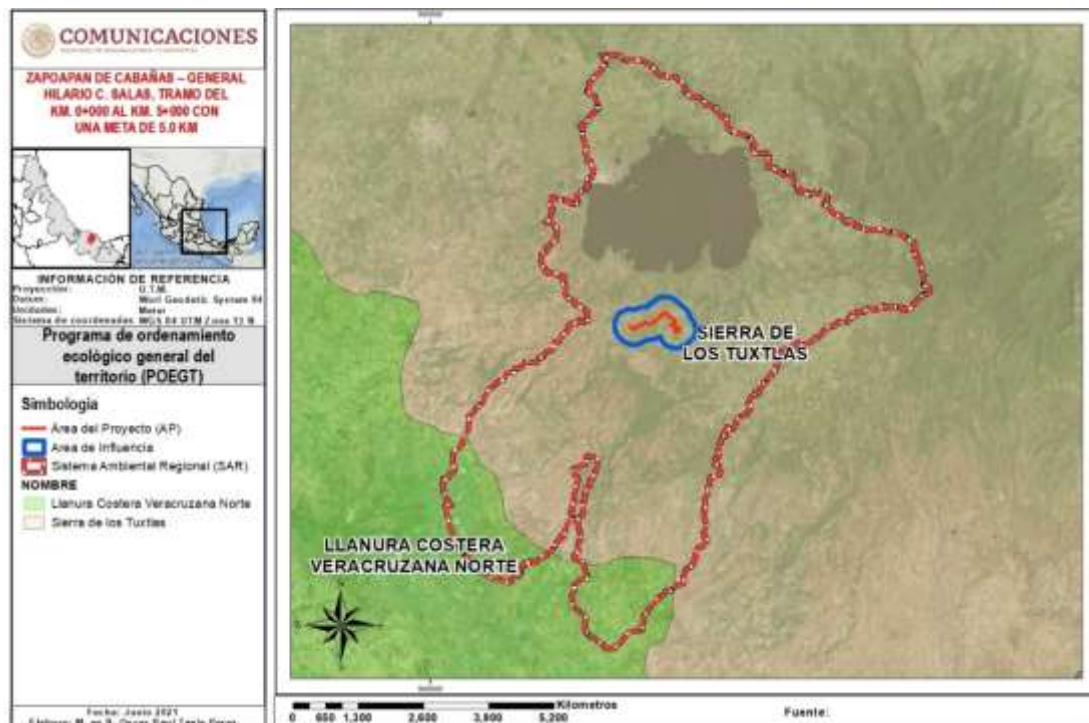
De acuerdo con la regionalización del POEGT, el proyecto se encuentra en la Región Ecológica 5.33, específicamente en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) 77, denominada “Sierra de los Tuxtlas” En el cuadro y figura siguiente se presentan las características de la UAB en comento.

**Cuadro 8. Características de la UAB 77 “Sierra de los Tuxtlas”.**

Rectores del desarrollo	Coadyuvantes del desarrollo	Asociados del desarrollo	Otros sectores de interés	Política ambiental	Nivel de atención prioritaria	Estrategias sectoriales
Preservación de Flora y Fauna- Turismo	Forestal	Ganadería - Minería	PEMEX	Preservación, Aprovechamiento o sustentable y Restauración	Alta	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 15 BIS, 18, 21, 22, 23, 24, 28, 29, 37, 38, 42, 43, 44

Estado actual del medio ambiente (2008).

Inestable. Conflicto Sectorial Muy Alto. Alta superficie de ANP's. Alta degradación de los Suelos. Muy alta degradación de la Vegetación. Sin degradación por Desertificación. La modificación antropogénica es baja. Longitud de Carreteras (km): Baja. Porcentaje de Zonas Urbanas: Muy baja. Porcentaje de Cuerpos de agua: Media. Densidad de población (hab/km<sup>2</sup>): Baja. El uso de suelo es Pecuario y Agrícola. Porcentaje de Zona Funcional Alta: 35. Alta marginación social. Muy bajo índice medio de educación. Bajo índice medio de salud. Alto hacinamiento en la vivienda. Muy bajo indicador de consolidación de la vivienda. Medio indicador de capitalización industrial. Alto porcentaje de la tasa de dependencia económica municipal. Bajo porcentaje de trabajadores por actividades remuneradas por municipios. Actividad agrícola con fines comerciales. Alta importancia de la actividad minera. Alta importancia de la actividad ganadera.



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

Considerando las estrategias sectoriales listadas anteriormente, en los cuadros siguientes expone la relación que tiene el desarrollo del proyecto con ellas y cómo contribuirá a las acciones para alcanzar los objetivos de dichas estrategias.



**Cuadro 9. Características de la UAB 77 y su vinculación con el proyecto**

Grupo 1. Dirigidas a lograr la sustentabilidad ambiental del Territorio		Acciones	Vinculación
A) Dirigidas a la Preservación	<i>Estrategia 1. Conservación in situ de los ecosistemas y su biodiversidad</i>	Fortalecer la conservación de los ecosistemas y las especies, en especial, de aquellas especies en riesgo.	La ejecución del proyecto contempla el rescate y reubicación de flora y fauna previo al desarrollo de actividades, por lo cual este no se contraponen a la conservación de los ecosistemas y especies. Además, se han considerado otras medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental, tales como “pasos de fauna” que contribuyen a la movilidad de mamíferos, reptiles y anfibios.
D) Dirigidas a la restauración del ambiente	<i>Estrategia 14. Restauración de ecosistemas forestales y suelos agropecuarios</i>	Reforestar tierras preferentemente forestales con especies nativas, apropiadas a las distintas zonas ecológicas del país y acordes con los cambios en las tendencias climáticas.	Dentro de las medidas de compensación ambiental planteadas en el capítulo VI del presente documento, se tiene considerada la reforestación en zonas aledañas al trazo del proyecto. Las especies forestales que se utilizarán para tal fin son nativas de la Selva Alta Perennifolia. Asimismo, se buscó que también contribuyeran a la restauración ambiental del sitio brindando algunos efectos restauradores tales como: drenaje de tierras inundables, conservación de suelo, control de la erosión, estabilización bancos de arena.
		Restaurar zonas con suelos erosionados y/o degradados debido a la deforestación y uso no sustentable de la tierra, mediante obras apropiadas de conservación y restauración de suelos y reforestación, poniendo énfasis en prácticas agronómicas (no mecánicas) y biológicas que mejoren la calidad de estos.	También se prevé la implementación de un programa de conservación de suelos, en el cual se realizarán terrazas individuales. Las terrazas son obras que ayudan a modificar la pendiente media original de la ladera, y cuya función principal es la conservación de humedad a través de la acumulación e infiltración del agua. Otras ventajas son las siguientes: reducen al mínimo la erosión hídrica; mejoran la capacidad retentiva de humedad y nutrientes; favorecen la infiltración del agua (de lluvia y/o de riego). Dada la posible ejecución de este tipo de obras y los beneficios que aportan, el proyecto es compatible con esta acción.
		Compensar las superficies forestales perdidas debido a autorizaciones de cambio de uso del suelo, con acciones de restauración de suelos y reforestaciones en otras áreas.	De realizarse el cambio de uso de suelos en terrenos forestales, SEMARNAT requiere de un pago al Fondo Forestal Mexicano. Mediante este fondo se realizan actividades de compensación ambiental en lugares especificados por dicho organismo.

Grupo 3. Dirigidas al Fortalecimiento de la gestión y la coordinación institucional.		Acciones	Vinculación
B) Planeación del ordenamiento territorial	<i>44. Impulsar el desarrollo regional mediante acciones coordinadas entre los tres órdenes de gobierno y concertadas con la sociedad civil.</i>	Impulsar el desarrollo social, con un enfoque de largo plazo, al reducir las disparidades regionales a través de compensar a las regiones que aún no han sido atendidas.	La modernización del camino permitirá un tránsito más eficiente y seguro entre las comunidades de Zapoapan de Cabañas y General Hilario C. Salas, y como consecuencia se incrementará el flujo de vehículos. Esto impactará de manera positiva el desarrollo social, debido a que un mayor número de personas tendrá acceso a los mercados de bienes y servicios que sus localidades no les ofrecen.

### III.2.2 Programas de Ordenamiento Ecológico Regional

De acuerdo con el Subsistema de Información sobre el Ordenamiento Ecológico (SIORE<sup>1</sup>) el área de proyecto no recae sobre ningún programa de ordenamiento ecológico regional, el más cercano es POER “Cuenca del Río Coatzacoalcos”, que se encuentra a una distancia de 33.0 km en línea recta.



**Figura 2. Ubicación del proyecto respecto al POER**

### III.2.3 Vinculación con áreas de importancia para la conservación.

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

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

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

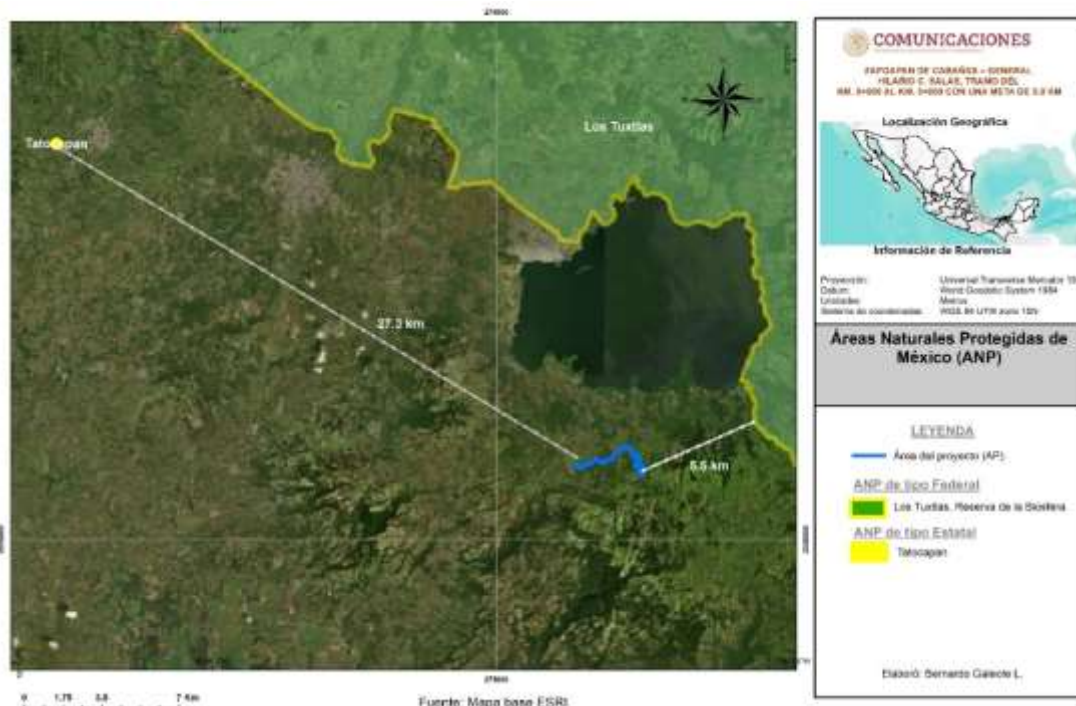
<sup>1</sup> [https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga\\_oe2/](https://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uga_oe2/)

### III.2.3.1 Áreas Naturales Protegidas de carácter federal.

Las Áreas Naturales Protegidas (ANP) se definen de acuerdo con el artículo 3º, fracción II de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA) de la siguiente manera:

*II.- Áreas naturales protegidas: Las zonas del territorio nacional y aquéllas sobre las que la nación ejerce su soberanía y jurisdicción, en dónde los ambientes originales no han sido significativamente alterados por la actividad del ser humano o que requieren ser preservadas y restauradas y están sujetas al régimen previsto en la presente.*

Se revisó la ubicación del proyecto respecto a las Áreas Naturales Protegidas tanto de carácter federal, como estatal y municipal. Resultando que el proyecto que nos ocupa no se ubica dentro de ninguna ANP, la más cercana es la “Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas” a una distancia de 5.50 km (Ver figura siguiente).



**Figura 3. Ubicación del proyecto respecto a ANP's.**

La Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas está ubicada en la llanura costera del sur del Golfo de México, casi sobre la costa del estado de Veracruz, y abarca los municipios de Ángel R. Cabada, Catemaco, Mecayapan, Pajapan, San Andrés Tuxtla, Santiago Sotepan y Tatahuicapan de Juárez. Cuenta con diversos hábitats ricos en fauna y flora (lagos, arroyos, cascadas, humedales, lagunas y ríos).

La reserva tiene 155 mil hectáreas de superficie y es una de las zonas más estudiadas de México, ya que alberga una Estación de biología tropical de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) desde 1960. Ésta ha desarrollado trabajos de investigación relacionados con la dinámica

de la selva, inventarios florísticos y faunísticos y otros temas que integran un vasto patrimonio de conocimientos ambientales.

### III.2.3.2 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP).

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

Así, conforme a la revisión realizada en el “Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO”, mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el proyecto se ubica dentro de la RTP “Sierra de los Tuxtlas – Lagunas del Ostión” (Figura 4).



**Figura 4. Ubicación del proyecto respecto a RTP's.**

Su importancia como RTP radica en que incluye características tales como la de ser el límite norte de la selva en el continente, una zona de contacto biogeográfico, mantener gran cantidad de tipos de vegetación asociada al gradiente altitudinal con procesos ecológicos especiales. Es un área donde se presenta una migración latitudinal y altitudinal de mariposas, aunque la integridad funcional y estructural de la vegetación está muy amenazada. La selva es uno de los últimos relictos de selva alta perennifolia del país y se presenta sobre basaltos; es un sitio que registra



uno de los valores más altos de precipitación a nivel nacional (4,700 mm por año). La zona contiene la mayor extensión de “bosque enano” en el país.

### III.2.3.3 Regiones Hidrológico-Prioritarias (RHP).

Las Regiones Terrestres Prioritarias, son consideradas por la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), como unidades territoriales estables en términos ambientales, cuya riqueza ecosistémica y específica, es mayor que en el resto del país, aunado a una integridad ecológica y funcional significativa donde la conservación de dicha biodiversidad es una posibilidad real. Así, conforme a la revisión realizada en el “Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de la CONABIO”, mediante el mapa correspondiente a una escala 1:1000000, generado por la CONABIO, se determinó que el Proyecto se ubica dentro de la RHP 80 “Los Tuxtlas” (Ver Figura 5).



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

La RHP “Los Tuxtlas” tiene una superficie de 3 484.34 km<sup>2</sup>, abarca las localidades de Catemaco, San Andrés, Santiago, Sontecomapan, Pajapan en el estado de Veracruz. El clima en la región es cálido húmedo con abundantes lluvias en verano; cálido húmedo con lluvias todo el año y cálido subhúmedo con lluvias en verano. Temperatura media anual 18-26 °C. Precipitación total anual 2 000-4 500 mm; de noviembre a enero vientos del norte y el resto del año los del noreste.

Se presentan los siguientes tipos de vegetación: selva alta y baja perennifolia, selva mediana (manchones), bosque mesófilo de montaña y de pino, pequeñas zonas inundables de sabana, pastizal inducido y cultivado, selva baja inundable, manglar, popal, tular, vegetación acuática y subacuática. Dentro de la flora característica de la región destacan la gran diversidad de especies de las familias Orchidaceae y Asteraceae.

### III.2.3.4 Áreas de importancia para la conservación de las aves (AICA).

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

Así, de acuerdo con el mapa de delimitación de las AICA´s, en escala 1:250000, elaborado por la Sección Mexicana del Consejo Internacional para la Preservación de las Aves (CIPAMEX) y la CONABIO, se tiene que el Proyecto no se encuentra dentro de ninguna AICA, la más cercana es “Los Tuxtlas” a una distancia aproximada de 5.40 km (Ver Figura 6).

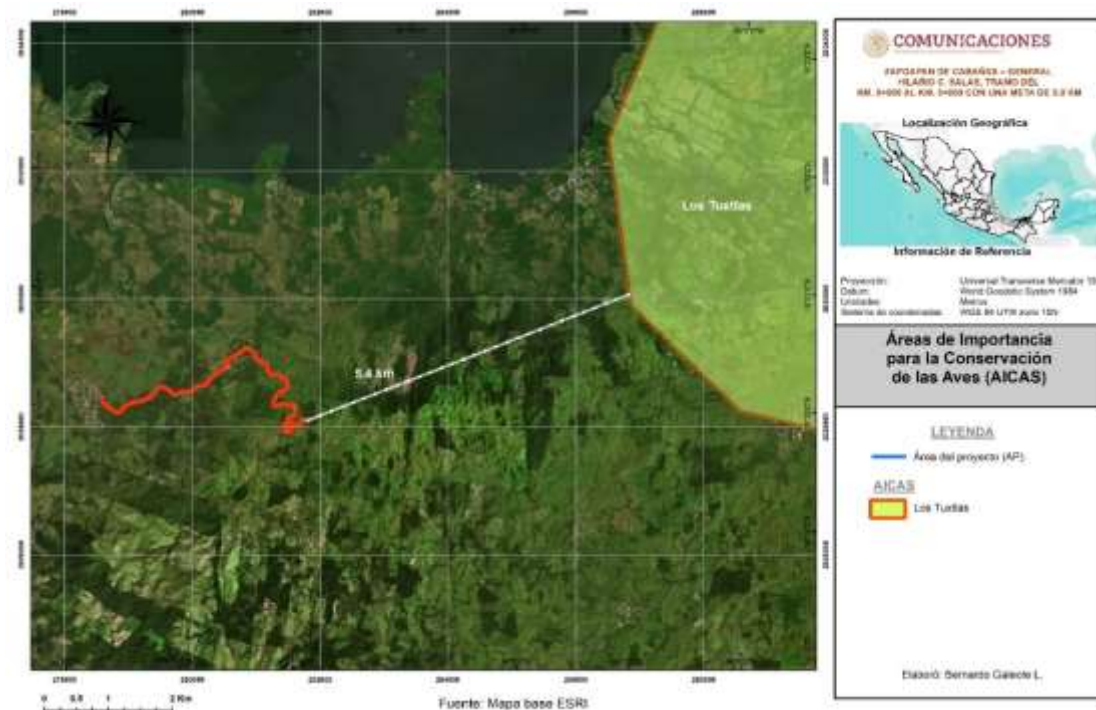


Figura 6. Ubicación del proyecto respecto a AICA´s.

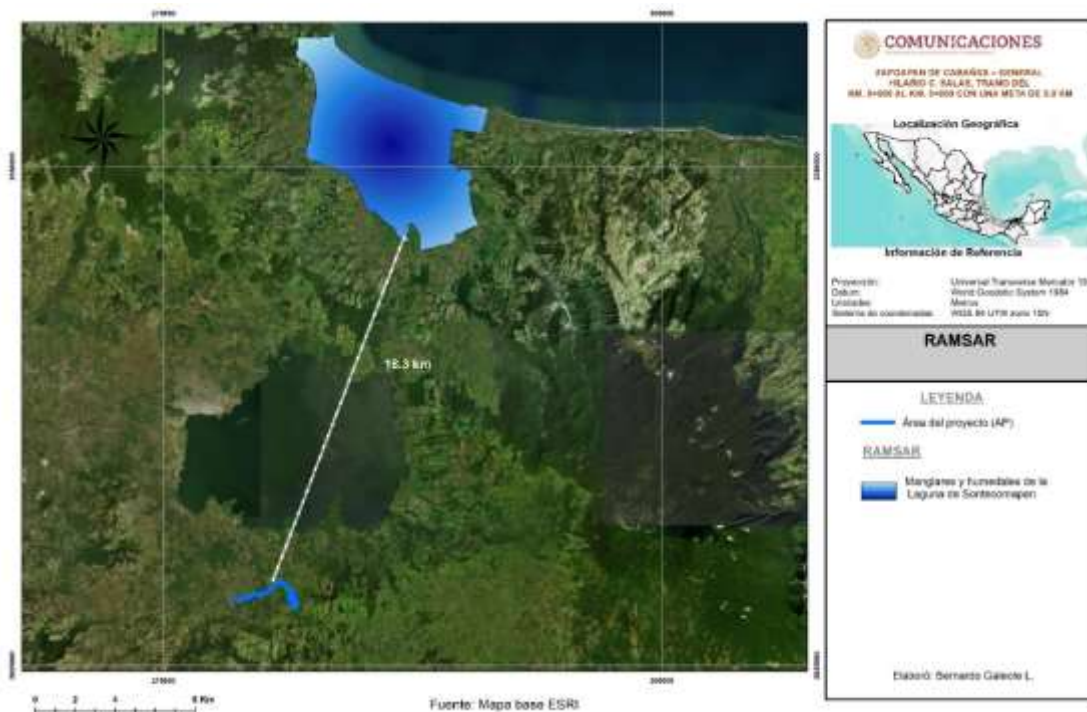
La AICA de “Los Tuxtlas” se considera Reserva Especial de la Biosfera. Es la parte noroeste del macizo montañoso de Los Tuxtlas que es una extensión del Eje Volcánico en la Llanura costera del Golfo de México. La accidentada topografía del macizo permitió que ecosistemas septentrionales de la Selva Alta Perennifolia en América se conservara prácticamente inalterados hasta mediados de este siglo, gracias a la falta de caminos que penetraran la región. Como en todo el macizo montañoso, las laderas de sus volcanes y las cañadas más inaccesibles son las únicas áreas significativas con remanentes importantes de vegetación original. Así arriba de los 1000m, como se definió esta área protegida, se encuentran áreas de bosque bien conservadas. Especies indicadoras de no perturbación humana como el *Crax rubra* aún se encuentran en el

área, aunque su caza sigue llevándose a cabo actualmente. La Sierra de Santa Martha es depositaria de una importante biodiversidad neotropical de elementos mesoamericanos y neárticos aislados y reticulares muchos de ellos endémicos.

### III.2.3.5 Sitios Ramsar.

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

A través de la consulta del mapa de Sitios RAMSAR de México 2014, escala: 1:7000000, editado por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas, en el que se presentan los 140 sitios RAMSAR en la República Mexicana, publicados por la Convención RAMSAR en Morelia, Michoacán de Ocampo, se determinó que el área de proyecto no recae en alguno de ellos, el más cercano es “Manglares y humedales de la Laguna Sontecomapan” a 18.3 km de distancia del área de proyecto (Ver Figura siguiente).



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

Los manglares y humedales de la Laguna de Sontecomapan se ubican en la costa del Golfo de México, región de Los Tuxtlas (LT), en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas (RBT), Región Terrestre Prioritaria para la Conservación de México (CONABIO, 2000). Representa una de las últimas extensiones importantes de manglar en la costa occidental del Golfo. Por factores biogeográficos, la región presenta una gran diversidad de especies y de endemismos. Actualmente el manglar cubre unas 523 ha, contando con tres de los cuatro mangles de México.

Los ríos principales que desembocan en la laguna conservan bosques de ribera y una extensión de selva baja inundable, ecosistemas que en gran medida han sido transformados en pastizales inundables y tulares. Existe un sistema de dunas costeras. En la costa noroeste hay algunos cerros y acantilados con selva alta perennifolia y acahuals (vegetación secundaria en regeneración) de ésta, incluidos en la zona núcleo de la RBT. Sirve de refugio en la importante ruta migratoria costera de aves desde Norteamérica hacia Centro y Sudamérica. Existe gran variedad de aves acuáticas y rapaces, migratorias y sedentarias. En el sitio Ramsar propuesto se encuentran 30 de las 48 especies de Decápodos reportados en Los Tuxtlas, zona rica en especies y en endemismos. Estas zonas húmedas sirven de hábitat para muchas especies de agua dulce, estuarinas y marinas.

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

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

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

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

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

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



Descripción	Vinculación
establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros urbanos.	

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

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

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

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 28.- (...) quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría:</p> <p>I. Obras hidráulicas, vías generales de comunicación, oleoductos, gaseoductos, carbo ductos y poliductos.                      (...)</p> <p>VII.- Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas;</p>	<p>El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente debido a que se trata de un proyecto de vías de comunicación. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto</p>
<p>Artículo 30.- Para obtener la autorización a que se refiere el artículo 28 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental...</p>	<p>El proyecto cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable</p>

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

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 5.- Quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades, requerirán previamente la autorización de la Secretaría en materia de impacto ambiental:</p> <p>(...)</p> <p>B) Vías generales de comunicación: Construcción de carreteras,</p> <p>(...)</p> <p>O) Cambios de uso del suelo de áreas forestales, así como en selvas y zonas áridas</p> <p>(...)</p>	<p>El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la manifestación de impacto ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto. Con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación, correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente.</p>
<p>Artículo 9°. Los promoventes deberán presentar ante la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, en la modalidad que corresponda, para que ésta realice la evaluación del proyecto de la obra o actividad respecto de loa que solicita autorización.</p>	<p>Este artículo se cumple mediante el presente documento, al presentar una Manifestación de Impacto Ambiental, tal y como lo solicita la autoridad</p>
<p>Artículo 13. La manifestación de impacto ambiental, en su modalidad regional, deberá contener la siguiente información:</p> <p>I. Datos generales del proyecto, del promovente y del responsable del estudio de impacto ambiental;</p> <p>II. Descripción de las obras o actividades y, en su caso, de los programas o planes parciales de desarrollo;</p> <p>III. Vinculación con los ordenamientos jurídicos aplicables;</p> <p>IV. Descripción del sistema ambiental regional y señalamiento de tendencias del desarrollo y deterioro de la región;</p> <p>V. Identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VI. Estrategias para la prevención y mitigación de impactos ambientales, acumulativos y residuales, del sistema ambiental regional;</p> <p>VII. Pronósticos ambientales regionales y, en su caso, evaluación de alternativas, y</p> <p>VIII. Identificación de los instrumentos metodológicos y elementos técnicos que sustentan los resultados de la manifestación de impacto ambiental.</p>	<p>Para dar cumplimiento al citado artículo, se somete a evaluación ante la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales la presente Manifestación de Impacto Ambiental en su modalidad Regional. La Manifestación de Impacto Ambiental se realiza en apego a la guía establecida por SEMARNAT, la cual cuenta con la descripción del proyecto, la descripción del medio biótico y abiótico del SAR, así como la identificación y valoración de los posibles efectos hacia los factores ambientales del SAR y el AI del proyecto, considerando a su vez la propuesta de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para contrarrestar y abatir los efectos adversos. De acuerdo con la naturaleza del proyecto se aclara que no se llevarán a cabo actividades altamente riesgosas por lo cual no aplica la presentación de un estudio de riesgo. Y finalmente se concluye que la modalidad definida para la elaboración e integración de la presente Manifestación se realiza en apego al artículo 11 del Reglamento de la Ley en materia</p>



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

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

**Cuadro 13. Vinculación del proyecto con la LGDFS.**

Vinculación	Descripción
<p>Artículo 117. La Secretaría sólo podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción, previa opinión técnica de los miembros del Consejo Estatal Forestal de que se trate y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Estos estudios se deberán considerar en conjunto y no de manera aislada.</p> <p>Las autorizaciones que se emitan deberán integrar un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectadas y su adaptación al nuevo hábitat. Dichas autorizaciones deberán atender lo que, en su caso, dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, las normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales y reglamentarias aplicables.</p>	<p>Para cumplir con la vinculación con esta Ley, particularmente con el artículo, el promovente de ser necesario solicitara el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal (específicamente para este Proyecto se ha estimado la remoción de 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia).</p> <p>El ETJ presentado ante la delegación estatal de SEMARNAT contendrá la información y argumentos pertinentes para manifestar y demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.</p> <p>Cuando el ETJ es autorizado, debe integrarse un programa de rescate y reubicación de especies de la vegetación forestal afectada y su adaptación al nuevo hábitat, además, dichas autorizaciones deberán atender lo que en su caso dispongan los programas de ordenamiento ecológico correspondiente, normas oficiales mexicanas y demás disposiciones legales aplicables.</p> <p>Se presentará la solicitud de autorización para el cambio de uso de suelo en terrenos forestales por el retiro de vegetación, con esto se da cumplimiento a todos los requerimientos indicados tanto en la LGDFS como en el presente reglamento.</p>
<p>Artículo 118. Los interesados en el cambio de uso de terrenos forestales deberán acreditar que otorgaron depósito ante el Fondo, para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en los términos y condiciones que establezca el Reglamento.</p>	<p>El promovente como interesado en el CUSTF, posterior a la autorización del ETJ deberá acreditar el depósito ante el Fondo Forestal Nacional para concepto de compensación ambiental para actividades de reforestación o restauración y su mantenimiento, en términos y condiciones que establezca el reglamento.</p>

**Cuadro 14. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGDFS.**

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

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

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

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

**Cuadro 15. Vinculación del proyecto con la LGVS.**

Vinculación	Descripción
<p>Artículo 56. La Secretaría identificará a través de listas, las especies o poblaciones en riesgo, de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana correspondiente, señalando el nombre científico y, en su caso, el nombre común más utilizado de las especies; la información relativa a las poblaciones, tendencias y factores de riesgo; la justificación técnica-científica de la propuesta; y la metodología empleada para obtener la información, para lo cual se tomará en consideración, en su caso, la información presentada por el Consejo.</p>	<p>La vinculación con la presente Ley se da por el hecho de que existe la NOM-059-SEMARNAT-2010, donde se enlistan los organismos en categorías de riesgo. Esta norma es considerada al presentar el resultado de muestreo de fauna y vegetación, así como en el planteamiento de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental.</p> <p>Específicamente para el Proyecto se registró la presencia de <i>Calophyllum brasiliense</i> (Categoría de Amenazada), misma que será considerada de manera prioritaria en las acciones de rescate y reubicación de flora, así como aquellas de reforestación.</p>

**Cuadro 16. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGVS.**

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

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

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

**Cuadro 17. Vinculación del proyecto con la LGPGIR**

Descripción	Vinculación
Artículo 18.- Los residuos sólidos urbanos podrán subclasificarse en orgánicos e inorgánicos con objeto de facilitar su separación primaria y secundaria, de conformidad con los Programas Estatales y Municipales para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos, así como con los ordenamientos legales aplicables.	Se utilizará esta Ley y sus artículos como referencia para la adecuada separación de los residuos. Se contempla la generación de algunos residuos de manejo especial, aunque debe considerarse que se generaran de manera indirecta, irregular y en bajas cantidades ya que la preparación del sitio y construcción se llevara a cabo de manera paulatina. Los residuos con potencial de generación por el uso de diversos artículos por los visitantes al proyecto o por el uso de los mismos en las instalaciones para ofrecer algún servicio, serán manejados conforme a su naturaleza por un contratista debidamente registrado. Es importante mencionar que el desarrollo del proyecto no conlleva la generación de residuos peligrosos
Artículo 19.- Los residuos de manejo especial se clasifican como se indica a continuación, salvo cuando se trate de residuos considerados como peligrosos en esta Ley y en las normas oficiales mexicanas correspondientes:  (...)	
V. Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales;  (...)	
VIII. Residuos tecnológicos provenientes de las industrias de la informática, fabricantes de productos electrónicos o de vehículos automotores y otros que, al transcurrir su vida útil, por sus características, requieren de un manejo específico;  IX. Pilas que contengan litio, níquel, mercurio, cadmio, manganeso, plomo, zinc, o cualquier otro elemento que permita la generación de	

energía en las mismas, en los niveles que no sean considerados como residuos peligrosos en la norma oficial mexicana correspondiente;  X. Los neumáticos usados, y  (...)	por lo que los instrumentos de política ambiental en ese tema no se vinculan al mismo.
Artículo 95.- La regulación de la generación y manejo integral de los residuos sólidos urbanos y los residuos de manejo especial, se llevará a cabo conforme a lo que establezca la presente Ley, las disposiciones emitidas por las legislaturas de las entidades federativas y demás disposiciones aplicables.	

**Cuadro 18. Vinculación del proyecto con el reglamento de la LGPGIR**

Descripción	Vinculación
Artículo 13.- Las normas oficiales mexicanas que determinen las especificaciones y directrices que se deben considerar al formular los planes de manejo, establecerán criterios generales que, respecto de estos planes de manejo, orienten su elaboración, determinen las etapas que cubrirán y definan la estructura de manejo, jerarquía y responsabilidad compartida entre las partes involucradas.	En este caso la vinculación de este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-161-SEMARNAT-2011.
Artículo 35.- Los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente: I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley; II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas a que hace referencia el artículo 16 de la Ley, mediante: a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo. La Secretaría considerará la toxicidad crónica, aguda y ambiental que les confieran peligrosidad a dichos residuos.	La vinculación con este artículo se da de manera indirecta al tomar en cuenta las especificaciones presentadas en la NOM-052-SEMARNAT-2005.

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

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

**Cuadro 19. Vinculación del proyecto con la LGCC.**

Descripción	Vinculación
Artículo 2o. Esta ley tiene por objeto: I. Garantizar el derecho a un medio ambiente sano y establecer la concurrencia de facultades de la federación, las entidades federativas y los municipios en la elaboración y aplicación de políticas públicas para la adaptación al cambio climático y la mitigación de emisiones de gases y compuestos de efecto invernadero; II. Regular las emisiones de gases y compuestos de efecto	El presente proyecto, no provocará el decremento en la calidad de vida de la población, ecosistemas, recursos naturales, entre otros; se dará cumplimiento a todos los reglamentos federales, estatales y municipales con la finalidad de mitigar los efectos que pudieran ser

Descripción	Vinculación
invernadero para lograr la estabilización de sus concentraciones en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático considerando en su caso, lo previsto por el artículo 2o. de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático y demás disposiciones derivadas de la misma; III. Regular las acciones para la mitigación y adaptación al cambio climático; IV. Reducir la vulnerabilidad de la población y los ecosistemas del país frente a los efectos adversos del cambio climático, así como crear y fortalecer las capacidades nacionales de respuesta al fenómeno; V. Fomentar la educación, investigación, desarrollo y transferencia de tecnología e innovación y difusión en materia de adaptación y mitigación al cambio climático; VI. Establecer las bases para la concertación con la sociedad, VII. Promover la transición hacia una economía competitiva, sustentable y de bajas emisiones de carbono.	considerados peligrosos o dañinos al medio ambiente. El estudio y proyecto toma en consideración todas las medidas de mitigación y prevención que se recomiendan en la presente ley.

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

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

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

Descripción	Vinculación
Artículo 118. I. Ejecutar la explotación uso o aprovechamiento consignado en la concesión en la concesión con apego a las especificaciones que hubiere dictado “la autoridad del agua”.	En caso de que se requiera se realizará la solicitud correspondiente.
II. Realizar únicamente las obras aprobadas en la concesión o autorizadas por “la autoridad del agua”. III. Iniciar el ejercicio de los derechos consignado en la concesión a partir de la fecha aprobada conforme a las condiciones asentadas en el título respectivo y concluir las obras aprobadas dentro de los plazos previstos en la concesión.	En caso de que se requiera se realizará la solicitud correspondiente.

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

Esta norma jurídica regula la responsabilidad ambiental que nace de los daños ocasionados al ambiente, así como la reparación y compensación de dichos daños cuando sea exigible a través de los procesos judiciales federales previstos por el artículo 17 constitucional, los mecanismos alternativos de solución de controversias, los procedimientos administrativos y aquellos que correspondan a la comisión de delitos contra el ambiente y la gestión ambiental. En el cuadro siguiente se presentan aquellos artículos de dicha ley que tienen injerencia con el proyecto.



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

Descripción	Vinculación
Artículo 6.-No se considerará que existe daño al ambiente cuando los menoscabos, pérdidas, afectaciones, modificaciones o deterioros no sean adversos en virtud de: I. Haber sido expresamente manifestados por el responsable y explícitamente identificados, delimitados en su alcance, evaluados, mitigados y compensados mediante condicionantes, y autorizados por la Secretaría, previamente a la realización de la conducta que los origina, mediante la evaluación del impacto ambiental o su informe preventivo, la autorización de cambio de uso de suelo forestal o algún otro tipo de autorización análoga expedida por la Secretaría; o de que, II. No rebasen los límites previstos por las disposiciones que en su caso prevean las Leyes ambientales o las normas oficiales mexicanas. La excepción prevista por la fracción I del presente artículo no operará, cuando se incumplan los términos o condiciones de la autorización expedida por la autoridad.	La vinculación con este instrumento queda manifestada en la evaluación de impacto ambiental realizada en el capítulo V, así como con las medidas de prevención y mitigación presentadas en el capítulo VI.

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

Dicha Ley tiene por objeto regular la construcción, operación, explotación, conservación y mantenimiento de los caminos y puentes, los cuales constituyen vías generales de comunicación; así como los servicios de autotransporte federal que en ellos operan, sus servicios auxiliares y el tránsito en dichas vías. En el cuadro siguiente se presenta la relación que existe entre esta ley y el proyecto en comento.

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

Descripción	Vinculación
Para los efectos de esta Ley, se entenderá por: I. Caminos o carreteras: a) Los que entronquen con algún camino de país extranjero. b) Los que comuniquen a dos o más estados de la Federación; y c) Los que en su totalidad o en su mayor parte sean construidos por la Federación; con fondos federales o mediante concesión federal por particulares, estados o municipios. III. Derecho de vía: Franja de terreno que se requiere para la construcción, conservación, ampliación, protección y en general para el uso adecuado de una vía general de comunicación, cuya anchura y dimensiones fija la Secretaría, la cual no podrá ser inferior a 20 metros a cada lado del eje del camino. Tratándose de carreteras de dos cuerpos, se medirá a partir del eje de cada uno de ellos;	Por las características de la obra, el proyecto se encuentra dentro de los supuestos del articulado citado en este apartado, en tal virtud y considerando que el proyecto será realizado con fondos federales, se establece que dicho proyecto es de competencia de la Federación, y toda vez que se trata de una vía general de comunicación, se cita que está estrictamente vinculado a la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal.

### III.3.1.4 Normas Oficiales Mexicanas.

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

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

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

Descripción	Vinculación
NOM-059-SEMARNAT-2010, Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto identificar las especies o poblaciones de flora y fauna silvestres en riesgo en la República Mexicana, mediante la integración de las listas correspondientes.	Esta NOM se tomará en cuenta para que posterior al trabajo de campo y determinación de especies se determine si existe o no algún ejemplar bajo esta NOM, y en caso de tener registró, se debe determinar cómo se actuara en este respecto.
NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar a los residuos de manejo especial y determinar cuáles están sujetos a plan de manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo	Esta NOM se tomará en cuenta en todas las etapas de proyecto para identificar aquellos residuos que se denominen “de manejo especial” para su adecuado manejo. Cabe señalar que se estima que no se cumplan con las características rigurosas para la formulación de planes de manejo que deban presentarse ante SEMARNAT dada la naturaleza del proyecto, pero de cualquier forma la información presentada sobre los puntos para la formulación de planes de manejo será tomada en cuenta para realizar las labores de manejo de los residuos generados en las diferentes etapas de proyecto y por las diversas actividades.
NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	Esta NOM se tomará en cuenta para casos muy especiales en los que se tenga algún tipo de residuo clasificado como peligroso por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, inflamables, tóxicas, y biológico-infecciosas. Se debe recalcar que la naturaleza del proyecto no generará este tipo de residuos por sus actividades, aunque existe la posibilidad de generación en muy baja escala por lo que no deberán mezclarse con otro tipo de residuos y deberán ser manejados según su naturaleza.
NOM-001-SEMARNAT-1996 Establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los cuerpos de agua superficial.	No se realizarán descargas directas a los cuerpos de agua superficial, tanto, ríos, arroyos, embalses. Se garantizará la contratación de una empresa especializada o el uso de fosas sépticas para el tratamiento de este tipo de desechos a fin de no generar aguas residuales.
NOM-041-SEMARNAT-1999 Establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustibles.	Se exigirá a los contratistas que lleven a efecto la construcción del proyecto, el número de matrículas de sus equipos, la afinación de las mismas y que estos hayan sido verificados, para garantizar el cumplimiento de la norma.
NOM-043-SEMARNAT-1993 Que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de partículas sólidas provenientes de fuentes fijas.	Se reglamentará al contratista para que garantice la emisión de las partículas se reduzca y se cumpla con la normatividad.
NOM-044-SEMARNAT-1993. Que establece los niveles máximos permisibles de hidrocarburos, monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, partículas suspendidas totales y opacidad	Una vez iniciada la obra y mientras duran la preparación del sitio, construcción y mantenimiento del camino, se utilizarán vehículos y maquinaria pesada, los cuales utilizan gasolina y diésel,

Descripción	Vinculación
de humo proveniente del escape de motores nuevos que usan diésel como combustible y que se utilizarán para la propulsión de vehículos automotores con peso bruto vehicular de 3,857 kg.	respectivamente, produciendo gases contaminantes como resultado de la combustión interna de los motores que utilizan gasolina y partículas suspendidas en forma de humo los motores que utilizan diésel, por lo que todos los vehículos y maquinaria pesada. El mantenimiento de los vehículos y maquinaria pesada empleados en la obra será responsabilidad de la empresa constructora.
NOM-045-SEMARNAT-1996 Que 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.	
NOM-086-SEMARNAT-1994 Contaminación atmosférica especificaciones sobre protección ambiental que deben reunir los combustibles fósiles líquidos y gaseosos que se usan en fuentes fijas y móviles.	En este rubro el consumo de combustibles necesarios para el funcionamiento de equipos y maquinaria pesada, que ejecutarán las obras que contempla el proyecto, no deberán contener sustancias con características nocivas al medio natural como el plomo.
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 maquinaria empleada en la obra deberá de recibir afinación y mantenimiento periódico, con el fin de minimizar la emisión de ruido por algún elemento desajustado, esto también es económicamente recomendable porque optimiza el consumo de combustible. Además de las actividades de construcción deberán de quedar sujetas a realizarse estrictamente en un horario diurno, ya que la fauna silvestre presenta mayor actividad durante las noches.
NOM-081-SEMARNAT-1994 Establece los límites máximos permisibles de Emisiones de Ruido de las Fuentes Fijas y su Método de medición.	
NOM-001-STPS-1999 Norma que implanta condiciones de seguridad e higiene en edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo.	La seguridad del trabajador durante el desarrollo de la obra es una las principales prioridades ya que se debe de contar con las medidas preventivas de seguridad e higiene, contar con los equipos de seguridad necesarios. La seguridad de los trabajadores será responsabilidad de la SCT y de la empresa constructora del tramo carretero.
NOM-004-STPS-1999 Norma que establece los sistemas de protección y dispositivos de seguridad en la maquinaria y equipo que se utilice en los centros de trabajo.	
NOM-006-STPS-2000 Norma que se describe las condiciones y procedimientos de seguridad en el manejo y almacenamiento de materiales.	
NOM-011-STPS-1993 Relativa a las condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido.	
NOM-017-STPS-1993 Norma relativa al equipo de protección personal para los trabajadores en los centros de trabajo.	

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

#### III.3.2.1 Constitución Política para el Estado de Veracruz

La Constitución Política para el Estado de Veracruz es la ley máxima que rige la vida económica, social y política en el estado. En ella se señala como debe organizarse el estado. Dada la importancia y la jerarquía legal que posee esta Constitución en el estado, en el siguiente cuadro se presenta la relación de este instrumento legal con el desarrollo del proyecto.

**Cuadro 24. Vinculación del proyecto con la Constitución para el Estado de Veracruz**

Descripción	Vinculación
Artículo 7. Toda persona podrá ejercer el derecho de petición ante las autoridades del Estado, de los municipios, así como de los organismos autónomos, los cuales estarán obligados a dar respuesta escrita, motivada y fundada, en un plazo no mayor de cuarenta y cinco días hábiles. La ley regulará los casos en los que, ante el silencio de la autoridad administrativa, la respuesta a la petición se considere en sentido afirmativo.	El derecho de petición es aquel que tiene toda persona individual o jurídica, grupo, organización o asociación para solicitar o reclamar algo ante las autoridades competentes (normalmente a los gobiernos o entidades públicas) por razones de interés público ya sea individual, general o colectivo. En este caso, debido al desarrollo del proyecto se solicita a través del presente documento, realizar el proceso de evaluación en materia de impacto ambiental, teniendo como marco regulatorio la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente y su reglamento
Artículo 8. Los habitantes del Estado tienen derecho a vivir y crecer en un ambiente saludable, ecológicamente equilibrado y sustentable, para su bienestar y desarrollo humano. Las autoridades desarrollarán planes y programas destinados a la preservación, aprovechamiento racional y mejoramiento de los recursos naturales, de la flora y la fauna existentes en su territorio, así como para la prevención y combate a la contaminación ambiental. Asimismo, realizarán acciones de prevención, adaptación y mitigación frente a los efectos del cambio climático. Las personas serán igualmente responsables en la preservación, restauración y equilibrio del ambiente, así como en las acciones de prevención, adaptación y mitigación frente al cambio climático, disponiendo para tal efecto del ejercicio de la acción popular ante la autoridad competente, para que atienda la problemática relativa a esta materia.	El proyecto propuesto cumple con este precepto al evaluarse el presente documento, que tiene como objetivo principal demostrar que los impactos ambientales generados por el mismo sobre la flora y la fauna no son significativos, por lo que no se pondrá en riesgo la flora y fauna en el área de estudio. Por otro lado, también se proponen medidas de
Artículo 74. Corresponde a las autoridades del Estado impulsar, coordinar y orientar el desarrollo económico, para lo cual llevarán al cabo, dentro del marco de libertades que otorgan la Constitución Federal, esta Constitución y las leyes que de ellas emanen, la regulación y fomento de las distintas áreas productivas, empresariales, comerciales y de servicios en su territorio. Con la finalidad de generar fuentes de trabajo, proporcionar seguridad social, y promover el bienestar social, el Gobierno fomentará la inversión pública, privada y social, conforme a las leyes. Al desarrollo económico concurrirán, responsablemente, los sectores público, social y privado, los cuales apoyarán y alentarán	Toda la actividad económica y empleo requiere de vías de comunicaciones ágiles y acordes a cada actividad, para transportar eficientemente los insumos y productos producidos o necesarios para la población. La manifestación de impacto que se presenta cumple con este precepto, considera la observancia de la normatividad ambiental, contribuye al desarrollo económico del lugar y a la prevención de accidentes.

Descripción	Vinculación
las actividades que tiendan al desarrollo social y comunitario, y de asistencia pública y privada, con base en principios de justicia en la distribución del ingreso, equidad social e igualdad de oportunidades.	
Artículo 75. El Gobernador del Estado organizará un sistema de planeación democrática para el desarrollo integral del Estado, que aliente y proteja la actividad económica de los particulares y del sector social, en los términos de esta Constitución y las leyes. Las autoridades participarán en la regulación, definición y determinación de los derechos de propiedad, así como de la posesión, con base en los principios de interés público y beneficio social; tales acciones tendrán como finalidad primordial el desarrollo económico equitativo y productivo en el Estado.	La obra propuesta está planeada para mejorar la calidad de vida de la población. Se toma en cuenta el derecho de la propiedad. El proyecto cumple con las medidas de protección ambiental, así como la de mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la región.

### III.3.2.2 Ley número 62 de Protección Ambiental de Veracruz

Dicha Ley es de orden público e interés social. Sus disposiciones son de observancia obligatoria en el territorio del Estado y tienen por objeto, la conservación, la preservación y la restauración del equilibrio ecológico, la protección al ambiente y la procuración del desarrollo sustentable, de conformidad con las facultades que se derivan de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente y disposiciones que de ella emanen. A falta de disposición expresa, se estará a lo previsto por la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, así como la legislación administrativa, civil, reglamentos y demás disposiciones ecológicas vigentes en el Estado.

En los siguientes cuadros se presenta la afinidad del proyecto con esta Ley y sus diferentes reglamentos

**Cuadro 25. Vinculación del proyecto con la Ley 62**

Descripción	Vinculación
Artículo 39. La evaluación del impacto ambiental es el procedimiento a través del cual la Secretaría establece y la Procuraduría controla las condiciones a que se sujetará la realización de obras y actividades públicas y privadas, que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente y conservar, preservar y restaurar los ecosistemas, a fin de evitar o reducir al mínimo sus efectos negativos sobre el ambiente. Para ello, en los casos que determine el Reglamento que al efecto se expida, quienes pretendan llevar a cabo alguna de las siguientes obras o actividades requerirán previamente la autorización en materia de impacto ambiental de la Secretaría y se someterán al control de la Procuraduría:  II.- Caminos estatales y rurales;	El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.



Descripción	Vinculación
<p>Artículo 40. La manifestación de impacto ambiental deberá contener como mínimo la siguiente información:</p> <p>I.- Datos generales de quien pretenda llevar a cabo la obra o actividad.</p> <p>II.- Descripción, naturaleza y ubicación de la obra o actividad proyectada.</p> <p>III.- Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del área donde se pretenda desarrollar la obra o actividad.</p> <p>IV.- La identificación, descripción y evaluación de los impactos ambientales que ocasionaría la ejecución del proyecto o actividad en sus distintas etapas.</p> <p>V.- Medidas de prevención y mitigación para los impactos ambientales identificados en cada una de las etapas. La autoridad podrá requerir a los interesados la presentación de información complementaria.</p>	<p>El proyecto cumple con este artículo al elaborar y presentar ante la autoridad competente la manifestación de impacto ambiental, con ello se identifican los impactos ocasionados por el proyecto y se establecen las medidas propias de prevención y mitigación correspondientes, de acuerdo con los instrumentos jurídicos vigentes aplicables. Con esto el promovente del proyecto, asume los compromisos de proteger el medio ambiente y favorecer el desarrollo sustentable.</p>
<p>Artículo 41. Para efectos del artículo 39 de esta Ley, los interesados deberán presentar a la Secretaría una manifestación de impacto ambiental, que en su caso deberá ir acompañada de un estudio de riesgo de la obra o actividad y de sus modificaciones, consistente en las medidas técnicas preventivas y correctivas para mitigar los efectos adversos al equilibrio ecológico durante su ejecución, operación normal y en caso de accidente.</p>	<p>El proyecto cumple con lo descrito en este precepto a través del presente documento, donde se evalúan los impactos ambientales derivados del proyecto.</p>
<p>Artículo 42. La manifestación de impacto ambiental se presentará conforme a los instructivos que expida la Secretaría y el Reglamento que al efecto se expida</p>	<p>En caso de que el proyecto sea de competencia estatal, el estudio de impacto ambiental tendrá la estructura solicitada por la presente ley y su reglamento.</p>
<p>Artículo 47. La Secretaría requerirá que las manifestaciones de impacto ambiental, presentadas para su evaluación, sean elaboradas por equipos, conformados por profesionales debidamente acreditados, de por lo menos tres disciplinas.</p>	<p>La elaboración del presente estudio ha sido realizada por un equipo multidisciplinario conformado por Biólogos, Ingenieros Forestales, Geógrafos e Ingenieros Civiles, lo cuales presentan amplia experiencia en el área de evaluación de impacto ambiental de proyectos de infraestructura vial.</p>
<p>Artículo 48. Las personas que presten servicios de impacto ambiental serán responsables ante la Secretaría de los informes, manifestaciones de impacto ambiental y estudios de riesgo que elaboren, quienes declararán, bajo protesta de decir verdad, que en ellos se incorporan las mejores técnicas y metodologías existentes, así como la información y medidas de prevención y mitigación más efectivas. Asimismo, los informes, las manifestaciones de impacto ambiental y los estudios de riesgo podrán ser presentados por los interesados, instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales, en este caso la responsabilidad respecto del contenido del documento corresponderá a quien lo suscriba.</p>	<p>El presente estudio está respaldado por una amplia compilación bibliográfica de fuentes institucionales como INEGI, CONABIO, SEMARNAT, etc. además de presentar datos provenientes de la fase de campo. Por lo tanto, la información aquí vertida representa fielmente la realidad del área de estudio.</p>

**Cuadro 26. Vinculación del proyecto con el reglamento en materia de impacto ambiental de la Ley número 62**

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 5. Deberán contar en materia de impacto ambiental, con autorización de la Coordinación, las obras y actividades enlistadas en el artículo 39 de la Ley,</p>	<p>El proyecto cumple con lo señalado en este artículo al desarrollar y presentar la Manifestación de Impacto Ambiental correspondiente. De igual forma, en esta MIA, se proponen las medidas conducentes para cumplir con lo establecido en las diversas disposiciones jurídicas aplicables, asumiendo el compromiso de atender su cumplimiento en todas y cada una de las etapas de desarrollo del proyecto.</p>
<p>Artículo 10. El promovente por medio de un prestador de servicios, antes de la realización de la obra o actividad proyectada presentará ante la Coordinación:</p> <p>I. Solicitud escrita dirigida al titular de la Coordinación para la evaluación de la manifestación de impacto ambiental;</p> <p>II. Manifestación de impacto ambiental, acompañada de estudio de riesgo y/o sistema de tratamiento de aguas residuales según sea el caso. La elaboración de estos estudios será con base en los instructivos expedidos por la Coordinación, y</p> <p>III. Recibo de pago de derechos por evaluación ante la Oficina de Hacienda del Estado de acuerdo con lo establecido en el Código Financiero para el Estado.</p>	<p>A través del presente se cumple con lo señalado en este artículo, el cual, en caso de ser necesario se apegará a la estructura y requisitos señalados en la presente ley y su reglamento.</p>
<p>Artículo 13. Integrado el expediente, el promovente publicará durante 2 días un extracto del estudio en los dos periódicos de mayor circulación en la región donde se llevará a cabo la obra o actividad. Una vez publicado, enviará a la Coordinación un juego de los ejemplares de las páginas periodísticas donde salieron impresos los extractos. La información que contenga el extracto será de acuerdo con el formato que la Coordinación expida.</p>	<p>El promovente en caso de ser requerido publicará un extracto del estudio, presentando información de mayor relevancia en el formato que la coordinación expida.</p>
<p>Artículo 14. En los casos en que los estudios presentados muestren insuficiencias que impidan su evaluación, la Coordinación podrá requerir por única vez al promovente la presentación de información complementaria, aclaraciones, rectificaciones o ampliación de la misma.</p> <p>La información complementaria sólo se aceptará cuando sea presentada en tiempo y forma de acuerdo con lo señalado en el requerimiento correspondiente. En ningún caso se aceptará información incompleta. De no presentarse la información en el tiempo y la forma solicitadas, el trámite se tendrá por abandonado y concluido.</p>	<p>En caso de ser solicitado, el promovente presentará la información solicitada por la Coordinación, en los tiempos y forma que esta establezca.</p>
<p>Artículo 26. En la evaluación de la manifestación de impacto ambiental de obras o actividades que pretendan desarrollarse en áreas naturales protegidas de carácter estatal, o cedidas por la Federación, se considerará además de lo indicado en el artículo anterior, lo siguiente:</p> <p>I. Las normas del Sistema Estatal de Áreas Naturales Protegidas;</p> <p>II. Las normas generales de manejo para áreas naturales protegidas;</p> <p>III. El programa de manejo;</p> <p>IV. Lo establecido en la declaratoria de su creación, y</p> <p>V. Las normas oficiales ambientales.</p>	<p>La ubicación del proyecto no coincide con ninguna área natural protegida de carácter estatal, por lo que no será necesaria la presentación de la información señalada en este artículo.</p>

### III.3.2.3 Ley Estatal de Mitigación y Adaptación ante los Efectos del Cambio Climático de Veracruz

La Ley de Cambio Climático para el Estado de Veracruz y sus Municipios fue publicada en el Periódico Oficial del Estado el 2 de julio de 2013. Dicha ley es de orden público e interés social y tiene como uno de sus principales objetivos y tienen por objeto establecer la concurrencia del Estado y de los Municipios en la formulación e instrumentación de las políticas públicas para la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos adversos, para proteger a la población y coadyuvar al desarrollo sustentable. En el cuadro siguiente se enlistan aquellos aspectos que están relacionados con la naturaleza del proyecto, así como la vinculación del proyecto con estos.

**Cuadro 27. Vinculación del proyecto con la Ley Estatal de Cambio Climático.**

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 26. Para enfrentar los retos de la adaptación, se observarán los siguientes criterios:</p> <p>I. Corregir o aminorar los desequilibrios generados por el cambio climático, que deterioren la calidad de vida de la población o que tengan un impacto negativo en el desarrollo de los ecosistemas;</p> <p>II. Considerar los escenarios actuales y futuros de cambio climático en la planeación territorial, evitando los impactos negativos en la calidad de vida de la población, la infraestructura, las diferentes actividades productivas y de servicios, los asentamientos humanos y los recursos naturales; y</p> <p>III. Establecer y considerar umbrales de riesgo aceptable, derivados de la variabilidad climática actual y esperada, en los instrumentos de planeación territorial, para garantizar la seguridad alimentaria, la protección civil, la conservación de la biodiversidad y la productividad.</p>	<p>En el capítulo VI del presente documento se proponen una serie de medidas para prevenir, mitigar y compensar los impactos ambientales negativos derivados de la modernización del camino. En primera instancia previo al inicio de actividades se realizará el rescate y reubicación de flora y fauna. Durante la operación del proyecto se pondrá en marcha el programa de manejo de residuos, mientras que como medida de compensación ambiental se reforestarán las áreas cercanas al proyecto.</p>
<p>Artículo 27. Los criterios para la adaptación al cambio climático se considerarán en:</p> <p>XV. El otorgamiento de licencias y permisos en materia de evaluación de impacto ambiental, aprovechamiento de recursos naturales, así como autorizaciones en materia de cambio de uso del suelo.</p>	<p>En el presente documento se realizó la evaluación de impactos ambientales considerando diferentes escenarios a futuro, además de la sinergia y acumulación de efectos.</p>

### III.3.2.4 Ley número 555 de Desarrollo Forestal Sustentable para el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

Esta Ley fue Ley publicada en el Periódico Oficial del Estado de Veracruz, el 14 de julio de 2006. El objeto de la presente Ley es regular y fomentar las acciones de conservación, protección, restauración, producción, ordenación, cultivo, manejo y aprovechamiento que se realicen sobre los ecosistemas forestales, los servicios ambientales que estos ofrecen, las cuencas hidrológico forestales y los recursos forestales maderables, independientemente del sitio en que se ubiquen estos últimos, para propiciar el desarrollo forestal sustentable de la Entidad; así como determinar las atribuciones que corresponden al Ejecutivo del Estado y a las autoridades de los Municipios responsables de su aplicación.

**Cuadro 28. Vinculación del proyecto con la Ley número 555**

Descripción	Vinculación
Artículo 17. Se crean el Consejo Estatal Forestal y los Consejos Forestales de Zona como instancias de coordinación, concertación, consulta, asesoría y opinión, con el objeto de formular y ejecutar programas y acciones para la mejor administración de los ecosistemas forestales y sus recursos, así como de los servicios ambientales.  Artículo 19. Sin perjuicio de lo que señalen otras disposiciones, estos Consejos tendrán las siguientes atribuciones: f) Las solicitudes de cambio por excepción de uso de suelo forestal; y	El promovente de ser necesario solicitará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal. El ETJ presentado ante la delegación estatal de SEMARNAT deberá contener la información y argumentos pertinentes para manifestar y demostrar que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo.
Artículo 86. Son infracciones a lo establecido en esta ley: I. Realizar en terrenos diversos a los forestales o preferentemente forestales actividades de derribo, poda o aprovechamiento, en contravención de esta ley, su reglamento o de las Normas Oficiales Mexicanas aplicables;  VII. Cambiar la utilización de los terrenos forestales, sin contar con la autorización correspondiente;	El promovente, en caso de ser necesario solicitará el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF) mediante un Estudio Técnico Justificativo (ETJ) en las áreas que tengan vegetación forestal. El ETJ presentado ante la delegación estatal de SEMARNAT se realizará en apego a los solicitado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su reglamento.

### III.3.2.5 Ley número 847 de prevención y gestión integral de residuos sólidos urbanos y de manejo especial para el estado de Veracruz de Ignacio de la Llave.

Esta Ley fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Veracruz, el 28 de junio de 2004. Su objetivo es regular la prevención de la generación y la gestión integral de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial que no sean considerados como peligrosos por la legislación federal de la materia.

#### **Cuadro 29. Vinculación del proyecto con la Ley para la gestión de residuos de Veracruz.**

Descripción	Vinculación
<p>Artículo 20. Los generadores de residuos sólidos urbanos y de manejo especial y quienes brinden servicios que involucren este tipo de residuos están obligados a:</p> <p>I. Procurar la reducción en el consumo de productos que eventualmente generen residuos sólidos urbanos y de manejo especial;</p> <p>II. Informarse y aplicar las diversas posibilidades en cuanto a reutilización, reciclado y biodegradación de los residuos generados;</p> <p>III. Informarse y aplicar las medidas y prácticas de manejo que les ayuden a prevenir o reducir riesgos a la salud, el ambiente o los bienes al desechar residuos;</p> <p>IV. Realizar o destinar los residuos a actividades de separación, reutilización, reciclado o composta, con el fin de reducir la cantidad de residuos generados;</p> <p>V. Entregar a los servicios de limpia, en los días y horas señalados, los residuos que no sean sometidos a reutilización, reciclado o composta; VI. Contar con un espacio destinado exclusivamente al acopio y almacenamiento de residuos sólidos urbanos, en condiciones seguras y ambientalmente adecuadas, cuando se trate de unidades habitacionales y de otros macrogeneradores de los mismos; VII. Usar, cuando realicen campañas publicitarias en las vías públicas, preferentemente materiales reciclables y hacerse cargo de ellos cuando se desprendan de los lugares en los que fueron colocados, para lo que deberán establecer y presentar un plan de acopio y envío a empresas de reciclado.</p> <p>Las mismas obligaciones corresponderán a los partidos políticos en sus campañas con fines publicitarios y de divulgación, sin perjuicio de lo que al respecto señala la legislación en materia electoral; VIII. Instalar depósitos separados de residuos, según su tipo, y asear inmediatamente el lugar, en los casos de los propietarios o encargados de expendios, bodegas, comercios, industrias o cualquier otro tipo de establecimiento que, con motivo de la carga o descarga de la venta o consumo inmediato de sus productos, contaminen la vía pública;</p> <p>IX. Participar en eventos educativos sobre residuos de conformidad con el Título Quinto de esta Ley; y</p> <p>X. Cumplir con lo establecido en la normatividad federal, estatal y municipales en materia de residuos.</p>	<p>Debido al desarrollo del proyecto se generarán los siguientes tipos residuos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Residuos domésticos</li> <li>- Residuos orgánicos</li> <li>-Residuos de manejo especial</li> </ul> <p>Por lo que, en el presente estudio se anexa el programa de manejo para dichos residuos, el cual fue elaborado de conformidad con la Ley general para la prevención y gestión integral de residuos.</p>



Descripción	Vinculación
<p>Artículo 21. Los generadores de residuos de manejo especial están obligados además a:</p> <p>I. Obtener el registro de la autoridad ambiental respectiva;</p> <p>II. Identificar, clasificar y segregar los residuos;</p> <p>III. Presentar un informe bial y elaborar una bitácora que se conservará y mantendrá a la disposición de las autoridades competentes, en los que se asienten los datos acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos, según corresponda al tipo de generador; IV. Establecer programas para prevenir, minimizar y evitar la generación de residuos;</p> <p>V. Almacenar temporalmente los residuos dentro de sus instalaciones, de acuerdo con las medidas de seguridad que correspondan, según sus características y los tiempos que establezcan los ordenamientos jurídicos correspondientes. En cualquier caso, deberá prevenirse la generación de lixiviados y su infiltración en los suelos, así como el arrastre por el agua de lluvia o por el viento de tales residuos, y disponer de los medios para contener fugas, derrames o incendios;</p> <p>VI. Prevenir la contaminación de suelos y al cierre o suspensión de operaciones dejar los suelos libres de todo tipo de residuos y niveles de contaminación; VII. Evitar el envío a disposición final, en celdas de confinamiento o en rellenos sanitarios, de residuos potencialmente reciclables, cuando su reciclado sea técnica y económicamente factible o se cuente con planes de manejo específicos para ellos; y</p> <p>VIII. Utilizar solamente empresas registradas o autorizadas por las autoridades competentes, según corresponda, para el manejo de sus residuos.</p>	<p>Como se mencionó anteriormente, debido al desarrollo del proyecto se generarán residuos orgánicos, domésticos y de manejo especial, por lo que en el presente estudio se anexa el programa de manejo de residuos, en el que se consideran las acciones listadas en precepto que se analiza.</p>
<p>Artículo 29. En relación con la generación, manejo y disposición final de residuos sólidos urbanos y de manejo especial, se prohíbe:</p> <p>I. Verter residuos en las vías o lugares públicos, lotes baldíos, barrancas, cañadas, redes de drenaje, cableado eléctrico o telefónico, instalaciones de gas, cuerpos de agua, cavidades subterráneas, áreas naturales protegidas o áreas privadas de conservación, así como en todo lugar no autorizado para tales fines;</p> <p>II. Incinerar residuos a cielo abierto, utilizarlos en calderas u otros equipos de combustión o dar tratamiento a residuos de manejo especial sin la autorización correspondiente;</p> <p>III. Tratar o disponer finalmente de residuos en áreas de seguridad aeroportuaria u otras áreas no destinadas para dichos fines;</p> <p>IV. Instalar tiraderos a cielo abierto; y V. Obtener residuos de otros Estados con el objetivo de disponer finalmente de ellos, siempre y cuando no provengan de regiones colindantes con el Estado, de conformidad con lo establecido por el artículo 9 de esta Ley</p>	<p>Aunado a la aplicación del programa de manejo de residuos durante el proyecto, el promovente se compromete a respetar las prohibiciones establecidas en el precepto analizado.</p>
<p>Artículo 34. Tratándose de residuos de manejo especial, las condiciones que se aplicarán para su manejo y gestión integral se establecerán en los planes de manejo correspondientes, sujetos a la aprobación de la Secretaría y de los Ayuntamientos correspondientes.</p>	<p>En el presente estudio se presenta el programa de manejo para los residuos que se generarán con el desarrollo del proyecto. En dicho documento se describen los lineamientos a seguir para la disposición de residuos, en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que establezca el municipio.</p>

Descripción	Vinculación
Artículo 51. Serán responsables de la formulación e instrumentación de los planes de manejo, según corresponda: I. Los productores y distribuidores de los productos que, al desecharse, se convierten en residuos sólidos urbanos o de manejo especial, que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo; II. Los generadores de residuos de manejo especial que se incluyan en los listados de residuos sujetos a planes de manejo; y III. La Secretaría o los Ayuntamientos, de acuerdo con sus respectivas competencias.	
Artículo 52. Los planes de manejo deberán considerar, entre otros, los aspectos siguientes: I. Delimitación clara y específica de los residuos que forman parte del plan de manejo y serán manejados conforme a dicho plan; II. Procedimientos ambientalmente adecuados de acopio, almacenamiento y transporte de los productos y residuos de un mismo tipo o compuestos de los mismos materiales, para su envío a reciclado, remanufactura, tratamiento o disposición final, de conformidad con las disposiciones de esta Ley y otros ordenamientos que de ella deriven o que resulten aplicables; III. Estrategias y medios a través de los cuales se comunicará a los consumidores de productos, que al desecharse se someten a los planes de manejo, las acciones que deben realizar para devolverlos a los proveedores, a los centros de acopio destinados para tal fin o a los servicios de limpia, según corresponda; IV. Instrumentos económicos que, en su caso, se aplicarán para sustentar los planes, ya sean instrumentos fiscales, financieros o de mercado, incluyendo los relativos a esquemas de depósito-reembolso; V. Listado de las partes que intervengan en su formulación e instrumentación; y VI. Obligaciones y facultades de cada uno de los integrantes del plan de manejo.	En el presente estudio se presenta el programa de manejo para los residuos que se generarán con el desarrollo del proyecto. En dicho documento se describen los lineamientos a seguir para la disposición de residuos, en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que establezca el municipio.

### III.3.2.6 Ley de vida silvestre del estado de Veracruz de Ignacio de la Llave

Esta Ley fue publicada en el Periódico Oficial del Estado de Veracruz, el 12 de noviembre del 2009. Su objetivo es regular el ejercicio de las atribuciones que, en materia de conservación y aprovechamiento de la vida silvestre y su hábitat, le corresponden al Estado y sus municipios, en cumplimiento a lo señalado por el artículo 10 de la Ley General de Vida Silvestre.

**Cuadro 30. Vinculación del proyecto con la Ley de vida silvestre del estado de Veracruz**

Descripción	Vinculación
Artículo 38.- La conservación de la vida silvestre fuera de su hábitat natural se llevará a cabo de acuerdo con las disposiciones de la Ley General, la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, la Ley Estatal de Protección Ambiental, de esta Ley y de los ordenamientos que de ellas se deriven, así como con arreglo a los planes de manejo aprobados.	Dentro del análisis jurídico del presente estudio se consideró la <i>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.</i>
Artículo 61.- Las personas que trasladen ejemplares vivos de especies silvestres, contarán con la autorización correspondiente otorgada por la Coordinación, de conformidad con el convenio signado con la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Asimismo, deberán dar cumplimiento a las Normas Oficiales Mexicanas correspondientes, y a la Ley General.	En el programa de rescate y reubicación de fauna se describen las técnicas apropiadas para la captura, transporte y liberación de ejemplares, en las cuales se considera el trato digno y respetuoso de la fauna.

### **III.4 Análisis integral de la vinculación jurídica y normativa del proyecto.**

En el análisis jurídico realizado para el proyecto con base en los instrumentos de planeación, de desarrollo urbano y ordenamiento ecológico del territorio, así como las políticas ambientales y criterios de regulación ecológica y otros ordenamientos legales, se pudo constatar que el área que comprende el tramo a modernizar no coincide con ninguna área natural protegida federal, estatal o municipal.

De acuerdo con los lineamientos establecidos en el decreto, el proyecto que nos ocupa cumple cabalmente con los mismos, y no se identifica alguna acción o actividad derivada del proceso constructivo del proyecto que contravengan las prohibiciones descritas, toda vez que se trata de la modernización de un camino existente y que contará con las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental suficientes para abatir cualquier certidumbre de afectación de acuerdo a los lineamientos enlistados.

Después de la revisión de los instrumentos legales existentes se puede apreciar que, si bien existen disposiciones para la prevención de la contaminación del suelo, atmosférica, flora y fauna se aplicarán medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental para la disminución de impactos adversos a estos elementos. No existe ningún impedimento de carácter legal para la modernización del camino que se pueda apreciar en este análisis. Por otro lado, el proyecto se efectuará cumpliendo todos los ordenamientos jurídicos federales aplicables al mismo.

Considerando lo anterior se concluye que, existen concordancia y congruencia del proyecto con respecto a los instrumentos jurídicos aplicables, esto debido a la naturaleza del mismo y a las medidas de mitigación, prevención y compensación ambiental propuestas en el presente estudio que garanticen.



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



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



---

## CONTENIDO

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL (SAR) Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN .....	1
IV.1 Delimitación del Área de Influencia (AI).....	1
IV.1.1 Rango de afectación una infraestructura lineal .....	1
IV.1.2 Generación de áreas de influencia geográfica .....	2
IV.1.3 Metodología.....	2
IV.1.4 Resultados .....	4
IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional .....	4
IV.2.1 Metodología.....	5
IV.2.2 Delimitación analítica y gráfica .....	6
IV.2.3 Resultado .....	11
IV.3 Medio abiótico.....	22
IV.3.1 Clima .....	22
IV.3.2 Precipitación .....	24
IV.3.3 Temperatura .....	25
IV.3.4 Fenómenos meteorológicos.....	26
IV.3.5 Fisiografía.....	29
IV.3.6 Geología y geomorfología .....	32
IV.3.7 Susceptibilidad .....	34
IV.3.8 Edafología .....	37
IV.3.9 Hidrología superficial y subterránea.....	42
IV.4 Medio biótico.....	46
IV.4.1 Flora y vegetación en el SAR .....	46
IV.4.2 Fauna .....	108
IV.5 Medio socioeconómico.....	138
IV.5.1 Demografía.....	138
IV.5.2 Vivienda .....	138
IV.5.3 Salud.....	138
IV.5.4 Educación.....	139
IV.5.5 Desarrollo social .....	139
IV.5.6 Situación económica .....	139
IV.5.7 Población indígena .....	139



IV.6 Paisaje.....	140
IV.6.1 Metodología del diagnóstico del paisaje visual .....	141
IV.7 Diagnóstico ambiental.....	148
IV.7.1 Inventario ambiental .....	148
IV.7.2 Valoración de los componentes.....	149
IV.7.3 Conclusión.....	158

## CUADROS

Cuadro 1. Distancia a las áreas de interés.....	3
Cuadro 2. Vértices del SAR .....	12
Cuadro 3. Climas en el SAR .....	22
Cuadro 4. Datos de las estaciones meteorológicas consultadas.....	24
Cuadro 5. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana .....	24
Cuadro 6. Geología en SAR, AI y DDV .....	33
Cuadro 7. Unidades de suelo presentes en el SAR, AI y DDV .....	37
Cuadro 8. Tipo y grado de degradación del suelo en el SAR, AI y DDV .....	41
Cuadro 9. Región Hidrológica en SAR, AI y DDV .....	42
Cuadro 10. Corrientes presentes en el área de proyecto .....	44
Cuadro 11. Disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero Sierra de los Tuxtlas ...	45
Cuadro 12. Disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero Soteapan-Hueyapan. ..	46
Cuadro 13. Usos del suelo y vegetación en el SAR. ....	47
Cuadro 14. Características geométricas de la superestructura .....	49
Cuadro 15. Superficie del Derecho de Vía .....	49
Cuadro 16. Coordenadas del proyecto .....	50
Cuadro 17. Características particulares del camino existente.....	51
Cuadro 18. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de cerros del Proyecto .	51
Cuadro 19. Dimensiones del proyecto .....	51
Cuadro 20. Desglose de superficies del Derecho de Vía del Proyecto.....	52
Cuadro 21. Desglose de superficies de la Línea de Cerros del Proyecto .....	52
Cuadro 22. Desglose de superficies de la Línea de Cerros del Proyecto con relación al camino existente .....	52
Cuadro 23. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI .....	53
Cuadro 24. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de cerros del Proyecto, según INEGI .....	53
Cuadro 25. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo.....	56
Cuadro 26. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto .....	58
Cuadro 27. Polígonos de CUSTF para el proyecto .....	58
Cuadro 28. Coordenadas de la superficie de CUSTF .....	59
Cuadro 29. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación. ....	61

---

Cuadro 30. Coordenadas de los sitios de muestreo en el SAR.....	64
Cuadro 31. Listado florístico de la SAP en SAR.....	69
Cuadro 32. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la SAP en el SAR .....	71
Cuadro 33. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la SAP en el SAR .....	72
Cuadro 34. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la SAP en el SAR.....	75
Cuadro 35. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la SAP en el SAR .....	76
Cuadro 36. Resumen de diversidad de la SAP en el SAR .....	77
Cuadro 37. Listado florístico de la SAP en el AI.....	79
Cuadro 38. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la SAP en el AI .....	81
Cuadro 39. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la SAP en el AI .....	83
Cuadro 40. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la SAP en el AI.....	85
Cuadro 41. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la SAP en el AP .....	86
Cuadro 42. Resumen de diversidad de la SAP en el AI .....	87
Cuadro 43. Listado florístico de la SAP en el AP .....	89
Cuadro 44. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la SAP en el AP.....	90
Cuadro 45. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la SAP en el AP.....	92
Cuadro 46. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la SAP en el AP .....	93
Cuadro 47. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la SAP en el AP .....	94
Cuadro 48. Resumen de diversidad de la SAP en el AP .....	94
Cuadro 49. Estimación de individuos a remover .....	97
Cuadro 50. Comparación de flora en el estrato arbóreo.....	98
Cuadro 51. Comparación de flora en el estrato arbustivo .....	102
Cuadro 52. Comparación de flora en el estrato herbáceo .....	105
Cuadro 53. Comparación de flora en el grupo de epífitas .....	107
Cuadro 54. Referencias para la metodología y muestreo de fauna.....	109
Cuadro 55. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre.....	113
Cuadro 56. Resumen de riqueza por grupo faunístico en el SAR y AI .....	115
Cuadro 57. Listado de Avifauna observadas en el SAR y AI.....	116
Cuadro 58. Listado de Herpetofauna observadas en el SAR y AI .....	116
Cuadro 59. Listado de Mastofauna observadas en el SAR y AI .....	116
Cuadro 60. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Avifauna en el SAR y AI .....	118
Cuadro 61. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Herpetofauna en el SAR y AI.....	119
Cuadro 62. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Mastofauna en el SAR y AI.....	120
Cuadro 63. Resumen de riqueza por grupo faunístico en el AP.....	121
Cuadro 64. Listado de Avifauna observadas en el AP .....	122
Cuadro 65. Listado de Herpetofauna observadas en el AP.....	122
Cuadro 66. Listado de Mastofauna observadas en el AP.....	122
Cuadro 67. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Avifauna en el AP .....	124
Cuadro 68. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Herpetofauna en el AP.....	125

---

Cuadro 69. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Mastofauna en el AP.....	126
Cuadro 70. Especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registro en SAR y AP.....	128
Cuadro 71. Ficha informativa de <i>Micrastur ruficollis</i> .....	128
Cuadro 72. Ficha informativa de <i>Psarocolius montezuma</i> .....	130
Cuadro 73. Riqueza y abundancia de las especies de fauna.....	132
Cuadro 74. Comparación de especies de la avifauna .....	133
Cuadro 75. Comparación de especies de herpetofauna .....	134
Cuadro 76. Comparación de especies de mastofauna.....	135
Cuadro 77. Grado de afectación en la biodiversidad de fauna por grupo .....	136
Cuadro 78. Grado de afectación a la biodiversidad de fauna en función del porcentaje de especies no registradas.....	137
Cuadro 79. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto .....	142
Cuadro 80. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto.....	144
Cuadro 81. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje.....	145
Cuadro 82. Componentes ambientales susceptibles para impactar .....	148
Cuadro 83. Rangos de calidad de los componentes .....	149
Cuadro 84. Valoración de los componentes ambientales.....	150
Cuadro 85. Unidades de importancia.....	155
Cuadro 86. Unidades de importancia.....	156
Cuadro 87. Valoración de la calidad por componente .....	157
Cuadro 88. Rangos de calidad.....	157
Cuadro 89. Calidad de cada componente .....	158

## FIGURAS

Figura 1. Visualización del área de influencia (AI).....	3
Figura 2. Georreferenciación del proyecto en un ambiente SIG.....	6
Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al AP y AI .....	7
Figura 4. POER Cuenca de Río Coatzacoalcos con respecto al AP y AI .....	8
Figura 5. Sitios de importancia ecológica más cercanos al AP y AI .....	9
Figura 6. Fisiografía y topografía .....	9
Figura 7. Región Hidrológica.....	10
Figura 8. Subcuenca Hidrológica .....	10
Figura 9. Microcuenca Hidrológica.....	11
Figura 10. Delimitación definitiva del Sistema Ambiental Regional (SAR).....	12
Figura 11. Tipos de Climas presentes en el SAR, AI y DDV .....	23
Figura 12. Precipitación en el SAR, AI y DDV.....	25
Figura 13. Comportamiento de las normales de temperaturas mínimas, medias y máximas a lo largo del año en el SAR .....	25
Figura 14. Riesgo por bajas temperaturas en el SAR, AI y DDV.....	26
Figura 15. Riesgo por ciclones tropicales en el SAR, AI y DDV .....	27

Figura 16. Riesgo por sequías en el SAR, AI y DDV .....	28
Figura 17. Riesgo por inundaciones en el SAR, AI y DDV .....	29
Figura 18. Fisiografía en el SAR, AI y DDV.....	30
Figura 19. Subprovincias presentes en el SAR, AI y DDV. ....	31
Figura 20. Sistema de topofomas en el SAR, AI y DDV .....	32
Figura 21. Geología en el SAR, AI y DDV.....	32
Figura 22. Regionalización sísmica en el SAR, AI y AP .....	35
Figura 23. Zonas potenciales a deslizamiento en el SAR, AI y DDV .....	37
Figura 24. Unidades de suelo presentes en el SAR, AI y DDV .....	38
Figura 25. Degradación del suelo en el SAR, AI y DDV .....	41
Figura 26. División hidrológica en el SAR, AI y DDV.....	43
Figura 27. Corrientes y escurrimientos que atraviesan el proyecto .....	44
Figura 28. Acuíferos en el SAR, AI y DDV. ....	45
Figura 29. Usos del suelo y vegetación en el SAR, AI y AP .....	48
Figura 30. Superficie del Predio (derecho de vía del proyecto). ....	50
Figura 31. Uso de suelo y vegetación según INEGI.....	54
Figura 32. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo .....	56
Figura 33. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo.....	57
Figura 34. Superficie sujeta CUSTF.....	58
Figura 35. Diagrama de muestreo de vegetación.....	60
Figura 36. Condiciones de la Selva Alta Perennifolia en AP .....	63
Figura 37. Ubicación espacial de los sitios de muestreo .....	64
Figura 38. Ubicación espacial de los sitios de muestreo (Acercamiento) .....	65
Figura 39. Composición florística de la Selva Alta Perennifolia en el SAR .....	68
Figura 40. Aspecto general de la Selva Alta Perennifolia en el SAR .....	69
Figura 41. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la SAP en el SAR .....	72
Figura 42. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la SAP en el SAR .....	74
Figura 43. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la SAP en el SAR.....	75
Figura 44. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la SAP en el SAR.....	76
Figura 45. Composición florística de la Selva Alta Perennifolia en el AI .....	78
Figura 46. Aspecto general del SAP en el AI .....	79
Figura 47. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la SAP en el AI. ....	82
Figura 48. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la SAP en el AI .....	84
Figura 49. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la SAP en el AI.....	85
Figura 50. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la SAP en el AI.....	86
Figura 51. Composición florística de la Selva Alta Perennifolia en el AP.....	87
Figura 52. Aspecto general del SAP en el AP.....	88
Figura 53. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la SAP en el AP.....	91
Figura 54. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la SAP en el AP.....	92
Figura 55. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la SAP en el AP .....	93
Figura 56. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la SAP en el AP .....	94
Figura 57. Distribución de <i>Calophyllum brasilense</i> en México (Fuente:Enciclovida, CONABIO)	95
Figura 58. Distribución de <i>Chamaedora oblongata</i> en México (Fuente:Enciclovida, CONABIO)	96

---

Figura 59. Distribución y ocurrencias de Cnidoscopus multilobus en México (Fuente: Enciclovida, CONABIO).....	100
Figura 60. Distribución y ocurrencias de Genipa americana en México (Fuente: Enciclovida, CONABIO).....	101
Figura 61. Distribución y ocurrencias de Alpinia purpurata en México (Fuente: Enciclovida, CONABIO).....	104
Figura 62. Distribución y ocurrencias de Picramnia antidesma en México (Fuente: Enciclovida, CONABIO).....	104
Figura 63. Distribución de Chamaedora oblongata en México (Fuente: Enciclovida, CONABIO). .....	112
Figura 64. Transectos de muestreo de Fauna en SAR, AI y AP.....	114
Figura 65. Abundancia de Avifauna en el SAR y AI .....	117
Figura 66. Abundancia de Herpetofauna en el SAR y AI.....	119
Figura 67. Abundancia de Mastofauna en el SAR y AI.....	120
Figura 68. Abundancia de Avifauna en el AP .....	123
Figura 69. Abundancia de Herpetofauna en el AP .....	125
Figura 70. Abundancia de Mastofauna en el AP .....	126
Figura 71. Población por rangos de edad (Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010. .....	138
Figura 72. Metodología de evaluación de calidad del paisaje .....	141
Figura 73. Paisaje en el área de proyecto. a) Vegetación en el área del proyecto b) Terrenos ganaderos en las inmediaciones del proyecto c) Áreas desprovistas de vegetación y d) Vista general del paisaje.....	146



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

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

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

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

Según la Guía para la elaboración de la manifestación del impacto ambiental regional, el área de influencia es el espacio físico asociado al alcance máximo de los impactos directos e indirectos ocasionados por el proyecto en el sistema ambiental o región, y que alterará algún elemento ambiental, y precisamente ahí radica la importancia de la adecuada delimitación del Área de Influencia (AI). Por ello, es necesario señalar lo siguiente:

#### **IV.1.1 Rango de afectación una infraestructura lineal**

- El rango de afectación de una infraestructura lineal depende de variables tanto ambientales como del diseño de la infraestructura, así como de aspectos socioeconómicos del entorno.
- Típicamente los efectos de una infraestructura lineal sobre la ecología de un sistema ambiental se extienden varias veces la amplitud del proyecto y abarca un asimétrico polígono que refleja una serie de variables ecológicas con distancias diferentes desde cada punto de la infraestructura debido a la pendiente, dirección del viento, tipo de suelo, presencia humana y calidad ambiental, entre otras variables.
- Por otro lado, todo fenómeno geográfico tiene un impacto sobre el territorio; en numerosas ocasiones el investigador debe mostrar esta influencia espacial generando en torno al objeto una serie de coronas, corredores o áreas próximas, por ejemplo, para mostrar el impacto sobre el territorio de una infraestructura de una vía de comunicación.

---

#### IV.1.2 Generación de áreas de influencia geográfica

- La representación de áreas de influencia en torno a un evento también recibe el nombre de operaciones de generación de buffers.
- Cuando se generan buffers en torno a un objeto debe considerarse una métrica que sirva de base para trazar la amplitud de la zona o zonas de influencia del mismo, siendo uno de los criterios más comunes la distancia geométrica simple desde o hasta la localización analizada.
- Este tipo de aplicaciones son especialmente adecuadas para mostrar el comportamiento espacial de un fenómeno geográfico tomando en cuenta criterios de proximidad, ya que denota el impacto o la influencia del mismo sobre el territorio en función de la distancia.

#### IV.1.3 Metodología

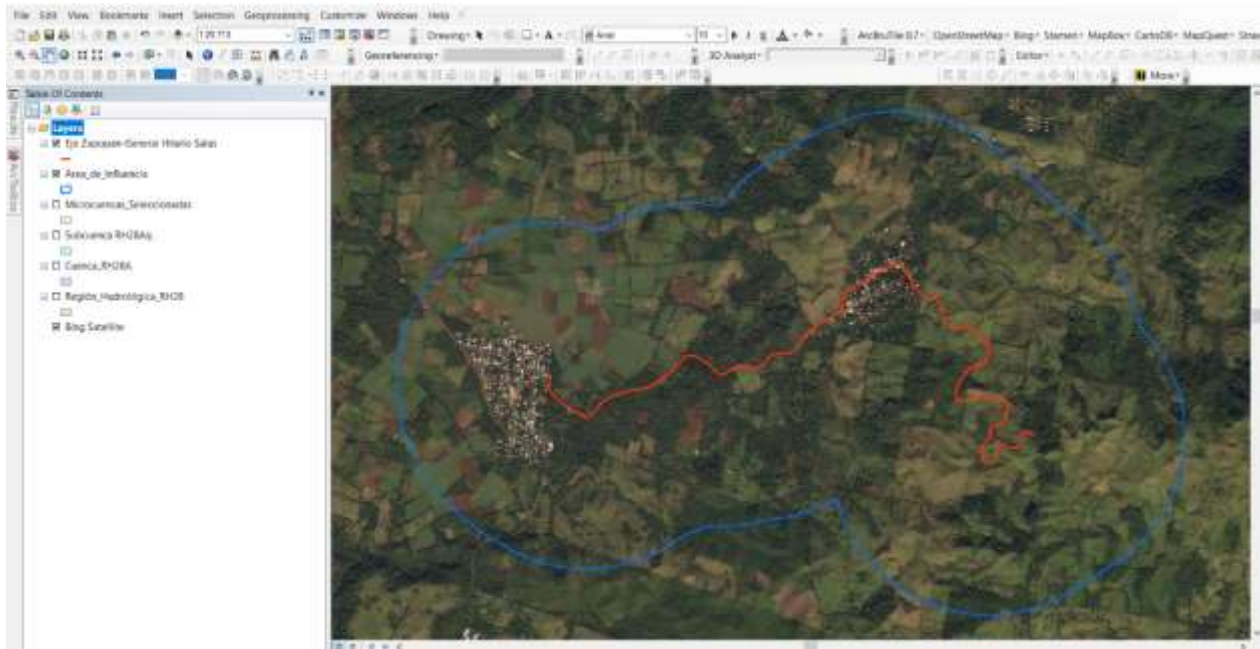
Para la presente Manifestación de Impacto Ambiental, la metodología utilizada se encuentra basada de los trabajos de Forman and Alexander (1998) publicada en el artículo *ROADS AND THEIR MAJOR ECOLOGICAL EFFECTS (LOS CAMINOS Y SUS PRINCIPALES EFECTOS ECOLÓGICOS)* adaptada al proyecto el cual tomo como base para la definición del área de influencia los siguientes criterios:

- Comportamiento de la pendiente
- Efectos hidrológicos
- Salinización, contaminación por plomo, etc., en sistemas acuáticos
- Sedimentación
- Afectación por arrastre de limos, arenas y nutrientes
- Afectación a fauna en camino poco transitados
- Afectación a fauna en zonas conservadas adyacentes a la línea de actuación
- Afectación a fauna mayor en arbolado
- Hábitat circundante

En ese sentido, el procedimiento implementado fue el siguiente:

1. El área de influencia se comenzó a delimitar en base a las características de nuestro proyecto en cuanto a longitud en metros, tipo de infraestructura y los posibles impactos a generar por las actividades del tipo de proyecto a realizar.

2. Posteriormente para definir el área de afectación se definieron las zonas con vegetación conservada, semiconservada o relictual donde se considerará la posibilidad de fauna por la afinidad al hábitat que vayan a ser fragmentados y/o perturbados por el proyecto, también se identificaron las zonas donde se tiene un impacto humano previo de consideración (como son amplias áreas agrícolas o ganaderas). Para ello se utilizaron los criterios contenidos en la siguiente figura.



**Figura 1. Visualización del área de influencia (AI)**

**Cuadro 1. Distancia a las áreas de interés**

Criterios	Distancia Mínima
Pendiente arriba	Más de 1000 m
Efectos hidrológicos	Más de 1000 m
Salinización, contaminación por plomo, etc., en sistemas acuáticos	Más de 1000 m
Sedimentación	100 m
Afectación por arrastre de limos, arenas y nutrientes	100 m
Afectación a fauna en camino poco transitados	100 m
Afectación a fauna en zonas conservadas adyacentes a la línea de actuación	500 m
Afectación a fauna mayor en arbolado	100 m
Hábitat circundante	500 m

#### IV.1.4 Resultados

Tomando en consideración la ubicación del proyecto y su interrelación con los diferentes componentes ambientales, y los impactos indirectos que se puedan presentar de las actividades de construcción y en un futuro de su operación, se ha determinado 1000 m, a ambos lados del Eje del Proyecto.

Esta distancia se estableció debido a la posible contaminación por material particulado y ruido, propio de las actividades de Modernización/Construcción del Proyecto. En la operación se espera tener impactos de carácter positivo con relación al desarrollo de la zona, generación de empleo, conexión entre poblados, acceso a más y mejores servicios, entre otros.

Como resultado se obtienen las siguientes superficies:

- Área de Influencia (AI) (Se consideraron 1000 m cada lado del eje): 1189.2405 ha (11892404.5267 m<sup>2</sup>).
- El Área de Influencia (AI) se definió como la superficie que tendrá impactos indirectos, sin repercusiones y, sobre todo, temporales, por lo que se consideró 1000 m a cada lado del Eje del Proyecto, dado que albergara de manera indirecta los ruidos y polvos generados en la Etapa de Preparación del Sitio y Construcción, considerados como Temporales, sin afectación de cubierta vegetal por despalle y desmonte.

#### IV.2 Delimitación del Sistema Ambiental Regional

Como punto de partida para este capítulo, es importante señalar que, el *Sistema Ambiental* como espacio geográfico, es el área de referencia en el que se encuentra inserto el sitio del proyecto para su estudio y análisis ambiental. Mientras que *Región* es el espacio geográfico ambientalmente homogéneo, resultado de la interacción de sus diversos componentes (bióticos y abióticos), cuya delimitación deriva de la uniformidad y continuidad de los mismos. Por tanto, la delimitación del *Sistema Ambiental Regional* (SAR), equivale a definir la unidad geográfica de referencia para la toma de decisiones en materia de evaluación del impacto ambiental, lo que implica el uso de un enfoque sistémico, geográfico y administrativo.

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

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

#### **IV.2.1 Metodología**

Como indican García Oliva et al, citados por Martínez, M (2014), para la delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto, es importante considerar que las actividades humanas se desarrollan en ecosistemas que pueden definirse como sistemas funcionales estructurados jerárquicamente, formados por almacenes y flujos de materia y energía manifestándose a distintas escalas temporales y espaciales, por lo tanto, contemplando las características del proyecto descritas en el Capítulo 2 de la presente MIA-R, para la definición del Sistema Ambiental Regional (SAR) del Proyecto, se tomaron las siguientes fuentes cartográficas de información disponible en las siguientes instituciones:

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI)
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO)
- Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP)
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT)

Así mismo, se acuerdo a la guía para elaborar la manifestación de impacto ambiental modalidad regional de proyectos de vías generales de comunicación, se tiene que para la delimitación del SAR se deberán seguir los siguientes criterios

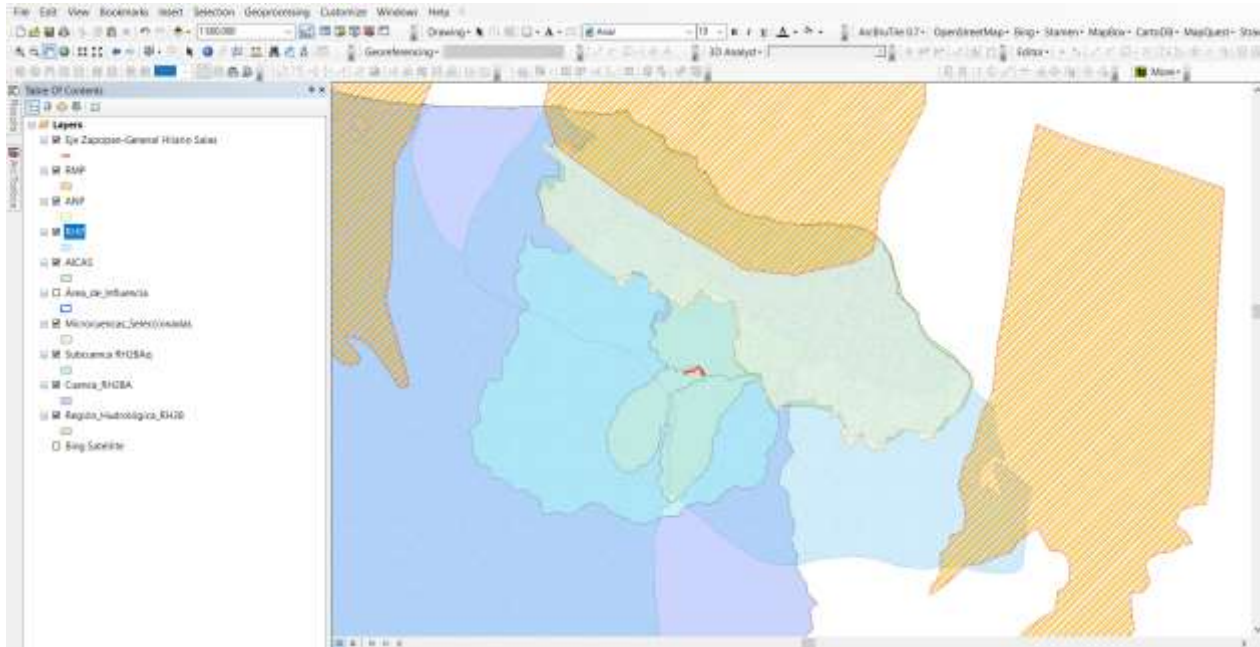
1. Los límites del área de estudio deben estar conformados por unidades ambientales completas, según se establezcan en regionalizaciones ecológicas y/o naturales existentes (por ejemplo, ordenamiento ecológico, regiones productivas, hidrológicas, entre otras).
2. Si en el área de estudio existe un ordenamiento ecológico decretado, la información anterior se utilizará para identificar las unidades ambientales sobre las cuales se encuentra el proyecto. El conjunto de unidades ambientales completas identificadas será el área de estudio.

El procedimiento empleado fue el siguiente:

1. Se reunió la información cartográfica obtenida de las fuentes antes referidas y la información vectorial del proyecto (puntos de inflexión del Proyecto, eje del proyecto



lineal) en el ambiente de un Sistema de Información Geográfica (SIG), específicamente en el software ArcMap 10.4.1



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

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

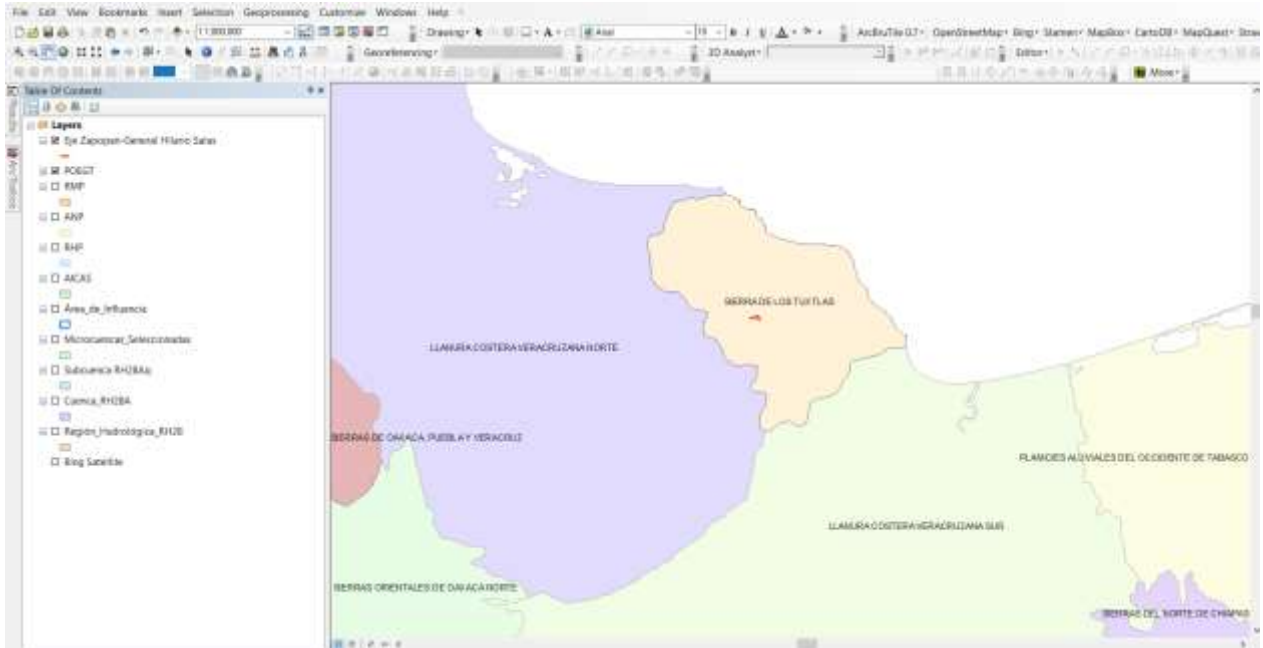
2. Una vez visualizado el proyecto dentro del SIG se procedió a delimitarse analítica y gráficamente el sistema ambiental de la región de estudio, considerando en primera instancia el análisis de los ordenamientos jurídicos aplicables en materia ambiental, las área de importancia ecológica y posteriormente analizar la uniformidad y la continuidad de los componentes y de sus procesos ambientales significativos (flora, suelo, hidrología, corredores biológicos, etc.) con los que el proyecto interactuará en espacio y tiempo.

#### **IV.2.2 Delimitación analítica y gráfica**

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

#### IV.2.2.1 Programa de Ordenamiento Ecológico General del Territorio. (POEGT)

Se revisó la ubicación espacial respecto al modelo del POEGT y se observó que el AP y AI se encuentran inmersos en su totalidad en la Unidad Ambiental Biofísica (UAB) número 77 denominada “Sierra de los Tuxtlas”, y por la cercanía de sus límites con el área de interés se consideró como límite preliminar del SAR.



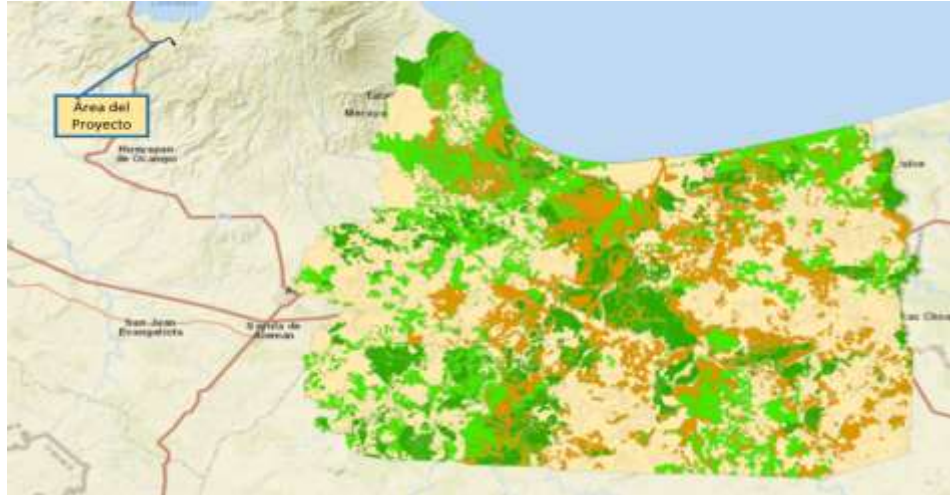
**Figura 3. Límites de las unidades del POEGT respecto al AP y AI**

#### IV.2.2.2 Ordenamientos Ecológicos Regionales y/o Locales Decretados

Se revisaron los ordenamientos decretados con o sin participación de SEMARNAT<sup>1</sup>, así como la plataforma del Subsistema de Información Geográfica sobre el Ordenamiento Ecológico<sup>2</sup>, conforme a la ubicación espacial del proyecto, donde se identificó que el proyecto NO se encuentra inmerso dentro de algún ordenamiento estatal, regional o local, el más cercano es POER “Cuenca del Río Coatzacoalcos”, que se encuentra a una distancia de 33.0 km en línea recta, por lo que debido a su cercanía con el área de interés, se consideró como límite preliminar del SAR.

<sup>1</sup>[http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/ordenamiento/decretados\\_20150617.jpg](http://www.semarnat.gob.mx/sites/default/files/documentos/ordenamiento/decretados_20150617.jpg)

<sup>2</sup>[http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uqa\\_oe/#app=63dc&42b1-selectedIndex=0&fe0a-selectedIndex=1&9543-selectedIndex=0&6989-selectedIndex=0&4b45-selectedIndex=0&a18c-selectedIndex=0](http://gisviewer.semarnat.gob.mx/aplicaciones/uqa_oe/#app=63dc&42b1-selectedIndex=0&fe0a-selectedIndex=1&9543-selectedIndex=0&6989-selectedIndex=0&4b45-selectedIndex=0&a18c-selectedIndex=0)

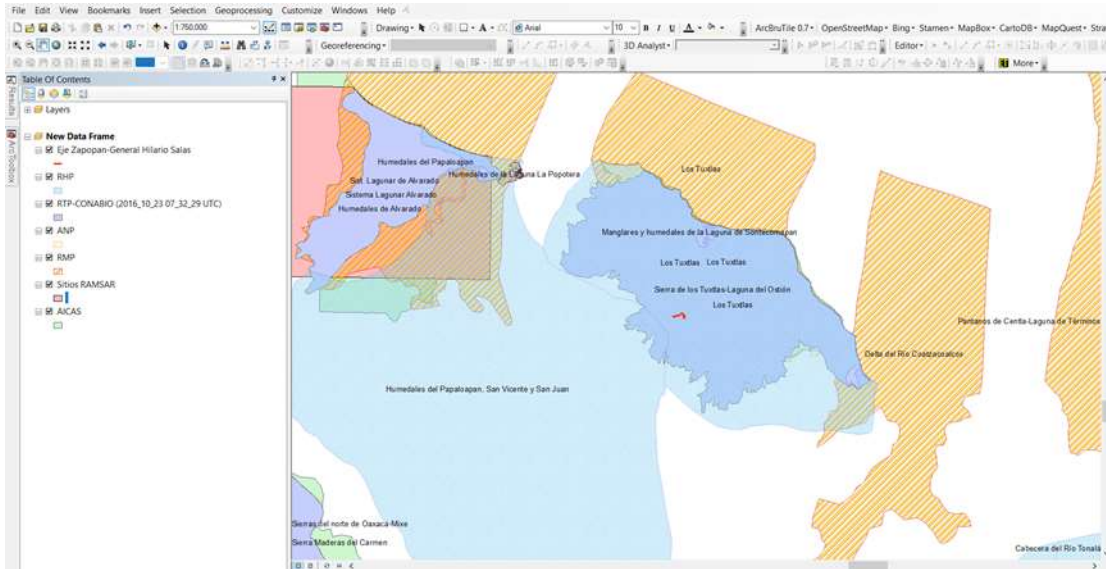


**Figura 4. POER Cuenca de Río Coatzacoalcos con respecto al AP y AI**

#### **IV.2.2.3 Sitios de importancia ecológica (ANP´s, RTP´s, RHP´s, AICA´s, RMP´s, y Sitios RAMSAR)**

Se revisó la información disponible de los sitios de importancia ecológica, observando que 2 áreas de importancia inciden en el AP y AI. Se trata de un *Área Natural Protegida* de tipo federal y de una *Región Hidrológica Prioritaria*, por lo que se creó conveniente considerarlo como límite del SAR. Los resultados correspondientes a cada uno de los sitios de importancia se enuncian a continuación:

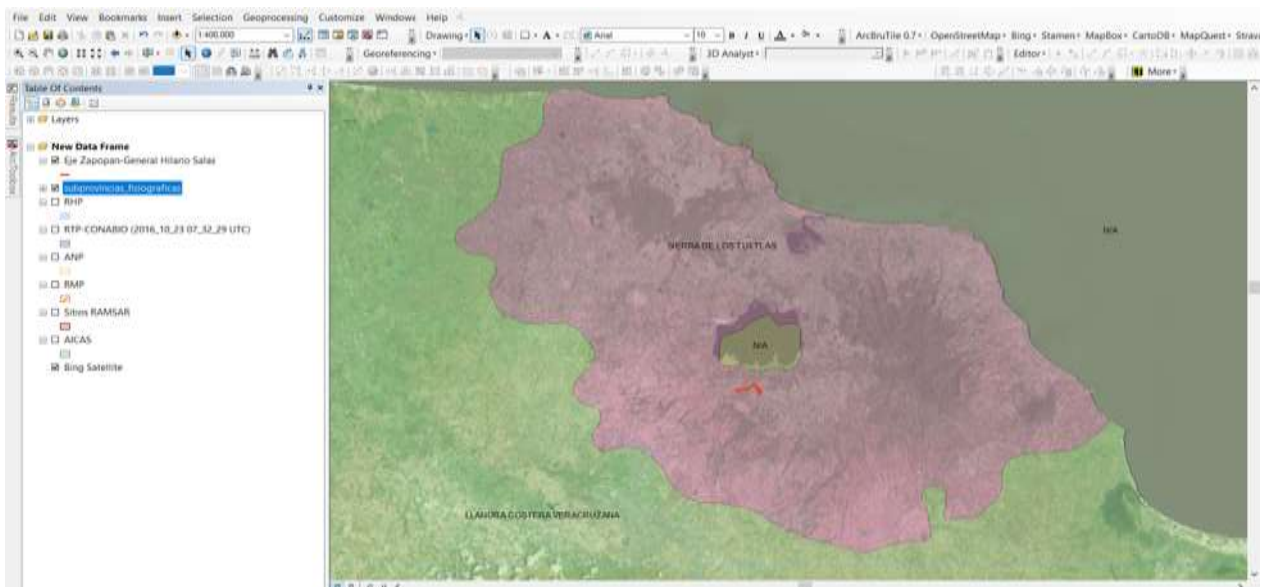
- ✓ **Área Natural Protegida (ANP)** de tipo Federal denominada “*Reserva de la Biosfera de Los Tuxtles*”, ubicada a 5.68 km del área de proyecto.
- ✓ **Área de Importancia para la Conservación de las Aves (AICA)** denominada “*Los Tuxtles*”, ubicada una distancia aproximada de 5.41 km
- ✓ **Región Terrestre Prioritaria (RTP)** denominada denominada “*Sierra de los Tuxtles – Lagunas del Ostión*”, el proyecto se ubica dentro de esta área.
- ✓ Sitio **RAMSAR** denominado “*Manglares y humedales de la Laguna Sontecomapan*” a 19.0 km de distancia del área de proyecto
- ✓ **Región Hidrológica Prioritaria (RHP)** denominada “*Los Tuxtles*”, el Proyecto se ubica dentro de esta área.
- ✓ **Región Marina Prioritaria (RMP)** denominada “*Los Tuxtles*”, ubicada aproximadamente a 17.31 km.



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

#### IV.2.2.4 Fisiografía – Topografía

Otro factor que se visualizó para diagnosticar el área fue el conjunto de Datos Vectoriales Fisiográficos, encontrando que el Proyecto atravesará una subprovincia por lo que establecer el SAR sobre este aspecto daría como resultados un área de estudio muy amplia y sobre todo muy heterogénea para los fines que debe cumplir dicho SAR. Para ejemplificar lo anterior podemos ver la Figura 6 en donde se aprecia que el área se encuentra sobre una superficie ligeramente abrupta.



**Figura 6. Fisiografía y topografía**



#### IV.2.2.5 Hidrología (Red Hidrográfica INEGI 1: 50,000)

Como parte del proceso de revisión geográfica el proyecto fue ubicado dentro de los límites de la Región Hidrológica (RH), Cuenca, y Subcuenca correspondiente. Se identificó que el proyecto recae en la RH 28 denominada “Papaloapan”, en la cuenca RH28A “Río Papaloapan”, en la subcuenca (RH28Aq), “Río San Andrés”. Derivado de lo anterior, se creó conveniente considerar como límite preliminar del SAR las subcuencas debido a su cercanía con la zona de interés.

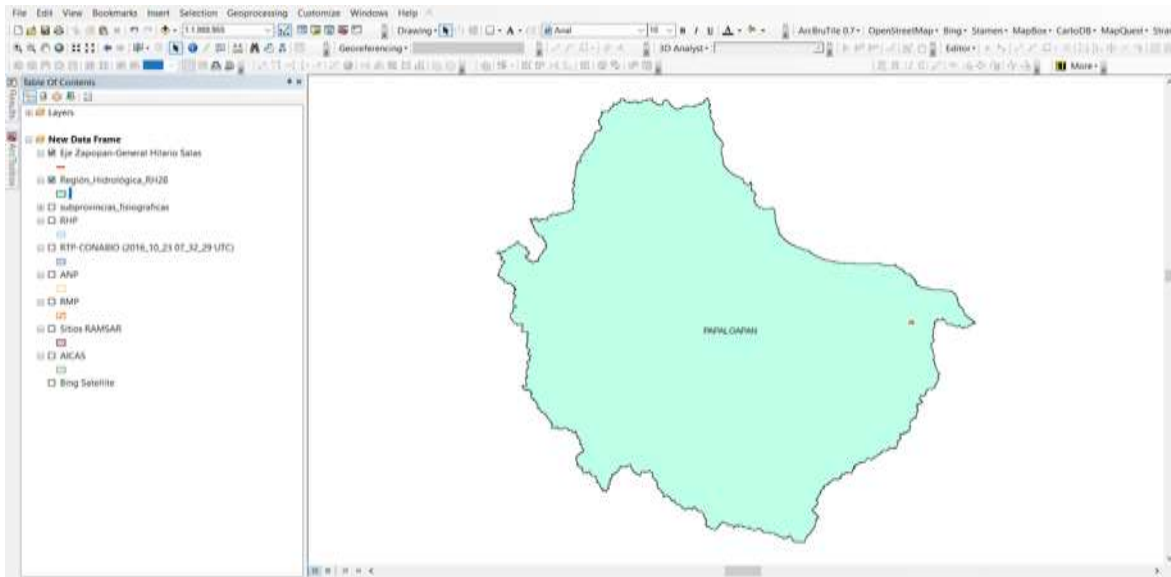


Figura 7. Región Hidrológica

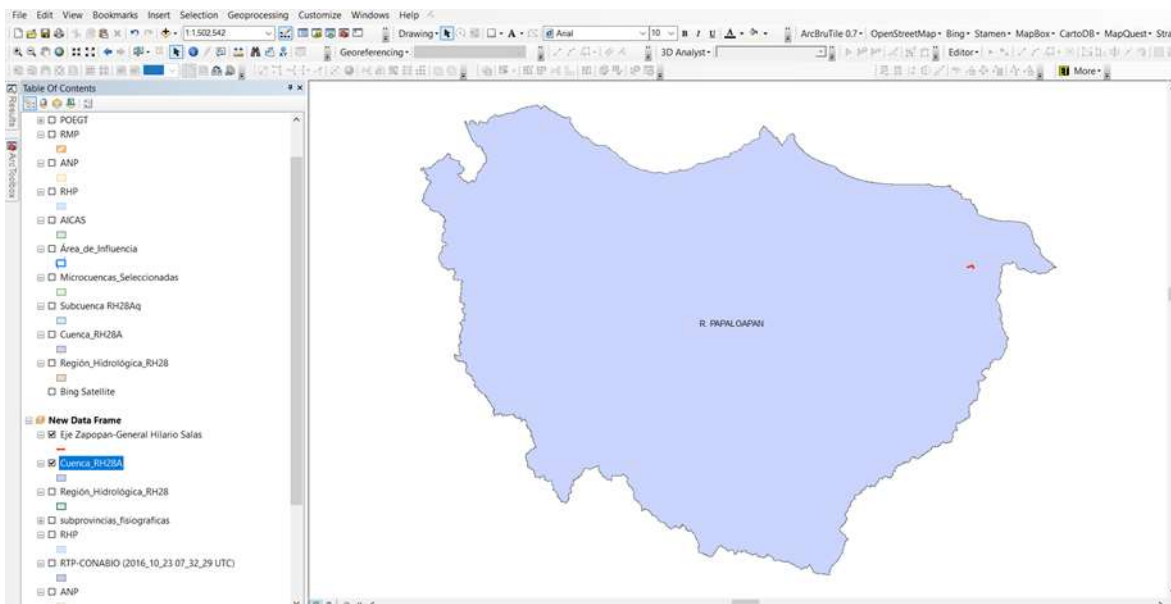
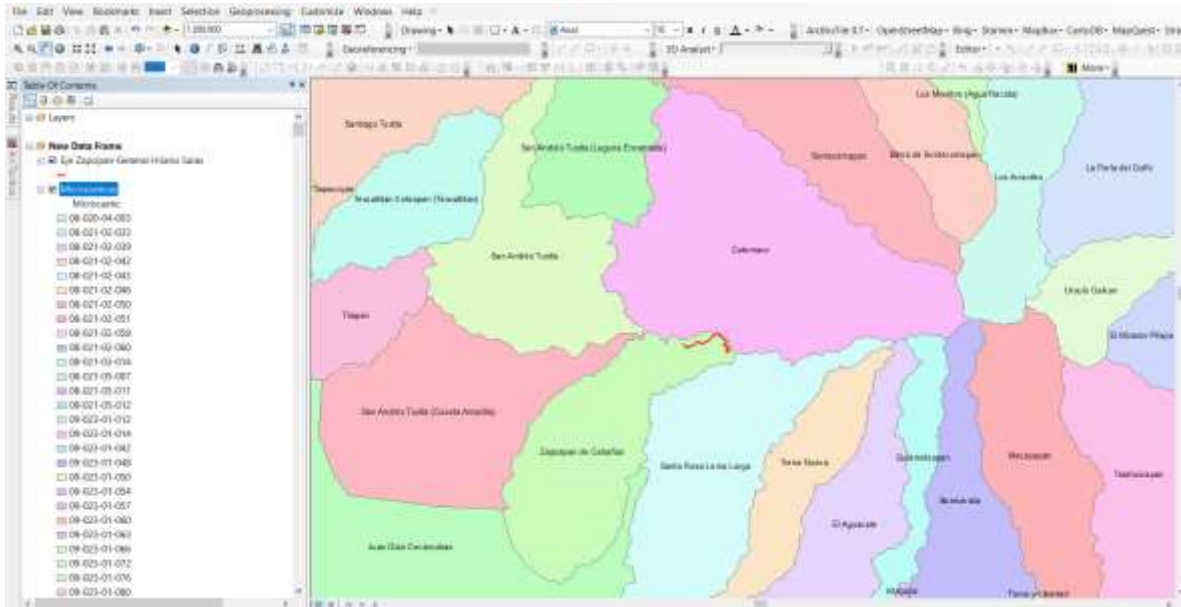


Figura 8. Subcuenca Hidrológica





**Figura 9. Microcuenca Hidrológica**

#### IV.2.3 Resultado

Tomando en cuenta los resultados de la delimitación analítica y gráfica, además, dada la lejanía con las áreas de importancia ecológica y de los Programas de Ordenamiento Ecológico, y dada la magnitud de los aspectos hidrológicos, el Sistema Ambiental obedece estrictamente las microcuencas en las que recae el proyecto aunadas a las microcuencas localizadas en la parte este de la misma, debido a que se dada la cercanía, pudieran verse afectadas.

Ningún otro ámbito de trabajo que pudiera ser considerado, guarda esta relación de forma tan estrecha y evidente, porque pueden diferenciarse las interacciones indivisibles entre los aspectos económicos (bienes y servicios producidos en su área), sociales (patrones de comportamiento de los usuarios directos e indirectos de los recursos de la cuenca) y ambientales (relacionados al comportamiento o reacción de los recursos naturales frente a los dos aspectos anteriores)<sup>3</sup>.

Por lo anterior, se cargaron los mapas de hidrología que contiene información sobre las corrientes agua permanentes primarias, dobles, además de las corrientes secundarias e intermitentes, también se cargó la carta de uso de suelo y de vegetación del INEGI series VI, encontrando que el SAR preliminar es un área que cumple con requisitos para ser definido como área de estudio. Por ello se concluyó que se trataba de un ser que cumple con la característica de homogeneidad deseado, de tal forma que se estableció el SAR definitivo tomando como límites las microcuencas denominadas “Catemaco”, “Santa Rosa Loma Larga” y “Zapoapan de Cabañas”., para lo cual se revisó el comportamiento de la

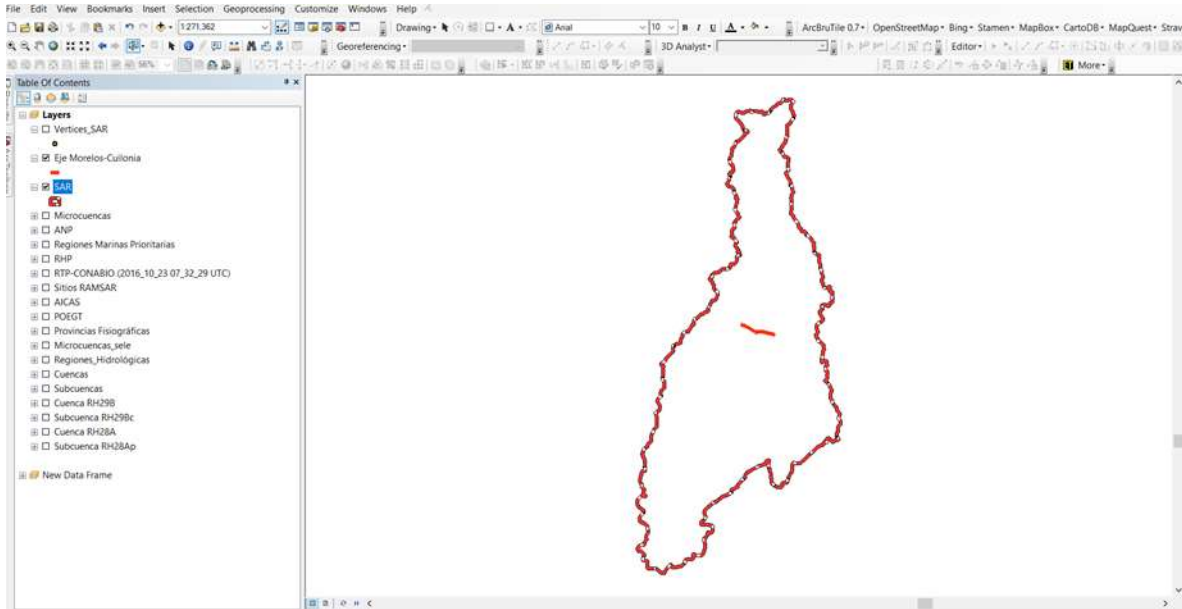
3 Alatorre Monrroy Norberto. La microcuenca como elemento de estudio de la vulnerabilidad ambiental. Centro de Estudios en Geografía Humana El Colegio de Michoacán, A.C.

hidrología en dicha área, así como otros factores como la continuidad y discontinuidad de las unidades edafológicas, climáticas, y los tipos de uso de suelo.

De lo anterior se obtuvo que el análisis de interacciones de las unidades ambientales con el proyecto, así como sus límites gráficos, podemos delimitar una unidad que cuenta con las características deseadas, esto es cartografiable, que cuente con un sistema de coordenadas (UTM 15Q datum, WGS84) y que sea espacialmente adecuada al proyecto.

La unidad delimitada como SA cuenta con las siguientes características:

- Superficie: 52756.9018 hectáreas
- Perímetro: 153.2683 km
- Sistema de coordenadas: UTM Zona 15 Norte
- Datum: WGS 1984
- Número de vértices: 929 (ver Cuadro de coordenadas del SAR)



**Figura 10. Delimitación definitiva del Sistema Ambiental Regional (SAR)**

**Cuadro 2. Vértices del SAR**

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	277568.4700	2045776.9160
2	277652.2329	2045667.5471
3	277704.3190	2045749.6453
4	277754.2358	2045845.0549
5	278450.5415	2045858.6512
6	278545.3909	2045766.6511
7	278599.3980	2045696.1618
8	278832.7741	2045470.4710

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
465	277366.808	2008161.512
466	277059.214	2007948.149
467	277027.326	2007917.957
468	276959.798	2007862.711
469	276893.405	2007740.359
470	276388.817	2007757.335
471	276035.541	2008174.583
472	275470.129	2008551.441

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
9	278962.1852	2045452.5845
10	279085.3764	2045481.3824
11	279233.4663	2045525.7252
12	279455.5111	2045461.2656
13	279544.5420	2045422.8143
14	279670.0695	2045425.3492
15	279793.4643	2045407.8702
16	279966.2536	2045459.7941
17	280012.4722	2045427.9284
18	280268.1108	2045170.7790
19	280428.8829	2045123.9771
20	280485.9303	2045087.4487
21	280555.0242	2045051.2249
22	280617.3594	2044969.2430
23	280743.4643	2044847.2246
24	280776.3718	2044759.9353
25	280922.3648	2044566.5003
26	280992.1145	2044439.9277
27	281098.5314	2044424.5350
28	281318.6411	2044429.4288
29	281408.2210	2044382.8987
30	281563.3562	2044258.2292
31	281790.2185	2044326.9333
32	282097.1441	2044274.3794
33	282140.8994	2044183.5373
34	282198.9232	2044028.4293
35	282451.4221	2043955.1353
36	282503.2992	2043816.5950
37	282575.8436	2043720.8870
38	282607.1952	2043690.8586
39	282603.2292	2043658.0219
40	282713.5334	2043454.7141
41	282714.9992	2043379.3016
42	282679.6085	2043342.2834
43	282587.3011	2043307.6847
44	282712.7306	2043207.8325
45	282823.7429	2043149.9949
46	283015.6668	2042969.8968
47	283184.4337	2042973.8474
48	283295.9728	2042924.9746
49	283546.1031	2042930.1088
50	283580.5604	2042884.8796
51	283815.2440	2042664.1174
52	283878.3383	2042460.5781
53	284077.2105	2042463.7536
54	284114.4871	2042415.3937
55	284382.4602	2042316.0471
56	284416.9318	2042271.8160
57	284527.4712	2042274.2222
58	284623.3047	2042181.1397
59	284625.0059	2042125.8753
60	284606.0813	2041993.5665
61	284672.8019	2041951.4081

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
473	275168.299	2008838.247
474	275016.847	2008939.532
475	275048.120	2009565.704
476	275165.935	2009759.309
477	274973.009	2010107.858
478	274803.526	2010159.090
479	274456.409	2010443.558
480	274318.379	2010687.516
481	274297.968	2011034.846
482	274259.836	2011168.591
483	274295.473	2011311.885
484	274437.578	2011492.028
485	274496.486	2011689.192
486	274462.281	2011805.619
487	274484.329	2011990.922
488	274692.699	2012155.017
489	274835.959	2012234.841
490	274886.077	2012285.963
491	275057.423	2012314.866
492	275163.498	2012345.744
493	275309.961	2012327.883
494	275309.777	2012476.465
495	275261.556	2012643.870
496	275241.901	2012801.535
497	275146.294	2012897.525
498	275161.716	2013023.008
499	275161.213	2013098.300
500	275108.761	2013210.730
501	275085.615	2013395.671
502	274818.255	2013453.799
503	274617.072	2013579.141
504	274486.651	2013629.040
505	274465.109	2013823.928
506	274628.291	2013952.675
507	274659.236	2013983.980
508	274776.261	2014029.120
509	274824.641	2014167.728
510	274766.824	2014291.515
511	274777.154	2014379.192
512	274738.100	2014514.940
513	274863.390	2014716.204
514	274862.876	2014808.547
515	274914.458	2014849.577
516	274964.666	2014899.812
517	274965.012	2014956.937
518	274968.979	2014988.777
519	274936.891	2015141.162
520	274958.267	2015314.515
521	274957.752	2015406.858
522	274831.745	2015498.555
523	274873.676	2015847.264
524	274837.132	2015925.633
525	274820.760	2016155.447

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
62	284766.1787	2041902.6390
63	284850.2287	2041748.0244
64	285003.7265	2041680.6445
65	285127.3734	2041683.3499
66	285248.1661	2041638.9251
67	285214.7354	2041400.0534
68	285254.9655	2041266.1940
69	285198.9176	2041101.9746
70	285234.1109	2040952.3401
71	285376.2391	2040878.5599
72	285426.5256	2040746.1382
73	285485.9729	2040667.3089
74	285604.4482	2040651.1445
75	285797.3174	2040654.6287
76	285927.9047	2040606.6674
77	286014.8778	2040551.3346
78	286108.3703	2040502.5721
79	286165.3346	2040465.9539
80	286413.5694	2040421.9947
81	286558.0845	2040286.8640
82	286807.8721	2040069.1886
83	286848.4915	2039959.4648
84	286893.1317	2039916.5653
85	286974.5092	2039785.2421
86	286795.3705	2039592.2775
87	286892.0629	2039412.8460
88	286965.6541	2039217.8408
89	287117.9045	2039263.8620
90	287395.5784	2039224.1292
91	287763.2835	2039232.2244
92	287812.5906	2039066.7203
93	287853.5332	2038728.0489
94	287702.9910	2038493.2429
95	287749.4208	2038296.7721
96	287862.8422	2038280.9011
97	287924.8358	2038344.4255
98	288171.9049	2038297.5165
99	288200.7592	2038126.1516
100	288560.8603	2038056.4095
101	288645.3461	2037975.1019
102	288678.4152	2037773.4682
103	288831.1226	2037793.3714
104	288973.3950	2037940.3737
105	289218.2199	2037890.6254
106	289322.5753	2037722.8606
107	289425.1680	2037509.9470
108	289448.0398	2037254.6236

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
526	275183.931	2016525.002
527	275216.866	2016573.224
528	275117.713	2016626.301
529	275142.396	2016838.588
530	275143.015	2017101.308
531	275301.391	2017301.635
532	275301.417	2017604.552
533	275321.193	2017767.960
534	275418.035	2017844.447
535	275458.705	2017921.255
536	275426.378	2018034.559
537	275434.605	2018105.322
538	275564.121	2018208.002
539	275693.208	2018337.702
540	275640.823	2018518.443
541	275648.791	2018585.223
542	275869.911	2018760.578
543	275911.712	2018871.473
544	275966.037	2018958.530
545	276015.664	2019050.956
546	276067.826	2019134.052
547	275990.029	2019175.808
548	276056.765	2019201.938
549	276126.855	2019435.621
550	276206.936	2019600.323
551	276206.616	2019965.576
552	276103.581	2020019.912
553	276016.519	2020074.286
554	275769.408	2020119.113
555	275741.239	2020152.876
556	275695.220	2020170.681
557	275586.250	2020160.100
558	275555.419	2020164.997
559	275516.154	2020163.239
560	275517.917	2020041.764
561	275505.418	2019949.240
562	275508.237	2019827.641
563	275385.537	2019655.354
564	275212.248	2019626.590
565	274961.934	2019551.226
566	274928.849	2019517.068
567	274768.326	2019467.454
568	274638.827	2019329.683
569	274686.293	2019100.058
570	274709.253	2018964.274
571	274893.272	2018869.019
572	274941.376	2018666.514

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
109	289565.7841	2037160.3346
110	289635.8718	2037124.0273
111	289599.5843	2036870.2400
112	289670.3238	2036777.6861
113	289844.1753	2036614.8087
114	290037.3172	2036755.7254
115	290212.6780	2036585.6391
116	290224.7918	2036485.5374
117	290346.4753	2036422.0984
118	290412.6521	2036472.2998
119	290504.5744	2036567.1672
120	290725.7082	2036571.9462
121	290876.9161	2036550.8106
122	291140.7175	2036582.2520
123	291345.8891	2036489.6793
124	291464.0575	2036336.0600
125	291556.5261	2036287.3392
126	291560.2944	2036099.4288
127	291323.7275	2035920.0014
128	291360.9369	2035804.3504
129	291580.0178	2035590.5168
130	291626.7544	2035466.3493
131	291784.7602	2035408.6148
132	291812.8311	2035239.3717
133	291935.0580	2035185.9021
134	292049.5399	2035188.0918
135	292141.4165	2035113.3651
136	292287.3277	2035070.4903
137	292407.7100	2034953.8307
138	292488.2464	2034807.6018
139	292614.2590	2034683.5763
140	292635.5790	2034553.8198
141	292668.8179	2034588.0007
142	292703.4476	2034613.9743
143	292845.7078	2034761.0043
144	292913.4215	2034718.8689
145	292979.4345	2034597.4869
146	293092.8623	2034599.6947
147	293161.2787	2034534.4153
148	293211.4155	2034400.9172
149	293294.0416	2034388.9560
150	293372.3725	2034390.3260
151	293525.3547	2034247.6399
152	293642.9140	2034250.5815
153	293700.8519	2034213.0935
154	293794.1305	2034179.3217
155	293851.1177	2034141.8444

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
573	274925.832	2018558.083
574	274857.365	2018401.663
575	274858.907	2018343.298
576	274789.446	2018256.198
577	274749.298	2018069.888
578	274710.929	2017981.873
579	274670.165	2017869.971
580	274672.078	2017734.433
581	274644.147	2017534.473
582	274646.859	2017394.829
583	274632.628	2017290.257
584	274568.470	2017240.961
585	274490.233	2017091.077
586	274497.446	2016756.631
587	274380.457	2016713.376
588	274383.544	2016578.820
589	274485.123	2016416.213
590	274437.909	2016077.862
591	274266.712	2016049.963
592	274220.291	2015961.489
593	274118.115	2015846.096
594	274082.596	2015721.844
595	274043.268	2015633.841
596	274007.749	2015509.589
597	273956.284	2015469.556
598	273861.726	2015146.040
599	273827.023	2015119.098
600	273796.079	2015087.795
601	273722.452	2015098.176
602	273596.279	2014967.233
603	273598.538	2014870.773
604	273465.078	2014768.370
605	273374.146	2014674.438
606	273331.080	2014556.697
607	273290.088	2014525.954
608	273228.927	2014408.203
609	273159.552	2014321.106
610	273112.899	2014195.435
611	272797.029	2013995.526
612	272797.805	2013908.273
613	272730.646	2013857.023
614	272596.447	2013827.928
615	272536.832	2013905.686
616	272437.763	2013858.465
617	272346.373	2013654.158
618	272227.317	2013626.216
619	272081.184	2013446.246



Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
156	293958.1909	2034103.2756
157	294079.9487	2034024.6961
158	294199.7520	2034098.8005
159	294376.7771	2034039.0034
160	294470.1658	2034074.5352
161	294633.4529	2034153.0472
162	294811.2602	2034156.4582
163	294812.0935	2034086.1519
164	294803.4119	2034025.4680
165	294925.8382	2034009.1030
166	294988.8842	2034073.5233
167	295080.5804	2034029.9223
168	295175.2748	2033970.1270
169	295299.5989	2033933.4853
170	295513.1624	2033781.2037
171	295604.6947	2033850.9682
172	295660.2704	2033908.8278
173	295720.5298	2033910.2895
174	295791.5786	2033872.8900
175	295849.6363	2033836.2934
176	296096.8036	2033792.3723
177	296244.5498	2033662.0543
178	296305.2311	2033653.4394
179	296359.4696	2033655.1884
180	296456.5976	2033585.1895
181	296688.4404	2033351.4723
182	296793.5568	2033296.9999
183	296958.1603	2033180.7906
184	297004.2652	2033162.9225
185	297020.2007	2033060.6858
186	296992.0731	2032859.6144
187	297049.7599	2032667.4882
188	296949.8102	2032591.2745
189	297067.8657	2032400.5027
190	297089.2418	2032272.8578
191	297205.0870	2032212.7399
192	297239.0137	2032142.4175
193	297284.8645	2031919.9743
194	297339.9091	2031867.4738
195	297370.7212	2031762.3132
196	297405.1238	2031616.7084
197	297470.5222	2031553.5825
198	297428.9831	2031263.0941
199	297537.8844	2031105.0806
200	297544.7179	2030800.5768
201	297487.9043	2030605.3428
202	297439.0981	2030528.0333

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
620	271953.774	2013463.908
621	271904.476	2013528.040
622	271811.116	2013561.689
623	271730.987	2013613.562
624	271622.757	2013480.647
625	271512.848	2013420.936
626	271334.176	2013470.650
627	271240.232	2013373.994
628	271242.082	2013288.609
629	271103.942	2013141.324
630	271070.247	2013047.943
631	270957.578	2012907.222
632	270997.443	2012868.775
633	271039.337	2012814.029
634	270989.891	2012775.862
635	270858.595	2012626.171
636	270745.664	2012615.880
637	270617.587	2012604.440
638	270467.730	2012532.031
639	270405.517	2012363.146
640	270282.598	2012269.162
641	270160.298	2012236.398
642	270015.630	2012352.263
643	269820.418	2012409.051
644	269762.436	2012445.611
645	269669.191	2012480.266
646	269611.104	2012516.828
647	269397.178	2012512.505
648	269181.172	2012573.533
649	269065.163	2012580.449
650	267901.021	2013566.682
651	266863.124	2014974.768
652	266434.346	2016570.553
653	266328.177	2017197.854
654	266305.974	2017330.656
655	266752.996	2017305.001
656	266360.772	2017847.064
657	266229.586	2018153.908
658	266283.096	2019053.762
659	266307.241	2019038.301
660	266394.529	2019004.030
661	266625.149	2019169.874
662	266684.464	2019324.833
663	266823.338	2019348.734
664	266871.290	2019394.991
665	266998.868	2019499.856
666	267051.640	2019559.896

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
203	297698.4915	2030285.6305
204	297866.1687	2030237.4821
205	297927.8022	2030177.6084
206	297940.8388	2030160.7553
207	297887.6717	2030010.4272
208	297642.5055	2029837.5433
209	297480.7620	2029867.2542
210	297363.2306	2029698.6751
211	297061.1845	2029496.0647
212	296880.4704	2029311.3280
213	296843.9662	2029238.2070
214	296748.6370	2029170.6892
215	296711.6130	2029038.4586
216	296675.9233	2029012.4886
217	296645.1243	2028949.1601
218	296362.7076	2028924.9151
219	296278.9644	2028833.6970
220	296199.9573	2028820.3639
221	296102.3822	2028900.4400
222	296037.8839	2029078.9132
223	295986.6555	2029112.9996
224	295875.0636	2029057.5036
225	295612.7056	2029100.3645
226	295217.4651	2029083.9779
227	295130.5192	2029039.9581
228	295058.8001	2029016.1459
229	294998.4933	2029180.2982
230	294840.5879	2029173.7900
231	294574.9574	2029078.3202
232	294478.7753	2029030.8593
233	294412.3626	2028959.6114
234	294352.4726	2028915.0843
235	294166.4552	2029008.5158
236	293980.1756	2029047.7069
237	293892.3054	2029105.2183
238	293768.1627	2029043.3368
239	293730.6848	2028969.3452
240	293663.5550	2028920.2481
241	293641.5989	2028805.1294
242	293339.9881	2028845.3428
243	293167.3396	2028844.6522
244	293056.9190	2028692.7348
245	292994.7511	2028643.2543
246	292960.1385	2028550.9667
247	292877.4155	2028526.8377
248	292834.8197	2028635.7874
249	292733.7382	2028673.9624

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
667	266997.659	2019680.457
668	266894.252	2020000.693
669	266972.058	2020785.766
670	267066.656	2020823.267
671	267161.391	2020880.807
672	267260.178	2020906.079
673	267333.468	2020974.951
674	267425.841	2021144.017
675	267583.165	2021207.892
676	267631.110	2021473.931
677	267684.413	2021561.092
678	267741.787	2021749.292
679	267807.164	2021802.648
680	267844.609	2021925.763
681	267939.273	2022083.731
682	268000.781	2022475.386
683	268038.701	2022506.265
684	268040.900	2022627.588
685	268104.350	2022732.122
686	268028.922	2022898.224
687	268003.259	2023007.039
688	268291.950	2023169.430
689	268350.487	2023226.191
690	268492.543	2023438.509
691	268600.221	2023562.553
692	268786.151	2023667.834
693	268916.775	2023756.395
694	268919.101	2023844.611
695	268992.314	2023996.750
696	269061.201	2024176.288
697	269164.701	2024296.509
698	269422.244	2024695.564
699	269618.627	2024774.153
700	269878.282	2025023.604
701	269987.315	2025085.413
702	270067.109	2025160.857
703	270189.394	2025260.929
704	270276.228	2025252.808
705	270309.965	2025314.962
706	270428.233	2025362.159
707	270519.836	2025603.544
708	270705.893	2025677.725
709	270799.780	2025720.343
710	270887.123	2025755.177
711	270976.990	2025646.489
712	271033.024	2025645.159
713	271086.957	2025858.760

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
250	292759.7748	2028421.4955
251	292606.2278	2028388.6100
252	292552.3677	2028276.3820
253	292477.8389	2028237.7746
254	292428.0290	2028226.6878
255	292286.3093	2028222.1283
256	292206.4522	2028179.7047
257	292011.2110	2028270.7106
258	291818.7664	2028121.6785
259	291676.3569	2028073.0700
260	291591.7087	2027949.6639
261	291269.1480	2027940.8713
262	291172.0330	2027828.3404
263	291040.3937	2027739.8758
264	290971.2978	2027725.0165
265	290982.5992	2027646.0710
266	290914.0800	2027557.8074
267	290859.9172	2027457.7638
268	290686.1295	2027353.7067
269	290621.3492	2027327.5095
270	290460.9644	2027211.6843
271	290334.2755	2027190.1473
272	290162.2002	2026981.7901
273	290040.5377	2026926.8773
274	289963.7526	2026934.4679
275	289789.7858	2026911.7894
276	289703.4845	2026793.5004
277	289659.4109	2026795.0888
278	289582.6265	2026802.7915
279	289320.0342	2026807.4340
280	289321.4132	2026846.4986
281	289332.6952	2026969.2601
282	289113.3295	2026991.3673
283	289071.7859	2026799.1916
284	289020.0441	2026757.1361
285	288973.2357	2026711.8162
286	288922.5494	2026669.6386
287	288871.4814	2026621.5978
288	288770.4835	2026745.0371
289	288600.8774	2026676.9311
290	288562.9558	2026612.9155
291	288529.1887	2026551.7328
292	288474.9251	2026617.2035
293	288248.5357	2026539.4282
294	288214.7675	2026478.2459
295	288156.7229	2026430.6156
296	288232.2121	2026266.4915

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
714	271216.156	2026007.582
715	271314.123	2025966.560
716	271419.319	2025964.315
717	271600.206	2026138.213
718	271633.943	2026165.271
719	271667.768	2026226.430
720	271849.210	2026376.186
721	271947.517	2026426.506
722	272079.844	2026322.304
723	272504.751	2026314.070
724	272580.192	2026452.020
725	272615.774	2026510.059
726	272653.732	2026608.150
727	272837.308	2026590.262
728	272952.756	2026659.650
729	273224.092	2026919.408
730	273390.185	2026961.629
731	273544.507	2027108.950
732	273624.488	2027373.067
733	273724.225	2027581.926
734	273983.590	2027607.555
735	274072.246	2027647.479
736	274123.183	2027879.167
737	274161.930	2027973.264
738	274303.755	2028029.949
739	274413.038	2028179.021
740	274577.062	2028271.541
741	274631.374	2028593.423
742	274665.222	2028621.592
743	274702.097	2028718.702
744	274854.705	2028703.518
745	274932.823	2028701.940
746	275036.639	2028691.647
747	275168.584	2028717.894
748	275238.574	2028898.431
749	275430.379	2028917.116
750	275536.089	2028788.337
751	275642.231	2028750.894
752	275887.179	2028820.558
753	275887.387	2028874.696
754	275892.162	2028921.584
755	275869.332	2029076.521
756	275862.259	2029177.244
757	275860.779	2029186.340
758	275837.883	2029272.080
759	275913.819	2029400.955
760	275863.333	2029514.363

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
297	288167.1001	2026201.2256
298	288009.2291	2026162.4432
299	288032.8919	2026054.6854
300	288112.3395	2025923.5083
301	288037.8489	2025851.7033
302	287918.5503	2025753.4898
303	287910.5317	2025351.5975
304	287736.9878	2025234.6078
305	287570.5559	2025168.2454
306	287565.1916	2024911.7939
307	287346.1950	2024873.6894
308	287303.7276	2024733.7799
309	287270.0017	2024705.7001
310	287233.9633	2024640.5585
311	287084.1307	2024517.1122
312	287005.4395	2024410.4836
313	286936.9966	2024322.2302
314	286875.0510	2024209.5493
315	286835.7177	2024171.7897
316	286725.7499	2024144.2214
317	286646.9057	2023832.8954
318	286595.6956	2023782.7574
319	286449.5803	2023871.8345
320	286407.7322	2023759.9286
321	286324.4998	2023692.6539
322	286277.5721	2023647.3404
323	286226.9776	2023605.1675
324	286163.1731	2023544.7634
325	286078.7548	2023475.6207
326	286012.2515	2023353.1393
327	285946.8322	2023299.8391
328	285969.9444	2023200.1660
329	286154.5060	2023115.8629
330	286143.8557	2023004.1650
331	286141.6200	2022916.9513
332	286105.5651	2022850.9256
333	286070.0214	2022792.8654
334	286021.5439	2022703.3966
335	285773.6147	2022500.5606
336	285731.0715	2022459.9598
337	285519.3173	2022391.3472
338	285486.2906	2022360.1622
339	285424.4847	2022365.9418
340	285361.5582	2022337.5249
341	285272.1095	2022301.7643
342	285220.6502	2022144.3546
343	285217.6359	2021977.9921

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
761	275744.844	2029580.624
762	275716.797	2029614.388
763	275655.552	2029648.206
764	275592.663	2029686.030
765	275412.157	2029756.007
766	275356.887	2029821.533
767	275202.785	2029861.863
768	275086.684	2029951.130
769	275060.892	2030141.312
770	274943.230	2030187.418
771	274915.068	2030220.188
772	274853.944	2030255.005
773	274793.887	2030290.695
774	274732.797	2030292.297
775	274615.881	2030519.088
776	274526.794	2030522.347
777	274475.359	2030652.933
778	274544.491	2030769.150
779	274585.815	2030957.327
780	274480.073	2031270.791
781	274388.031	2031274.197
782	274369.481	2031468.060
783	274472.174	2031642.563
784	274508.894	2031735.688
785	274353.669	2031741.939
786	274261.783	2031749.441
787	274199.746	2031751.056
788	274167.748	2031753.978
789	274172.493	2031815.925
790	274143.268	2031847.823
791	274114.170	2031881.602
792	274069.908	2031929.399
793	274027.679	2031979.165
794	273871.588	2032019.532
795	273745.765	2031963.884
796	273638.983	2031972.228
797	273499.829	2031978.519
798	273403.930	2031986.293
799	273285.710	2032055.559
800	273300.671	2032239.285
801	273239.393	2032305.111
802	273211.251	2032338.991
803	273059.398	2032451.393
804	273076.595	2032672.074
805	273080.516	2032771.231
806	272946.138	2032823.419
807	272999.743	2032913.574

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
344	285183.6341	2021944.8255
345	285117.1406	2021890.6536
346	285076.5545	2021731.5732
347	284977.2760	2021649.2037
348	284884.6946	2021560.4495
349	284727.5427	2021599.8421
350	284668.4999	2021635.4846
351	284607.3213	2021669.2691
352	284581.1913	2021735.1008
353	284531.3056	2021605.5735
354	284377.2334	2021428.1649
355	284405.6286	2021366.2933
356	284518.9616	2021248.1190
357	284517.2649	2021152.9277
358	284249.7912	2021125.8006
359	284163.0575	2020983.5110
360	284158.8694	2020779.0768
361	284086.4606	2020659.9871
362	284011.4211	2020494.8718
363	283918.0061	2020341.9188
364	284049.8364	2020146.4813
365	284047.5387	2020007.1233
366	283983.4061	2019890.5983
367	283908.8779	2019818.8058
368	283875.1499	2019791.7268
369	283843.1740	2019760.5321
370	283716.5096	2019689.8768
371	283685.6911	2019374.5875
372	283927.8809	2019313.9779
373	283966.7922	2019227.4108
374	283988.3311	2019100.7396
375	284102.7034	2018932.4013
376	284058.2381	2018692.2150
377	283966.5247	2018701.6532
378	283805.8362	2018615.9881
379	283648.0943	2018595.2779
380	283586.2119	2018566.9643
381	283390.1221	2018541.4819
382	283385.6930	2018316.0151
383	283380.8308	2018269.1285
384	283378.6273	2018147.9256
385	283340.7273	2018117.0191
386	283290.0921	2018025.8076
387	283234.4752	2017933.7663
388	283243.5665	2017498.7952
389	283172.4448	2017382.6821
390	283136.6797	2017287.5400

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
808	273011.008	2033186.805
809	273111.966	2033213.955
810	273206.438	2033300.639
811	273270.174	2033326.901
812	273336.164	2033356.126
813	273404.734	2033478.435
814	273408.006	2033567.525
815	273410.803	2033598.493
816	273412.722	2033662.576
817	273512.027	2033746.989
818	273579.570	2033836.317
819	273639.719	2033800.620
820	273806.660	2034009.459
821	274027.843	2034049.368
822	274031.749	2034165.576
823	274041.276	2034274.410
824	274047.426	2034428.568
825	274067.138	2034675.238
826	274003.072	2034710.204
827	274062.228	2034760.881
828	274101.701	2034800.717
829	274037.267	2034947.956
830	273958.615	2034991.842
831	273931.370	2035056.712
832	273859.343	2035178.355
833	273721.465	2035254.938
834	273536.732	2035203.642
835	273426.066	2035248.462
836	273390.234	2035337.903
837	273579.801	2035386.816
838	273581.485	2035448.909
839	273752.244	2035686.598
840	273794.512	2035873.767
841	273896.100	2036045.289
842	273933.510	2036134.419
843	273780.812	2036181.616
844	273754.508	2036245.478
845	273670.686	2036387.967
846	273805.744	2036583.562
847	273864.334	2036774.745
848	273931.317	2036871.165
849	274040.463	2036850.613
850	274154.765	2036747.404
851	274280.117	2036711.825
852	274408.494	2036627.939
853	274569.430	2036634.348
854	274946.935	2036569.679



Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
391	283071.2329	2017234.2469
392	283039.3688	2017204.0481
393	282974.0272	2017150.7541
394	283008.0403	2016881.9006
395	283079.9038	2016724.1083
396	283037.1267	2016645.3192
397	282912.6842	2016595.5660
398	282954.8814	2016311.1214
399	282959.3439	2015831.3646
400	283051.3398	2015505.8430
401	282990.6173	2015345.8829
402	282922.1288	2015257.7500
403	282916.0300	2014987.2431
404	282841.0635	2014925.4212
405	282882.6844	2014815.6840
406	282981.8504	2014695.3387
407	283097.9246	2014573.0334
408	283055.7645	2014455.1565
409	282943.7361	2014409.6911
410	282898.7018	2014328.1594
411	282797.5157	2014211.7189
412	282761.7559	2014117.5732
413	282551.3350	2014139.1958
414	282444.6645	2014015.1793
415	282410.9656	2013954.0026
416	282343.0444	2013841.6191
417	282330.9198	2013722.9631
418	282367.9850	2013537.2182
419	282155.3946	2013319.1809
420	282091.8156	2012943.7014
421	282037.4665	2012890.7282
422	281910.7648	2012868.2387
423	281879.8445	2012838.0303
424	281810.0201	2012811.0271
425	281587.3892	2012576.5009
426	281536.7726	2012300.7370
427	281435.5573	2012183.3056
428	281516.1940	2012004.9286
429	281513.6603	2011845.6446
430	281444.4387	2011778.5583
431	281311.6889	2011755.3649
432	281191.0784	2011701.3687
433	280918.9849	2011680.4134
434	280840.1010	2011535.7189
435	280737.4316	2011477.6478
436	280596.9692	2011343.5028
437	280372.6075	2011417.1162
438	280181.3152	2011186.7872
439	279718.8184	2010866.2041
440	279661.0082	2010770.4301

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
855	275051.188	2036501.249
856	275111.594	2036335.017
857	275381.131	2036346.027
858	275509.445	2036427.672
859	275502.841	2036585.633
860	275368.464	2036653.860
861	275414.096	2036931.115
862	275649.584	2037194.077
863	275750.959	2037177.943
864	276047.273	2037283.753
865	276073.768	2037425.604
866	276088.742	2037440.819
867	276185.505	2037464.156
868	276251.803	2037566.570
869	276196.379	2037680.259
870	276171.267	2037746.983
871	276141.861	2037808.000
872	276124.011	2037980.595
873	276442.465	2038019.832
874	276439.176	2038199.675
875	276560.093	2038291.819
876	276554.607	2038518.963
877	276459.075	2038835.733
878	276425.257	2038907.983
879	276399.488	2039063.067
880	276254.122	2039166.183
881	276144.929	2039253.930
882	276079.975	2039527.830
883	276123.144	2039830.358
884	276178.464	2039916.291
885	276101.497	2040039.314
886	276072.027	2040284.012
887	276087.703	2040395.431
888	275937.024	2040612.210
889	275942.434	2041172.931
890	275854.634	2041299.625
891	275846.214	2041410.552
892	275927.940	2041450.781
893	276035.337	2041517.613
894	276158.560	2041564.442
895	276311.383	2041720.978
896	276351.026	2041831.010
897	276519.987	2042021.571
898	276703.037	2042161.259
899	276855.967	2042318.683
900	276943.203	2042351.654
901	276987.661	2042557.733
902	276982.423	2042805.911
903	276855.995	2043008.229
904	276838.244	2043197.984

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
441	279585.5743	2010632.4535
442	279479.1166	2010530.4785
443	279411.7106	2010475.2237
444	279376.0576	2010383.0736
445	279201.8469	2010270.1340
446	279131.5949	2010085.7114
447	279010.3766	2009970.5101
448	278752.9724	2009792.3143
449	278860.2353	2009555.1659
450	278829.6366	2009377.3783
451	278815.9489	2009299.9249
452	278747.5278	2009211.8018
453	278746.6446	2009180.7018
454	278743.7520	2009149.7353
455	278738.9733	2008934.4547
456	278636.1187	2008908.3904
457	278540.4205	2008850.9135
458	278135.8458	2008846.0051
459	278041.2025	2008788.4077
460	277833.3069	2008767.6433
461	277688.4108	2008591.7163
462	277582.9625	2008505.7912
463	277440.7378	2008341.6813
464	277384.5878	2008207.5864

Número de vértice	Coordenadas UTM	
	X	Y
905	276796.269	2043285.720
906	276505.344	2043370.390
907	276438.339	2043458.753
908	276329.583	2043536.422
909	276302.909	2043577.257
910	276368.156	2043627.533
911	276405.589	2043666.399
912	276403.480	2043765.959
913	276457.260	2044145.090
914	276741.125	2044360.988
915	276913.406	2044539.331
916	276974.520	2044706.353
917	277085.427	2044731.850
918	277155.760	2044765.794
919	277252.153	2044950.673
920	277350.964	2045026.135
921	277416.683	2045117.485
922	277540.451	2045258.644
923	277534.871	2045550.006
924	277401.517	2045619.210
925	277364.543	2045772.985
926	277318.071	2045818.922
927	277291.011	2045853.671
928	277434.776	2045907.351
929	277568.470	2045776.916

### IV.3 Medio abiótico

#### IV.3.1 Clima

De acuerdo con la carta de Climas del INEGI (en una escala de 1:250,000) en el Sistema Ambiental Regional (SAR) se presentan los siguientes climas:

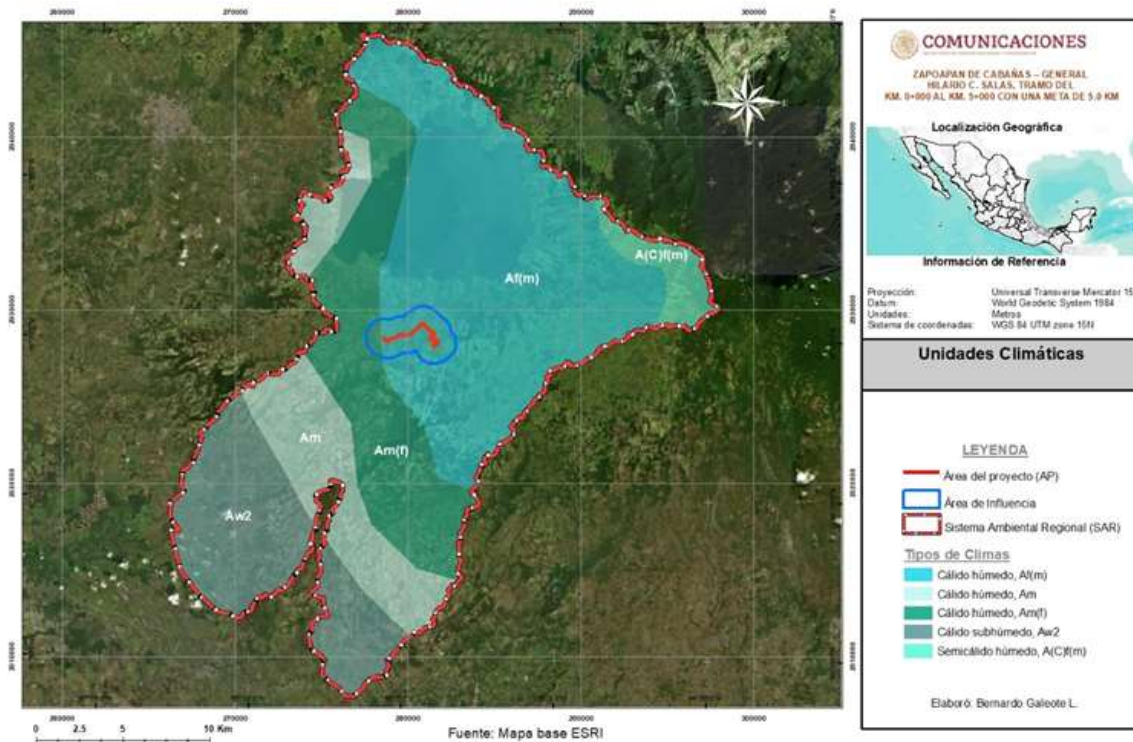
**Cuadro 3. Climas en el SAR**

Clave	Tipo	SAR		AI		DDV	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Am	Cálido húmedo	7,773.34	14.73%		0.00%		0.00%
Am(f)	Cálido húmedo	10,339.13	19.60%	137.23	11.54%		0.00%
Af(m)	Cálido húmedo	23,397.93	44.35%	1,052.00	88.46%	5.83	100.00%
Aw2	Cálido subhúmedo	9,411.23	17.84%		0.00%		0.00%
A(C)f(m)	Semicálido húmedo	1,835.24	3.48%		0.00%		0.00%
<b>Total</b>		<b>52,756.9018</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,189.2405</b>	<b>100.00%</b>	<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>

Según la carta temática del INEGI consultada, estos climas se caracterizan de la siguiente manera:

- Am: Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de precipitación invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Aw2: Cálido subhúmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. precipitación del mes más seco entre 0 y 60 mm; lluvias de verano con índice P/T mayor de 55.3 y porcentaje de lluvia invernal del 5% al 10.2% del total anual.
- Am(f): Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco menor de 60 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.
- Af(m): Cálido húmedo, temperatura media anual mayor de 22°C y temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias entre verano e invierno mayores al 18% anual.
- (A)C(m)(f): Semicálido húmedo del grupo C, temperatura media anual mayor de 18°C, temperatura del mes más frío menor de 18°C, temperatura del mes más caliente mayor a 22°C. Precipitación anual mayor a 500 mm y precipitación del mes más seco mayor de 40 mm; lluvias de verano y porcentaje de lluvia invernal mayor al 10.2% del total anual.

Específicamente, para el Derecho de Vía (DDV) y el Área de Influencia (AI) se presenta principalmente los climas Am(f) y Af(m), como se puede observar en la siguiente figura.



**Figura 11. Tipos de Climas presentes en el SAR, AI y DDV**

### IV.3.2 Precipitación

Aunado a la visión general del clima descrito anteriormente, es importante conocer las condiciones climatológicas del área de estudio, se consultó la red de estaciones climatológicas<sup>4</sup> de la Comisión Nacional del Agua y del Servicio Meteorológico Nacional, decidiendo utilizar las normales climatológicas de las estaciones meteorológicas en operación y más cercanas al área del Proyecto y del SAR.

**Cuadro 4. Datos de las estaciones meteorológicas consultadas**

No.	Nombre	Latitud	Longitud	Altura (m.s.n.m)	Periodo
30033	Coyame (CFE)	18°26'15" N	095°01'32" W	342	1951-2010
30022	Catemaco	18°25'10" N	095°06'49" W	354	1951-2010

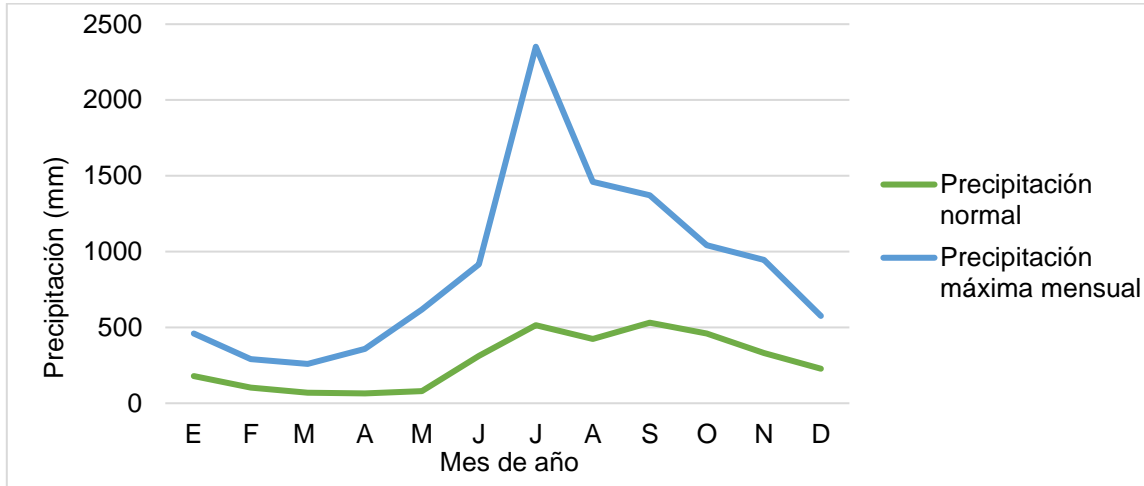
En el siguiente Cuadro se presenta los promedios de las normales climatológicas.

**Cuadro 5. Datos promedio de las normales climatológicas de la estación más cercana**

Variables	Meses del año											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Temperatura máxima normal	24.25	25.65	28.2	30.5	31.7	30.75	29.45	29.6	29.35	27.85	26.45	24.8
Temperatura media normal	20.25	21.15	23.35	25.55	26.85	26.5	25.45	25.55	25.35	24	22.5	20.9
Temperatura mínima normal	16.3	16.7	18.55	20.6	22	22.25	21.55	21.45	21.35	20.15	18.5	17.05
Precipitación normal	178.1	103.9	70.2	64.85	80.4	312.1	514.35	424.55	531.25	460.65	330.9	227.4
Precipitación máxima mensual	459.5	292	259.3	358.5	617.4	915.2	2351.4	1460.9	1371.8	1042.8	945.5	575.9
Número de días con lluvia	11.4	8.15	5.75	4.45	5.15	13	18.1	17.65	18.1	16	13.6	12.55
Evaporación total normal	62.2	76.95	114.9	145.4	150.6	127.1	118.1	104.9	89.25	76.15	64.25	56.6
Niebla	3.95	2.9	2.15	1.45	1.1	1.8	1.9	2.05	1.9	2.1	2.45	2.8
Granizo	0	0	0	0	0.05	0	0	0	0	0	0	0
Tormenta eléctrica	0.15	0.1	0.15	0.5	1.4	4.05	6.25	5.75	4.05	1.6	0.5	0.2

Así, de acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 274.87, la precipitación máxima mensual se registra en el mes de mayo. De tal manera que, la temporada con mayor registro de precipitaciones se encuentra entre los meses de julio a septiembre. Para mayor detalle ver la siguiente figura.

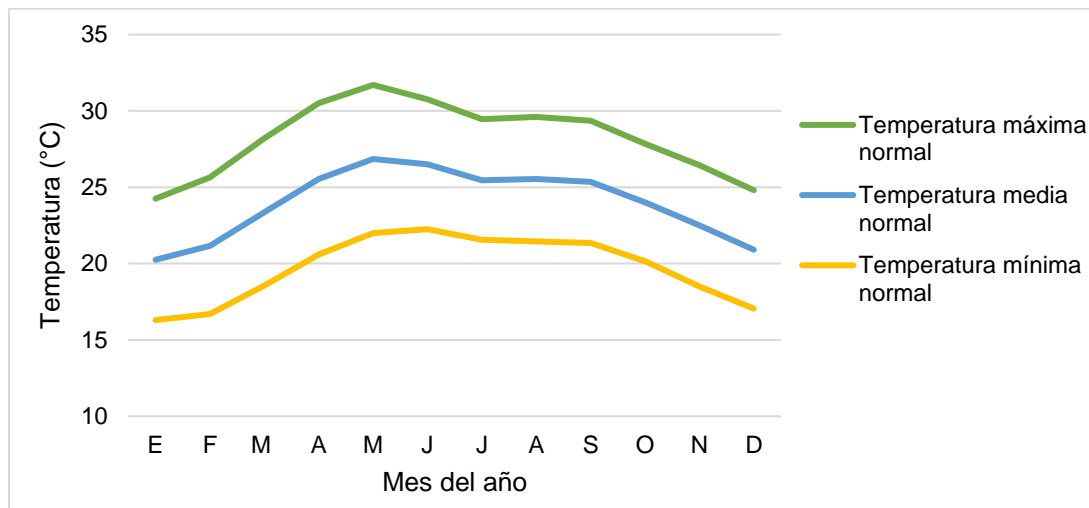
<sup>4</sup> <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/informacion-climatologica/informacion-estadistica-climatologica>



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

### IV.3.3 Temperatura

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



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



### IV.3.4 Fenómenos meteorológicos

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

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

#### IV.3.4.1 Grado de riesgo por bajas temperaturas

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

Con base en el Atlas nacional de riesgos elaborado por CENAPRED (Centro Nacional de Prevención de Desastres) el SAR del proyecto presenta riesgo "Muy bajo" a "Bajo", mientras que, para el área de influencia, únicamente se presenta la categoría de "Muy bajo riesgo" a bajas temperaturas.



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

#### IV.3.4.2 Grado de riesgo por ciclones tropicales

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

Con base en este Atlas el SAR presenta riesgo “Bajo” a “Medio, mientras que la totalidad del AI está en la categoría de riesgo “Bajo” a ciclones tropicales. Para el DDV, la totalidad de este tendrá un grado de riesgo “Bajo”.

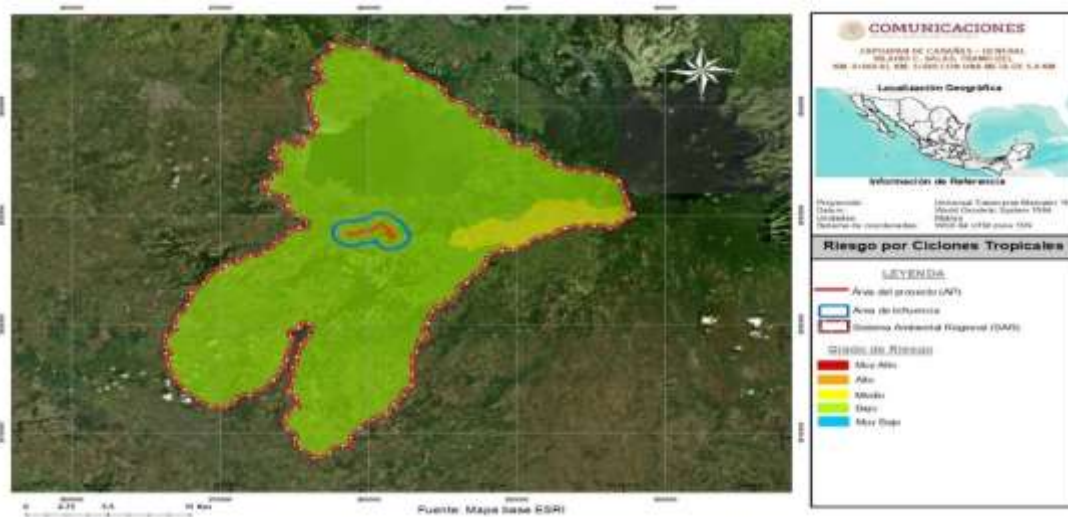
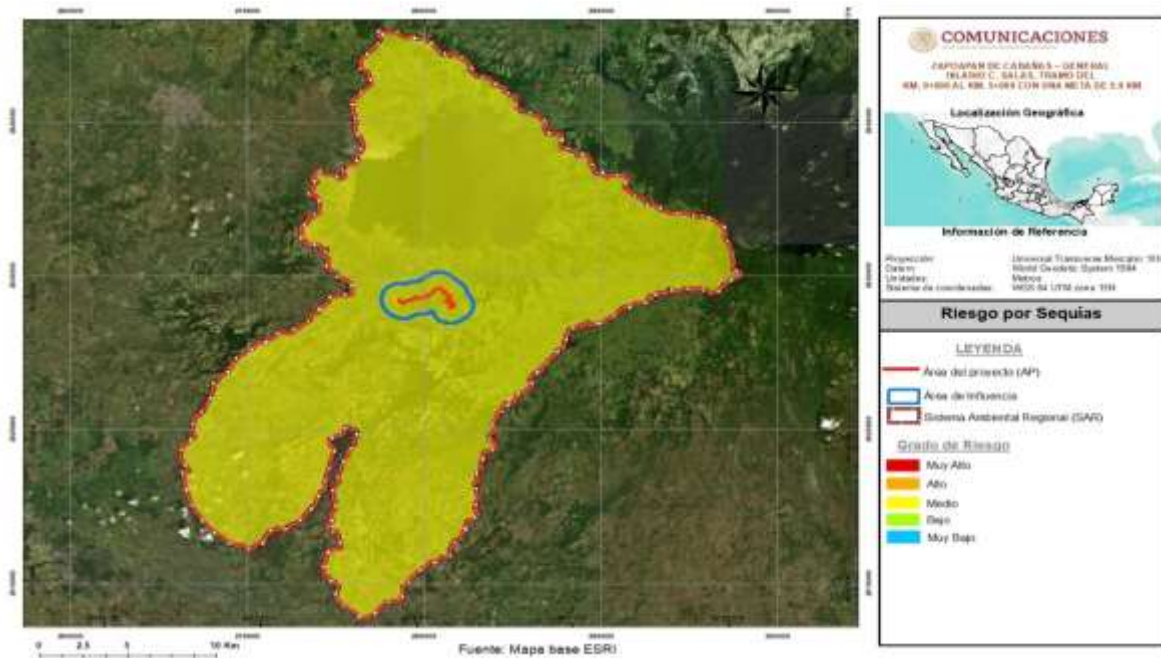


Figura 15. Riesgo por ciclones tropicales en el SAR, AI y DDV

#### IV.3.4.3 Grado de riesgo por sequías

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



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

#### IV.3.4.4 Grado de riesgo por inundaciones

Se conoce como inundación a aquel evento que debido a la precipitación (lluvia, nieve o granizo), oleaje, marea de tormenta, o falla de alguna estructura hidráulica provoca un incremento en el nivel de agua de los ríos o el mar mismo, generando invasión y daños en la población, agricultura, ganadería e infraestructura.

De la superficie total del SAR, una parte presenta un riesgo por inundación “Medio”, específicamente la zona norte. Hacia la parte este del SAR, una pequeña porción presenta riesgo “Muy alto” a inundaciones. La superficie restante al sur del SAR tiene riesgo “Medio”. En lo que respecta al AI y DDV del proyecto, estos se ubican en una zona con categoría de riesgo “Medio”.

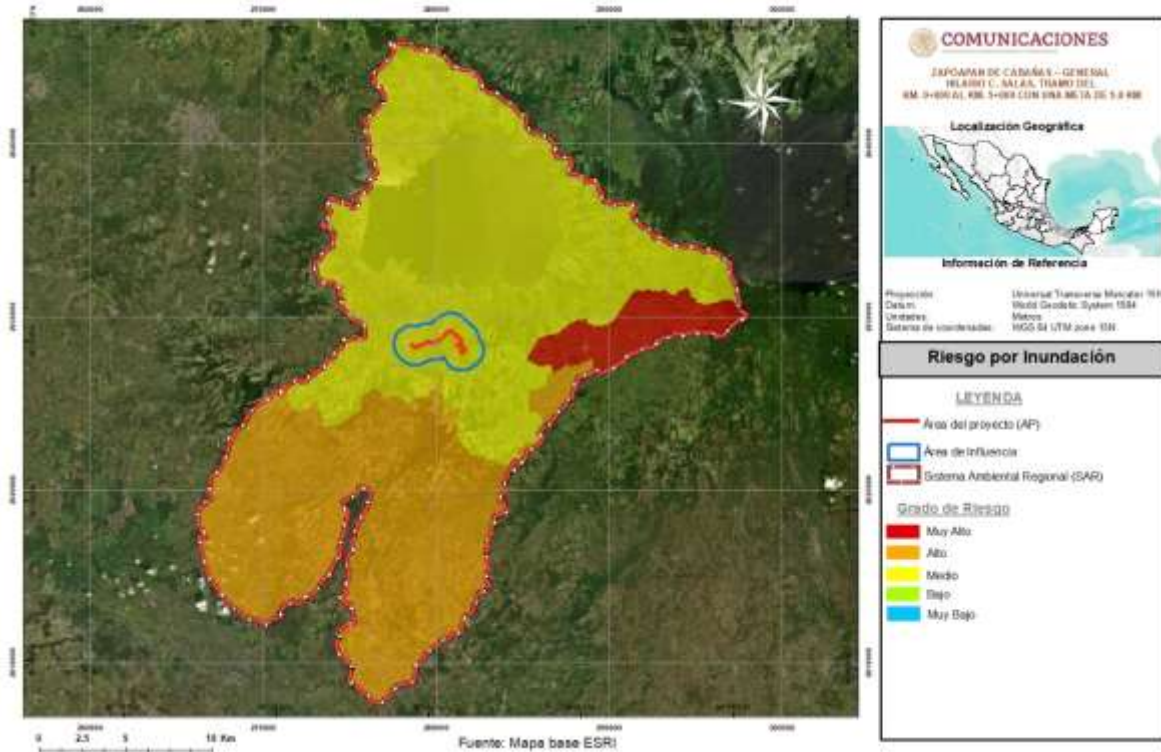


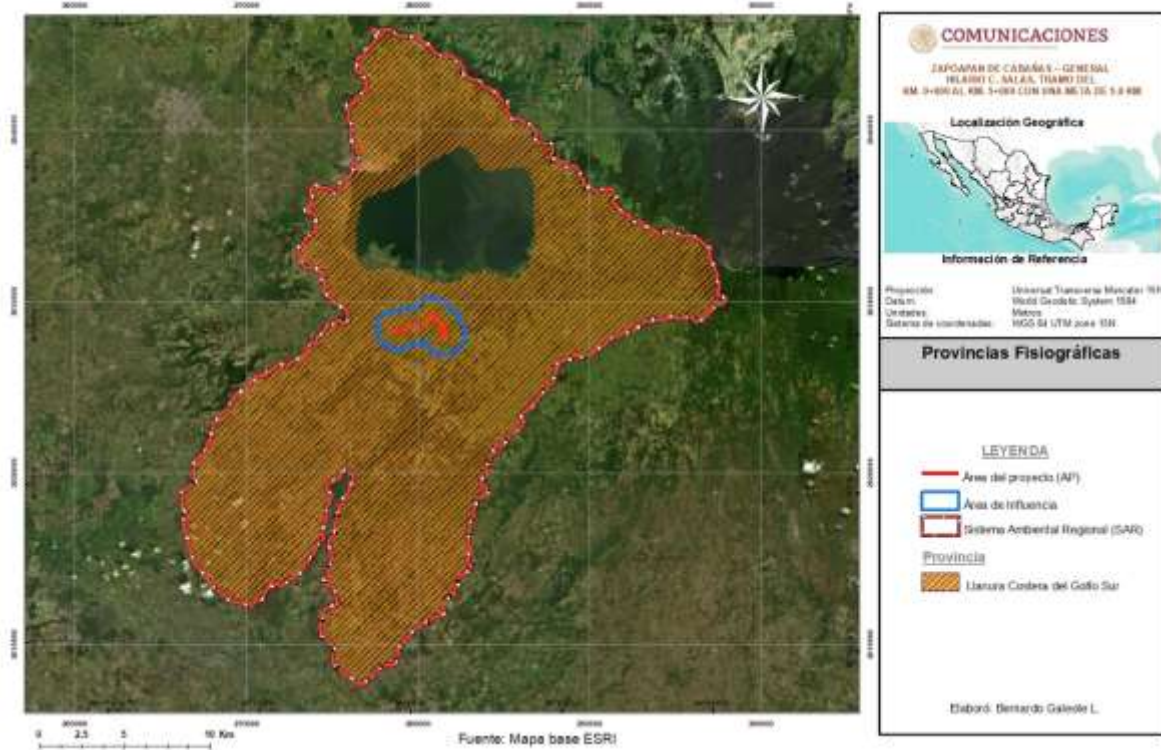
Figura 17. Riesgo por inundaciones en el SAR, AI y DDV

#### IV.3.5 Fisiografía

Respecto a la fisiografía del SAR, se señala que la totalidad de este recae en la provincia fisiográfica “Llanura Costera del Golfo Sur”. De acuerdo con el “Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz” la provincia sobre la que recae el SAR presenta las siguientes características:

- Llanura Costera del Golfo Sur: esta provincia, que ocupa casi la mitad del territorio veracruzano, es, a diferencia de la del Golfo Norte, una llanura costera de fuerte aluvionamiento por parte de los ríos, los más caudalosos del país (incluyendo el Papaloapan, el Coatzacoalcos, el Grijalva y el Usumacinta), que la atraviesan para desembocar en el sector sur del Golfo de México. Abundan suelos profundos formados por materiales depositados por los ríos, pues en esta región desembocan algunos de los más caudalosos de México, como el Grijalva, el Usumacinta, el Coatzacoalcos y el Papaloapan. Es de destacar también el lago de Catemaco, enorme caldera volcánica.





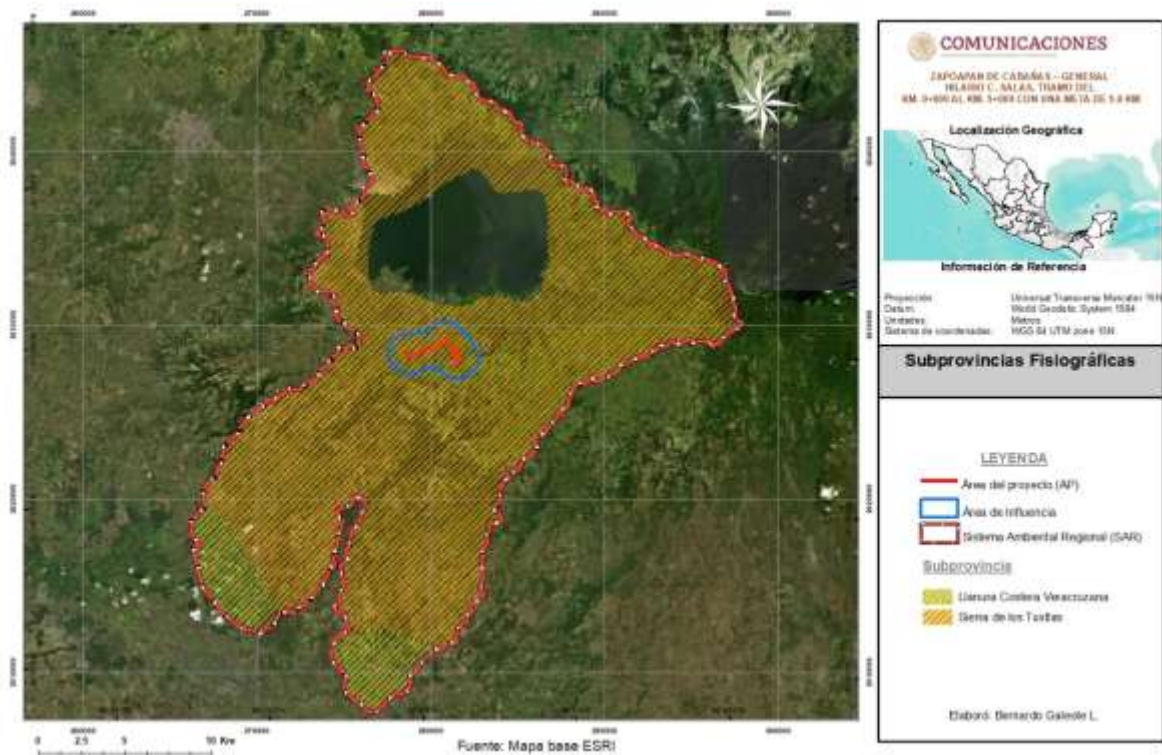
**Figura 18. Fisiografía en el SAR, AI y DDV.**

Con respecto a las subprovincias, el SAR se encuentra inmerso en la discontinuidad fisiográfica “Sierra de los Tuxtlas” y en la subprovincia “Llanura Costera Veracruzana”, la cual se describe a continuación:

- Discontinuidad fisiográfica Sierra de los Tuxtlas: la sierra volcánica de Los Tuxtlas interrumpe en forma abrupta la continuidad de la Llanura Costera del Golfo Sur. Toda ella, con su extensión de 3,681.79 km<sup>2</sup>, queda dentro del estado, abarcando la totalidad de Catemaco y parte de otros nueve municipios. Es de laderas tendidas en el oeste, escarpadas en el este y asociada siempre con lomeríos. Esta discontinuidad incluye el estratovolcán San Martín Tuxtla, de 1,650 msnm, el Martín Pajapan, de 1,200 msnm y el Santiago, de 850 msnm, así como otros aparatos volcánicos menores. Sobre la costa y hacia el sur, en la parte central de Los Tuxtlas, se tienen las grandes calderas gemelas de Sontecomapan y Catemaco. La mayor parte del resto de la subprovincia es de lomeríos, de diversos tipos de materiales basálticos, asociados con cañadas.



- Llanura Costera Veracruzana: se distingue por la presencia de lomeríos suaves, ubicados al este y noroeste, y en una mayor extensión se identifican llanuras con sistemas lagunares permanentes que ocupan extensas superficies. De los rasgos fisiográficos representativos del acuífero, se distinguen zonas de llanuras inundables, barras, dunas, llanuras costeras con dunas y en el extremo oriental, lomeríos suaves con llanos asociados. Los rasgos fisiográficos se caracterizan por una topografía relativamente plana con alturas menores a los 50 metros sobre el nivel del mar, que disminuyen suavemente hacia el este hasta la línea de costa, formando la Llanura Costera. Además de estos rasgos fisiográficos, existe una zona de dunas de poca altura ubicadas al noroeste del Puerto de Veracruz.



**Figura 19. Subprovincias presentes en el SAR, AI y DDV.**

#### IV.3.5.1 Sistema de topoformas

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

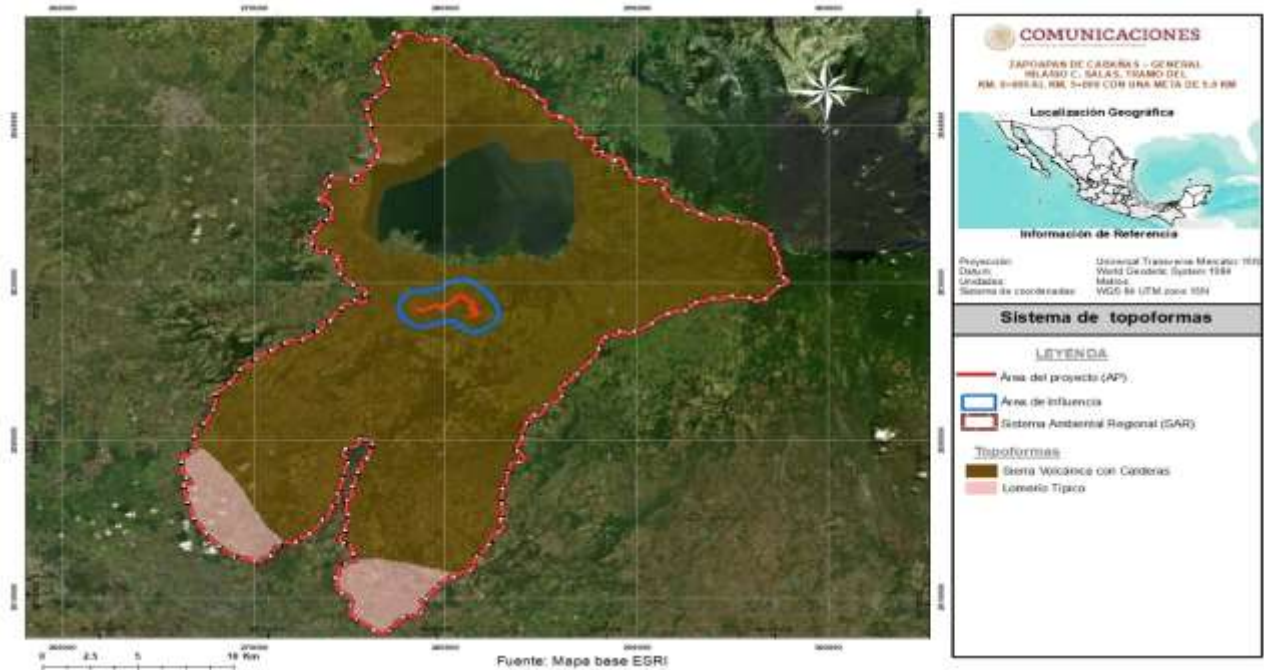


Figura 20. Sistema de topofomas en el SAR, AI y DDV

#### IV.3.6 Geología y geomorfología

En cuanto a la geología, de acuerdo con la carta geológica del INEGI, el SAR está representada por rocas de las clases ígnea extrusiva y sedimentaria. En el cuadro siguiente se enlistan los diferentes tipos de rocas que se desarrollan en el SAR de acuerdo con las clases antes mencionadas.



Figura 21. Geología en el SAR, AI y DDV.

**Cuadro 6. Geología en SAR, AI y DDV**

Clase	Tipo	SAR		AI		DDV	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Ígnea extrusiva	Toba basáltica-Basalto	32,140.68	60.92%	1,189.2405	100.00%	5.83	100.00%
	Andesita-Basalto	388.84	0.74%		0.00%		0.00%
	Brecha volcánica basáltica-Basalto	3,231.41	6.13%		0.00%		0.00%
	Andesita-Toba andesítica	7,822.58	14.83%		0.00%		0.00%
Sedimentaria	Aluvial	1,509.15	2.86%		0.00%		0.00%
	Lagunar	377.95	0.72%		0.00%		0.00%
No aplicable	Cuerpo de agua	7,286.26	13.81%		0.00%		0.00%
<b>Total</b>		<b>52,756.9018</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,189.2405</b>	<b>100.00%</b>	<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>

Respecto a los tipos de rocas, a continuación, se hace una descripción general.

- Aluvión Q (al): Suelo formado por el depósito de materiales sueltos (gravas y arenas) provenientes de rocas preexistentes, que han sido transportados por corrientes superficiales de agua. Este nombre incluye a los depósitos que ocurren en las llanuras de inundación y los valles de los ríos.
- Basalto Ts (B): Roca volcánica que consiste en plagioclasa cálcica.
- Brecha volcánica básica (Bvb): Roca piroclástica cuya composición mineralógica es similar a la roca basáltica.
- Toba básica (Tb): Roca de origen explosivo, formada por material volcánico suelto o consolidado. Comprende fragmentos de diferente composición mineralógica y tamaños menores de 4 mm.
- Conglomerado (cg): Roca de grano grueso mayores a los 2 mm a más de 250 mm (gravilla 2-4 mm, matatena 4-6 mm, guijarro 64 - 256 mm y peñasco > 256 mm); de formas esféricas a poco esféricas y de grado de redondez anguloso a bien redondeados. Por la presencia de arcillas (matriz y/o cementante) se diferencian los siguientes tipos de conglomerados: ortoconglomerados (matriz 15%) y paraconglomerados (matriz > 15%).
- Lutita (lu): Roca constituida por material terrígeno muy fino (arcillas) 1/256 mm. Debido al tamaño de sus componentes no es posible una clasificación más precisa. Por la presencia de minerales accesorios se tienen: lutitas calcáreas, lutitas rojas o férricas, lutitas carbonosas y lutitas silíceas.
- Arenisca (Ar): Roca constituida por minerales, fragmentos del tamaño de la arena 1/16 mm a 2 mm. Se pueden clasificar en forma general por el porcentaje de matriz (material que engloba a los fragmentos) en arenitas (0-15 %) y wacas (15-75%), por su contenido de minerales (cuarzo, feldespatos y fragmentos de roca) en: arcosas, ortocuarcitas y litarenitas, Grawvaca (lítica o feldespática)
- Residual (re): Conformado por una capa de material intemperizado, de rocas preexistentes, que no ha tenido transporte alguno.



### IV.3.7 Susceptibilidad

#### IV.3.7.1 Susceptibilidad de la zona por sismicidad

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

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

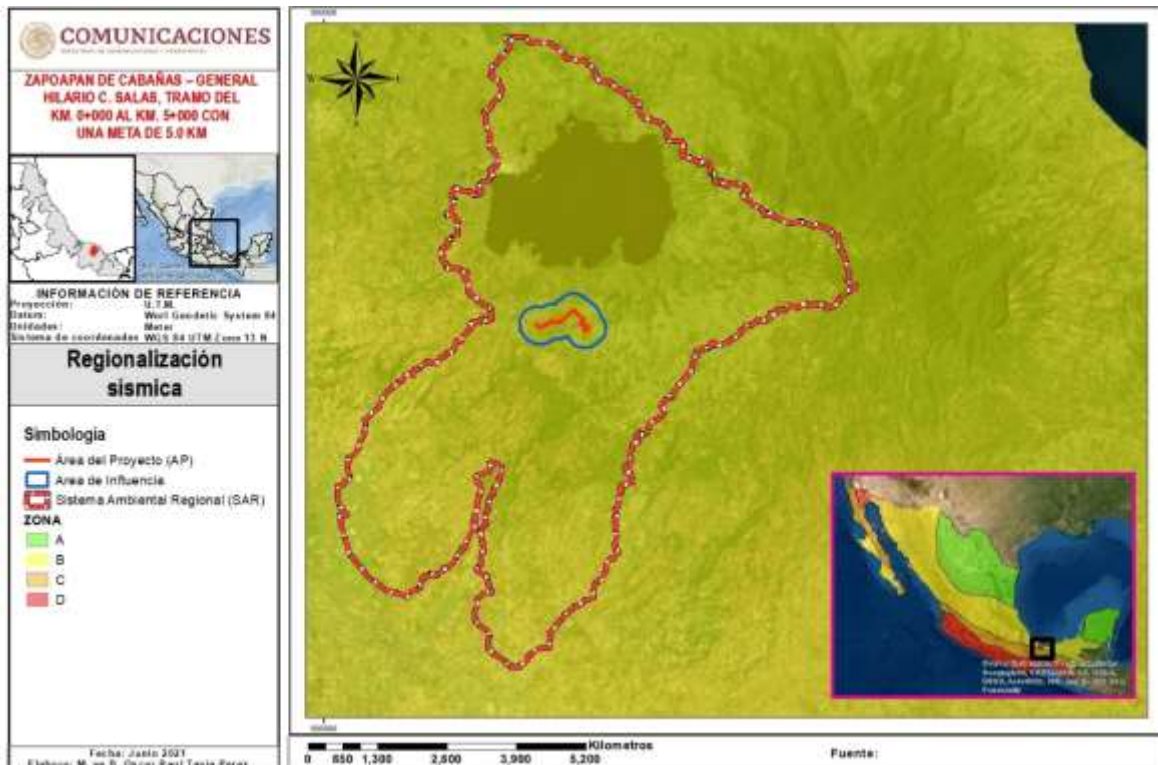
Debido a la intensa actividad entre las placas tectónicas ubicadas en el lado oeste del país, la zona de mayor actividad sísmica se encuentra en los estados de la costa del Pacífico. Gracias a los registros sísmicos de las redes de detección instaladas en territorio mexicano, se puede ver una intensa actividad sísmica que se concentra principalmente entre Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco, así como en la parte norte de la península de Baja California, en la región de Mexicali.

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

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

- Zona D, de muy alta intensidad. Aquí es donde se han originado los grandes sismos históricos, y la ocurrencia de sismos es muy frecuente, además de que las aceleraciones del suelo sobrepasan el 70% de la aceleración de la gravedad.

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



**Figura 22. Regionalización sísmica en el SAR, AI y AP**

#### IV.3.7.2 Susceptibilidad de la zona a derrumbes, flujos y deslizamientos

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



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

- Un derrumbe se define como el desprendimiento violento de suelo y de fragmentos aislados de rocas que se originan en pendientes empinadas y acantilados, por lo que el movimiento es prácticamente de caída libre, rodando y rebotando
- Los flujos son movimientos de suelo y de fragmentos de rocas pendiente abajo de una ladera, en donde sus partículas se mueven entre sí dentro del volumen que se mueve o desliza sobre una superficie de falla. Los flujos pueden ser muy lentos, o incluso, muy rápidos; la velocidad está determinada por la cantidad de agua existente en el volumen de materiales.
- Los deslizamientos son movimientos de materiales térreos (rocas, suelo y su combinación) pendiente abajo, delimitados por una o varias superficies de falla o ruptura. Estas superficies de falla pueden ser curvas y/o planas, y son, sobre ellas, que deslizan los materiales colapsados de una ladera.

Cada año, en las zonas montañosas de México ocurren numerosos casos de inestabilidad de laderas, causando decesos y cuantiosos daños materiales, principalmente en los estados de Puebla, Veracruz, Oaxaca, Guerrero y Chiapas. Su ocurrencia es el resultado de la combinación de factores climáticos, geológicos, hidrológicos, geomorfológicos y antropogénicos. Para el presente estudio se realizó la consulta del Conjunto de Datos Vectoriales de Susceptibilidad de Deslizamiento en Laderas del CENAPRED, basado en factores topográficos, geotécnicos, históricos, geomorfológicos y ambientales. A partir de dicha información se definió que el SAR no recae en alguna zona potencial a deslizamiento de laderas. La más cercana se ubica a 109.64 km de distancia es la denominada “Pacífico sur”.

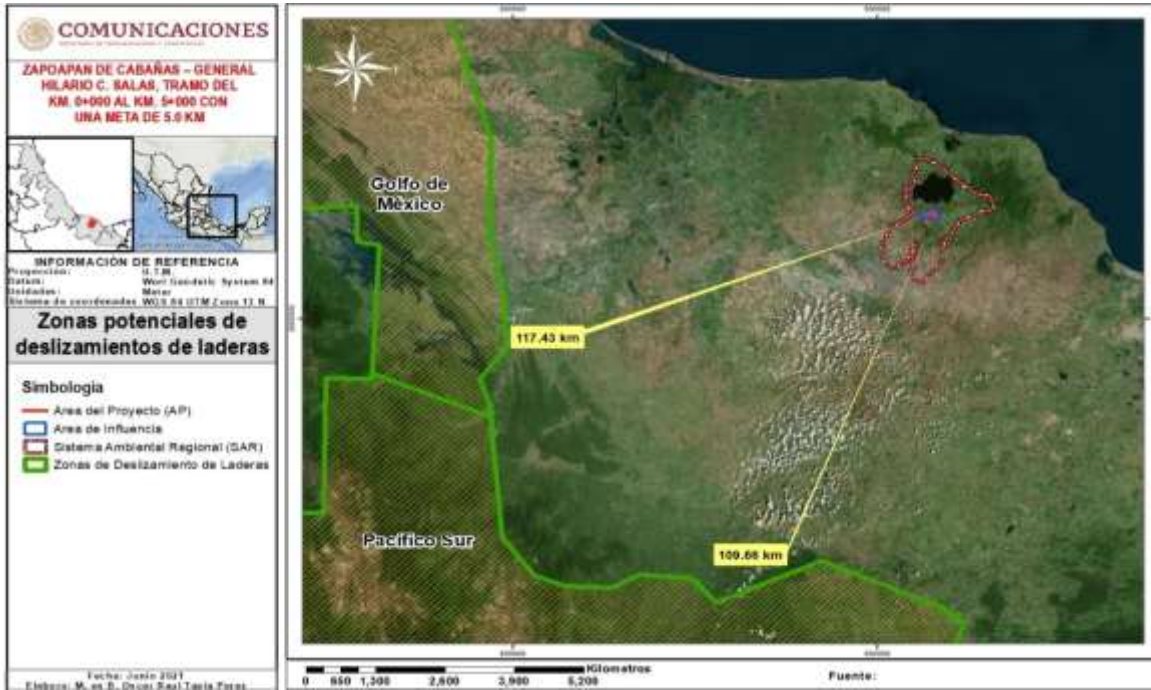


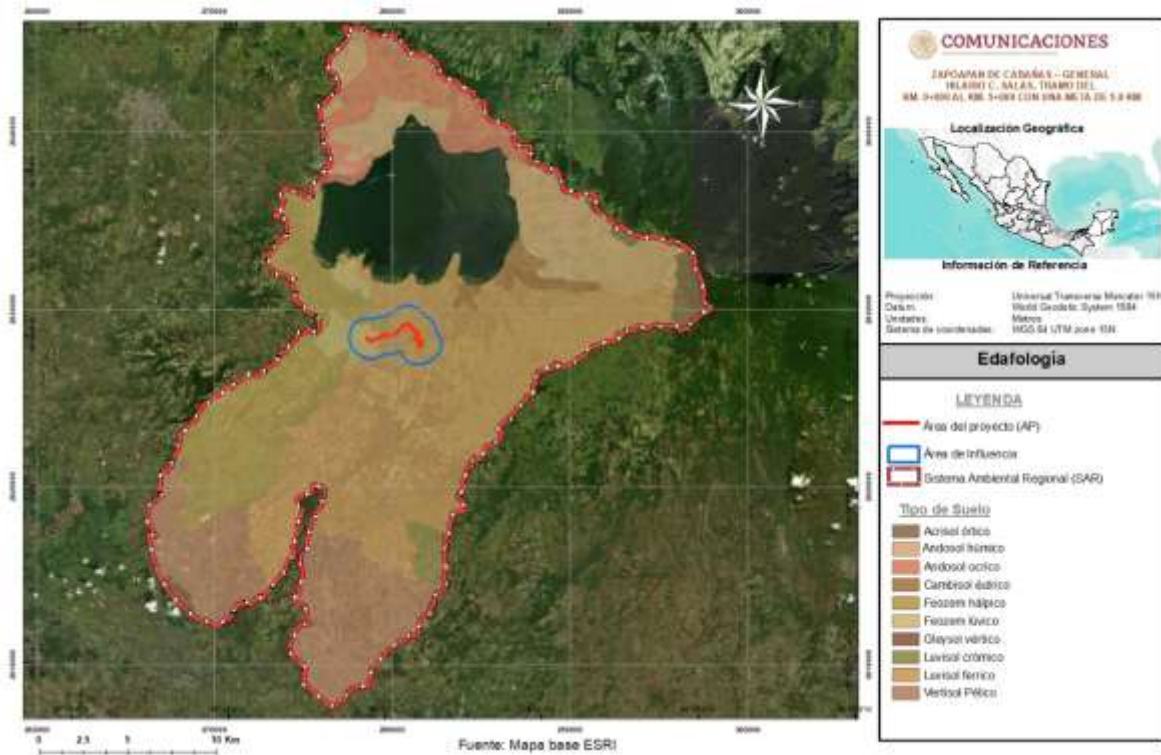
Figura 23. Zonas potenciales a deslizamiento en el SAR, AI y DDV

#### IV.3.8 Edafología

Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), en el SAR se presentan las siguientes unidades de suelos:

Cuadro 7. Unidades de suelo presentes en el SAR, AI y DDV

Clave	Edafología	SAR		AI		DDV	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Ao	Acrisol Ortico	819.06	1.55%		0.00%		0.00%
Th	Andosol Humico	5,295.43	10.04%		0.00%		0.00%
To	Andosol Ocrico	3,614.61	6.85%		0.00%		0.00%
Be	Cambisol Eutrico	828.72	1.57%		0.00%		0.00%
Hh	Feozem Haplico	7,183.05	13.62%	109.61	9.22%	0.33	5.77%
Hi	Feozem Luvico	842.60	1.60%	235.71	19.82%	1.14	19.93%
Gv	Gleysol Vertico	173.16	0.33%		0.00%		0.00%
Lc	Luvisol Cromico	597.61	1.13%		0.00%		0.00%
Lf	Luvisol Ferrico	18,004.85	34.13%	843.91	70.96%	4.25	74.30%
Vp	Vertisol Pelico	8053.9	15.27%		0.00%		0.00%
H2O	Cuerpo de agua	7,343.88	13.92%		0.00%		0.00%
<b>Total</b>		<b>52,756.9018</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,189.2405</b>	<b>100.00%</b>	<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 24. Unidades de suelo presentes en el SAR, AI y DDV**

A continuación, se enuncian las características de los diferentes tipos de suelos presentes en el SAR, de acuerdo con el “Atlas del patrimonio natural, histórico y cultural de Veracruz”:

- Luvisol: el término Luvisol deriva del vocablo latino luere que significa “lavar”, haciendo alusión al lavado de arcilla de los horizontes superiores para acumularse en una zona más profunda. Los Luvisoles son el 7.27 por ciento de los suelos del estado y se formaron en sierras, lomeríos y llanuras a partir de lutitas, calizas areniscas y rocas ígneas básicas. En ellos el horizonte A óctico es de color pardo rojizo o gris oscuro, muy delgado y con alto contenido de materia orgánica, aportada por las selvas mediana y alta. Su textura varía de migajón arenoso a arcillosa y el pH, de moderadamente ácido a ligeramente alcalino. Sus partículas forman una estructura de bloques subangulares de tamaño fino a grueso. El horizonte B argílico tiene textura arcillosa, color pardo rojizo y pH medianamente ácido. Su capacidad para retener nutrientes y cederlos a las plantas es moderada, la saturación con calcio y magnesio que presenta va de media a alta, el potasio se encuentra en cantidades bajas. Están dedicados a la agricultura de temporal en Misantla y Huatusco, y al cultivo de pastos en el área de Acayucan. En general son profundos, pero también susceptibles a la erosión.

- **Feozem:** el término Feozem deriva del vocablo griego phaios, que significa “oscuro”, y del ruso zemlja, que significa “tierra”, haciendo alusión al color oscuro de su horizonte superficial, debido al alto contenido de materia orgánica. Es el segundo tipo de suelo en extensión para el estado de Veracruz, ocupando el 14.04 por ciento de su superficie. Estos suelos son en su mayoría jóvenes, como los háplicos y calcáricos y tienen un horizonte A móllico, un B cámbico y un C subyacente, en menor proporción son maduros. Feozems lúvicos con presencia de un horizonte B argílico se encuentran situados entre los ríos Atoyac y Blanco. Su capa superficial tiene un espesor de 30 a 35 cm, es de color pardo grisáceo o gris oscuro, con abundante materia orgánica y nutrientes, su pH es de ligeramente alcalino a ligeramente ácido, con textura de migajón arenoso y arcilloso en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño variable. El horizonte subyacente B o C tiene un color pardo pálido amarillento o pardo rojizo, textura franca o de migajón arenoso, pH alcalino en forma ligera y capacidad de intercambio catiónico de media a alta. La saturación de las partículas de suelo con calcio magnesio y potasio es casi total, los dos primeros elementos son abundantes, el tercero se halla en cantidades variables. La denominación de horizonte argílico la obtiene cuando la acumulación de arcilla proveniente de la superficie es considerable. Por su buena fertilidad, los suelos de este tipo se dedican a cultivos de temporal y riego en los alrededores de Álamo, Tuxpan, Río Blanco, Papantla de Olarte, El Tamarindo, Santiago Tuxtla y otros
- **Acrisol:** el término acrisol deriva del vocablo latino acris que significa “muy ácido”, haciendo alusión a su carácter ácido y su baja saturación en bases, provocada por su fuerte alteración. Los Acrisoles representan el 7.09 por ciento de la superficie del estado, este tipo de suelo son formados a partir de calizas lutitas y areniscas. El horizonte A que presentan tiene un espesor de entre 8 y 12 cm, de color pardo, con textura de migajón arcilloso o de arcilla, y las partículas que los constituyen están estructuradas en forma de bloques angulares y subangulares de tamaño medio a grueso. Es rico en materia orgánica y moderado en su contenido de nutrientes. Subyacente al anterior se encuentra el horizonte B argílico, el cual tiene textura arcillosa, color pardo rojizo o amarillo rojizo, pH fuertemente ácido (de 4.2 a 4.4) y cantidades bajas de calcio, magnesio y potasio. Las limitantes para la utilización de estos suelos son la fuerte acidez y la pobreza de nutrientes, aspectos susceptibles a corregirse con la aplicación de cal y fertilizantes. En las inmediaciones de Zongolica, Eloxochitlan y Mecayapan hay abundante pedregosidad superficial, y en las sierras limítrofes con Chiapas tienen poca profundidad. Es común hallarlos en áreas que sustentan selvas medianas subperennifolias, bosques mesófilos de montaña y agricultura de temporal.
- **Andosol:** el término andosol deriva de los vocablos japoneses an que significa “negro” y do que significa “suelo”, haciendo alusión a su carácter de suelos negros de formaciones volcánicas. Los Andosoles ocupan el 3.24 por ciento de la superficie del estado de Veracruz. Son suelos derivados de cenizas volcánicas, en este caso provenientes del Cofre de Perote; en su mayor parte, son sueltos y esponjosos, de textura franca y de arenas migajosas con alto contenido de vidrio volcánico (Andosoles vítricos), someros o profundos y limitados por rocas ígneas extrusivas.



- Cambisol: el término cambisol deriva del vocablo latino *cambiare* que significa “cambiar”, haciendo alusión al principio de diferenciación de horizontes manifestado por cambios en el color, la estructura o el lavado de carbonatos, entre otros. Los Cambisoles ocupan el 12.90 por ciento de la superficie total del estado. Se localizan en lomeríos de pendientes suaves, sierras de laderas tendidas y algunas zonas de llanuras inundables, donde los climas son templados, semicálidos y cálidos, húmedos y subhúmedos, que propician el crecimiento de una variada gama de asociaciones vegetales. Estos suelos se formaron a partir de calizas, conglomerados, rocas ígneas y aluviones. Están constituidos por un horizonte A ócrico de color pardo amarillento, pardo rojizo, o gris oscuro, con textura de arena migajosa a migajón arcilloso, el cual descansa sobre un horizonte B cámbico cuyo color es pardo pálido, pardo rojizo oscuro o gris muy oscuro, en tanto que su textura varía de migajón arenoso a arcillo-arenoso.
- Gleysol: el término Gleysol deriva del vocablo ruso *gley* que significa “masa fangosa”, haciendo alusión a su exceso de humedad. En los sistemas de topografías denominados llanuras costeras e inundables, donde se acumula y estanca el agua, se encuentran los Gleysoles; estos suelos representan apenas 1.45 por ciento de la superficie estatal. Poseen la particularidad de presentar hidromorfismo a menos de 50 cm de profundidad (horizonte gléyco), que provoca la reducción de hierro. Son suelos arcillosos, de colores gris o pardo oliva, ricos en materia orgánica y que se agrietan cuando están secos.
- Vertisol: son los suelos más importantes, ya que representan el 17.07 por ciento de la superficie del estado. El término vertisol deriva del vocablo latino *vertere* que significa “verter” o “revolver”, haciendo alusión al efecto de batido y mezcla provocado por la presencia de arcillas hinchables. Se localizan en diferentes zonas en la entidad, pero en el noreste son más abundantes. Se han formado a través de lutitas, areniscas, calizas, conglomerados, rocas ígneas básicas y aluviones. El horizonte A que presentan es profundo, de textura arcillosa o de migajón arcilloso, que debido a su alto contenido de material fino (arcillas montmorinólicas) los hace compactos y masivos al estar secos y muy adhesivos y expandibles cuando se humedecen. Estos cambios provocan la formación de grietas en su superficie de por lo menos un centímetro de ancho.

#### **IV.3.8.1 Estado de conservación del suelo**

Dentro del SAR, según el mapa de Degradación del suelo de INEGI, se identifica degradación física y química en el SAR, tal como se muestra en el siguiente cuadro.

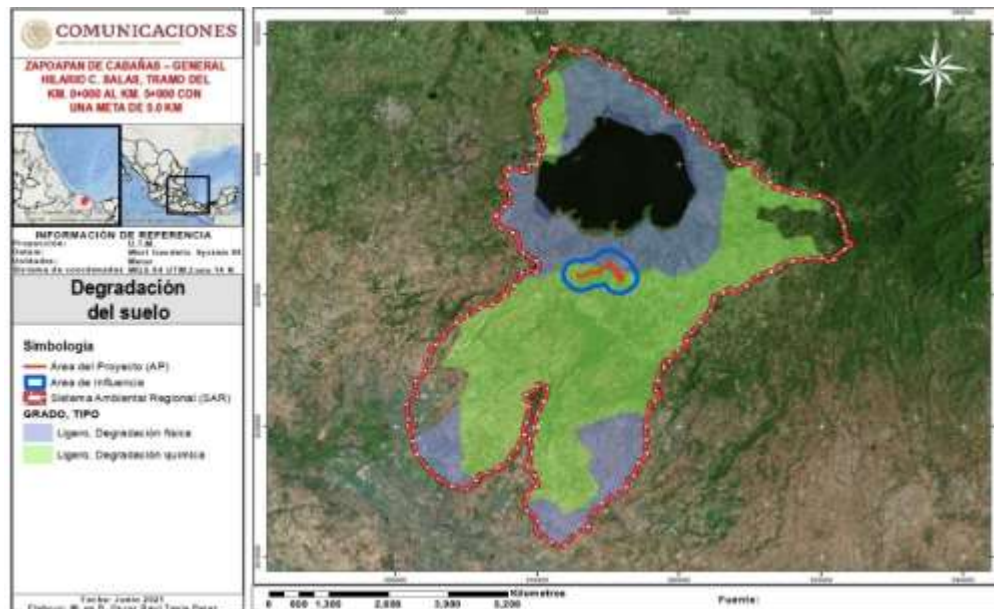


**Cuadro 8. Tipo y grado de degradación del suelo en el SAR, AI y DDV**

Tipo	Grado	Causa	SAR		AI		DDV	
			Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
Degradación física por compactación	Ligero	Sobrepastoreo	15,524.31	29.43%	377.82	31.77%	2.03	35.49%
Degradación química por declinación de la fertilidad y reducción del contenido de materia orgánica	Ligero	Actividades agrícolas	23,424.47	44.40%	641.95	53.98%	3.48	60.84%
	Ligero	Sobrepastoreo	2,686.52	5.09%	169.46	14.25%	0.21	3.67%
Sin información			11,121.57	21.08%		0.00%		0.00%
<b>Total</b>			<b>52,756.9018</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,189.2405</b>	<b>100.00%</b>	<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>

De acuerdo con SEMARNAT, la degradación química involucra procesos que conducen a la disminución o eliminación de la productividad biológica del suelo y está fuertemente asociado con el incremento de la agricultura, mientras que la degradación física se refiere a un cambio en la estructura del suelo cuya manifestación más notable es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua.

En el área de estudio la degradación del suelo es provocada principalmente por la pérdida de la cubierta forestal y el fomento a las actividades agrícolas y ganaderas; se emplean técnicas inadecuadas que, aunadas a la accidentada topografía de la región, favorecen este proceso y a su vez provocan el asolvamiento de ríos, arroyos y lagunas, con afectación directa en la actividad pesquera.



**Figura 25. Degradación del suelo en el SAR, AI y DDV**

### IV.3.9 Hidrología superficial y subterránea

#### IV.3.9.1 Región hidrológica y cuenca

La región hidrológica (RH) es un área delimitada por un parteaguas que al menos abarca dos cuencas hidrológicas, cuyas aguas fluyen a una corriente principal. Las regiones hidrológicas están subdivididas en cuencas hidrológicas, es decir, en superficies delimitadas por un parteaguas que fluyen hacia una corriente principal, o cuerpo de agua - de acuerdo con los criterios geográficos para delimitar cuencas hidrográficas- con la restricción de que ningún municipio puede pertenecer a dos o más regiones hidrológicas. De acuerdo con el Mapa de Regiones Hidrológicas de México, el SAR se encuentra inmerso en la RH28 denominada “Río Papaloapan”.

**Cuadro 9. Región Hidrológica en SAR, AI y DDV**

Clave	Región hidrológica	SAR		AI		DDV	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH28	Papaloapan	52,756.9018	100.00%	1,189.2405	100.00%	5.83	100.00%
<b>Total</b>		<b>52,756.9018</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,189.2405</b>	<b>100.00%</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00%</b>

Clave	Cuenca	SAR		AI		DDV	
		Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje	Área (ha)	Porcentaje
RH28A	R. Papaloapan	52,756.9018	100.00%	1,189.2405	100.00%	5.83	100.00%
<b>Total</b>		<b>52,756.9018</b>	<b>100.00%</b>	<b>1,189.2405</b>	<b>100.00%</b>	<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>



**Figura 26. División hidrológica en el SAR, AI y DDV.**

Como parte del proceso de revisión geográfica el proyecto fue ubicado dentro de los límites de la Región Hidrológica RH28 “Papaloapan” y en la cuenca RH28A “Río Papaloapan”. La Región Hidrológica Número 28 Papaloapan pertenece a la vertiente del Golfo de México, tiene una extensión de 58,269.630 kilómetros cuadrados. La precipitación media anual en la Región es de 1,692.5 milímetros y en ella se produce un escurrimiento medio anual de 47,393.898 millones de metros cúbicos.

En lo que respecta a la cuenca “Río Papaloapan”, esta comprende la región hidrológica No. 28B y se encuentra ubicada en la vertiente del Golfo de México, aproximadamente en la parte media del arco que forma el litoral mexicano. El área de la cuenca se calcula de 46,517 km<sup>2</sup> y comprende territorialmente las entidades federativas de Puebla, Oaxaca y Veracruz, en la que se ubican 244 municipios y radica una población de 3.3 millones de habitantes. El sistema fluvial del Papaloapan es el de mayor importancia en el país después del sistema Grijalva- Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía 16 Usumacinta, abarca aproximadamente 47,448 km<sup>2</sup> de superficie correspondiendo 52% a Oaxaca, 38% a Veracruz y 12% a Puebla, cuenta con 15 sistemas hidrográficos que por, su caudal ocupa el segundo lugar el país con 47 millones de Mm<sup>3</sup> de escurrimiento medio anual que son vertidos en la Laguna de Alvarado. Asimismo, el SAR se encuentra dentro de la subcuenca “Río San Andrés” (RH28Aq).

Con respecto al eje que constituye el proyecto en cuestión, cabe destacar que éste es atravesado por 2 corrientes de tipo intermitente.; En la siguiente figura se muestran los escurrimientos del SAR.

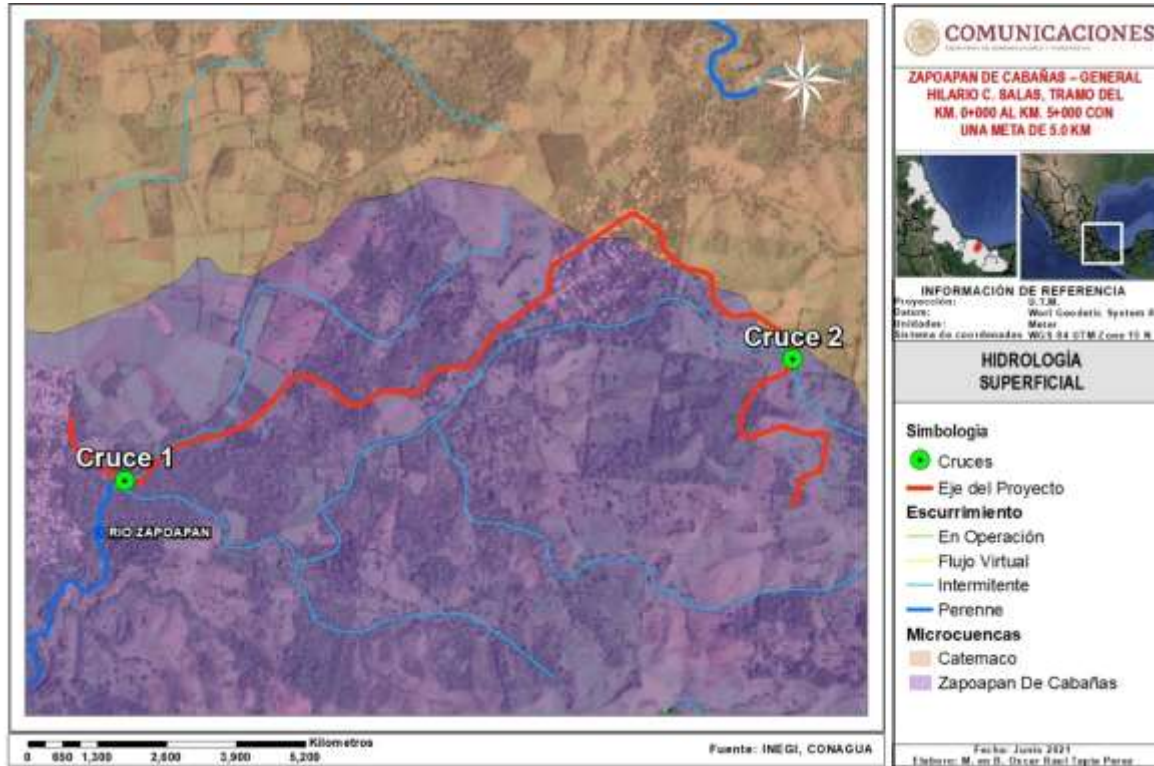


Figura 27. Corrientes y escurrimientos que atraviesan el proyecto

En los siguientes cuadros se enlistan los escurrimientos que atraviesan el eje del camino.

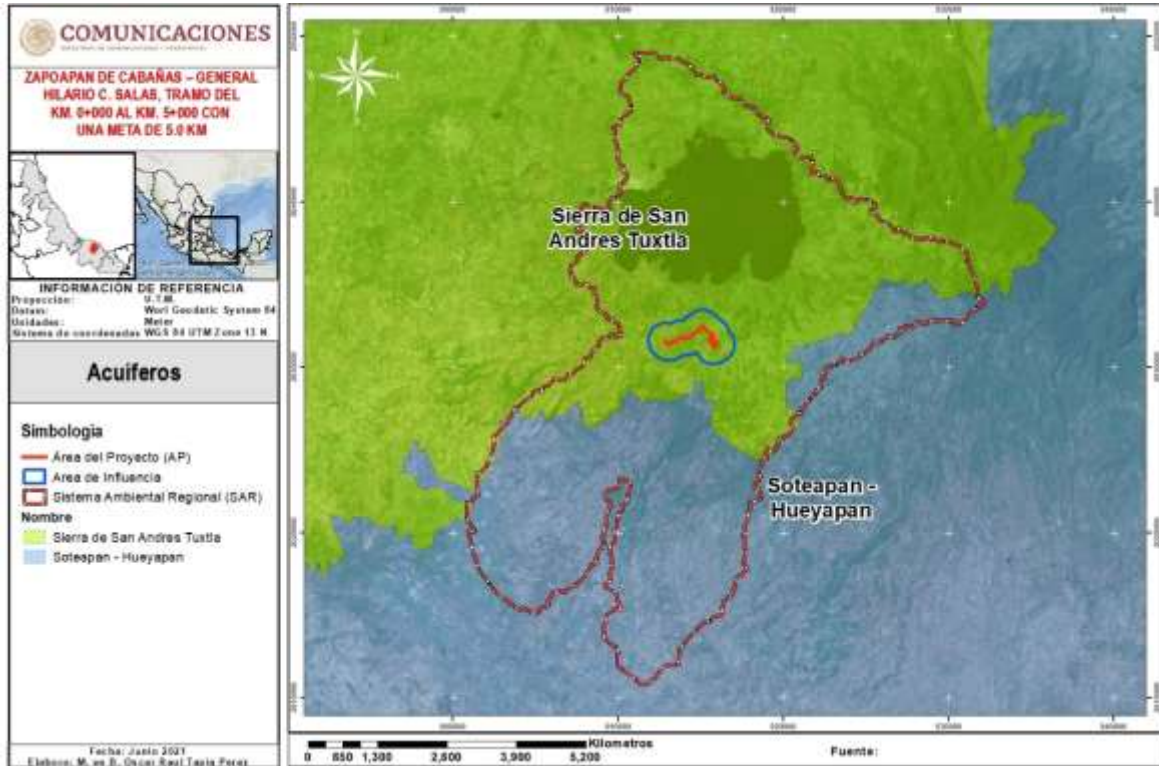
Cuadro 10. Corrientes presentes en el área de proyecto

Cruce	X	Y
Cruce 1	278798.3734	2028234.44
Cruce 2	281487.7391	2028631.705

#### IV.3.9.2 Hidrología subterránea

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





**Figura 28. Acuíferos en el SAR, AI y DDV.**

De acuerdo con los estudios de “Disponibilidad de media anual de los acuíferos” de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) los acuíferos antes citados, presentan las siguientes características:

- Sierra de San Andrés Tuxtla: el acuífero es de tipo libre y está constituido en su porción superior por sedimentos aluviales y piroclásticos cuaternarios que presentan granulometría y permeabilidad variables, como resultado de la anisotropía y heterogeneidad de estos materiales. En su porción inferior el acuífero se aloja en rocas volcánicas, aglomerados, brechas y arenas, que presentan permeabilidad media a alta. En el siguiente cuadro se presentan datos de la disponibilidad de agua en el acuífero.

**Cuadro 11. Disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero Sierra de los Tuxtlas**

R	DNC	VEAS	DMA
68.4 hm <sup>3</sup> /año	53.2 hm <sup>3</sup> anuales	13,796,800 m <sup>3</sup> anuales	1.403200 hm <sup>3</sup> /año.

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015



- Soteapan- Hueyapan: es de tipo libre, alojado tanto en sedimentos cuaternarios no consolidados, como en unidades volcánicas extrusivas, de tal forma que existe una relación hidrodinámica entre ellas, ya que estas últimas a su vez corresponden a unidades que tienen la capacidad de transmitir agua hacia estratos más profundos. En el siguiente cuadro se presentan datos de la disponibilidad de agua en el acuífero.

**Cuadro 12. Disponibilidad media anual de agua subterránea acuífero Soteapan-Hueyapan.**

R	DNC	VEAS	DMA
145.7 hm <sup>3</sup> /año	84.2 hm <sup>3</sup> anuales	14,196,051 m <sup>3</sup> anuales	47,303,949 m <sup>3</sup> anuales

R: recarga total media anual; DNC: descarga natural comprometida; DMA: disponibilidad media anual de agua del subsuelo. Las definiciones de estos términos son las contenidas en los numerales "3" (fracciones 3.10, 3.12, 3.18 y 3.25), y "4" (fracción 4.3), de la Norma Oficial Mexicana NOM-011-CONAGUA-2015

#### IV.4 Medio biótico

##### IV.4.1 Flora y vegetación en el SAR

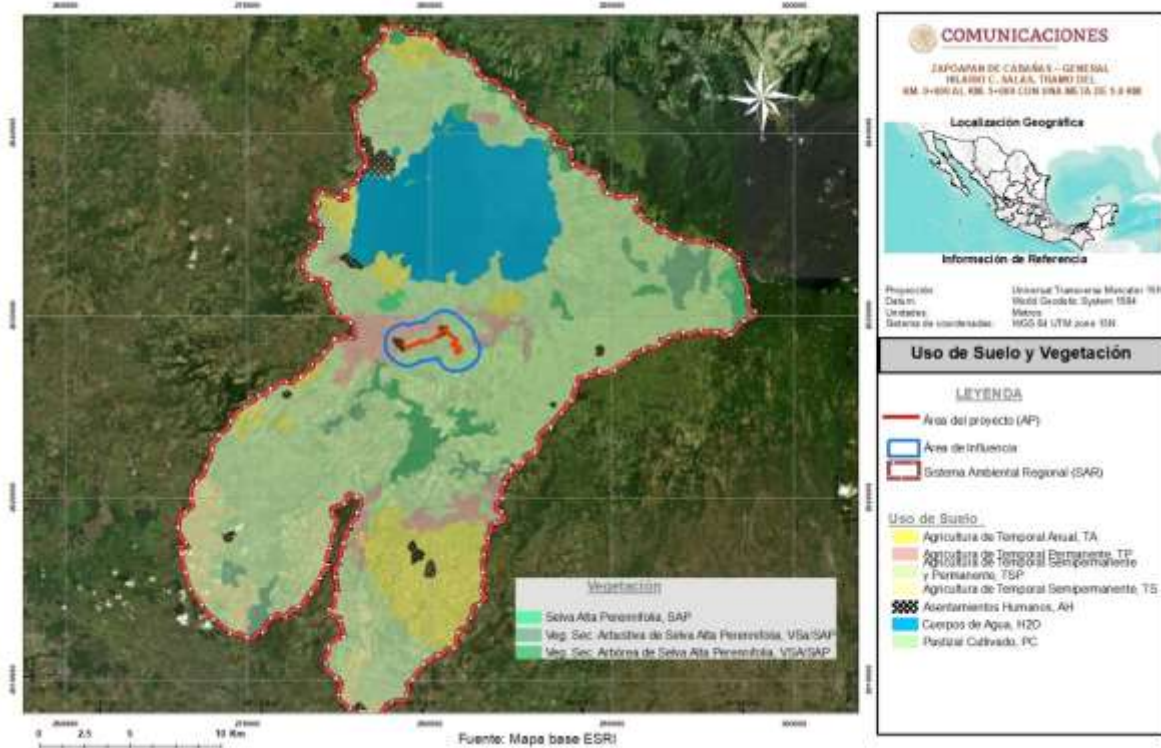
En el estado de Veracruz se han reportado 17 tipos de vegetación primaria de acuerdo con la clasificación de Rzedowski (1978). Estos 17 tipos de vegetación actualmente representan el 19.21% del territorio veracruzano (Castillo-Campos, *et al.*, 2011). Siendo los remanentes de bosques tropicales perennifolios el tipo de vegetación natural con mayor área en la entidad veracruzana, seguido de los bosques mesófilos de montaña, popales, tulares, bosques tropicales caducifolios y bosques de pino.

La riqueza de flora del estado de Veracruz se ha estimado entre 25,000 y 30,000 especies (Dirzo y Gómez, 1996), de las que hasta el momento se han registrado 7,855 especies, distribuidas en 231 familias. El 40 % del total de especies registradas en el estado de Veracruz pertenecen a las familias Compositae (809 especies), Leguminosae (642 especies), Gramineae (527 especies), Orchidaceae (359 especies), Euphorbiaceae (301 especies), Rubiaceae (242 especies) y Piperaceae (170 especies, Sosa y Gómez-Pompa, 1994). Por otro lado, el 33% del estado de Veracruz está ocupado por la agricultura, mientras que los pastizales abarcan el 43%, sumando 76% del territorio con ecosistemas sumamente fragmentados y en franca declinación. La agricultura, sin embargo, además de su importancia económica y cultural, resguarda importantes elementos biológicos en forma de variedades criollas de los granos y frutas. El agroecosistema de café, considerado como agricultura en los mapas, también presenta gran relevancia ecológica en este momento en que ya prácticamente desaparecieron los bosques nativos en muchas zonas del estado.

De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI, en el SAR se presentan 10 tipos diferentes de uso de suelo y vegetación, siendo los de mayor extensión superficial el conformado por Pastizal cultivado con 56.50%. En el cuadro y figura siguiente se muestra la superficie por categoría, así como su distribución espacial en el SAR, AI, y LC.

**Cuadro 13. Usos del suelo y vegetación en el SAR.**

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



**Figura 29. Usos del suelo y vegetación en el SAR, AI y AP**

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

- Agricultura de temporal: se clasifica como tal al tipo de agricultura de todos aquellos terrenos en donde el ciclo vegetativo de los cultivos que se siembran depende del agua de lluvia, por lo que su éxito depende de la precipitación y de la capacidad del suelo para retener el agua, su clasificación es independiente del tiempo que dura el cultivo en el suelo, que puede llegar a más de diez años, en el caso de los frutales, o bien son por periodos dentro de un año como los cultivos de verano. Incluye los que reciben agua invernal como el garbanzo. Estas zonas, para ser clasificadas como de temporal deberán permanecer sembradas al menos un 80% del ciclo agrícola.
- Selva Alta Perennifolia: se presenta en zonas con clima cálido y húmedo (cuya precipitación media anual es de 1500 a 3000 mm). Se distribuye en sitios cuya altura sobre el nivel del mar va de los 0 a los 900 m (Gómez-Pompa, 1980). Esta vegetación se distingue por componerse de árboles cuya altura oscila entre los 25 a 40 m y que mantienen sus hojas todo el año (árboles perennifolios), excepto algunos que pueden perderlas en épocas que generalmente coinciden con la floración o con el estiaje, lo cual hace que la apariencia de la comunidad mantenga un gran verdor durante todo el año. Los árboles tienen troncos rectos y raíces tabulares, también llamadas contrafuertes, y poseen copas más o menos esféricas.

Algunos de los árboles presentes son: el sombrerete o suchi amarillo (*Terminalia amazonia*); ramón, ojite u ojoche (*Brosimum alicastrum*); la caoba (*Swietenia macrophylla*); el chicozapote (*Manilkara zapota*); hualhua (*Talauma mexicana*); corpus (*Vochysia guatemalensis*); el macayo (*Andira galeottiana*); el palo mulato o chaca (*Bursera simaruba*); frijolillo (*Pithecellobium arboreum*), zapote mamey (*Pouteria sapota*); alzaprima u hojancho (*Carpodiptera ameliae*) y la pimienta (*Pimenta dioica*).

#### IV.4.1.1 Dimensiones del proyecto y uso actual del suelo

#### IV.4.1.2 Superficie del Predio (Derecho de Vía)

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

Dado la anterior, se indica el Derecho de Vía (DDV), fue definido a partir de un buffer de 20 metros a cada lado del eje del proyecto, es decir con una amplitud total de 40 m. El eje presenta una longitud de 5,000 metros, tal y como se muestra en el siguiente Cuadro.

**Cuadro 14. Características geométricas de la superestructura**

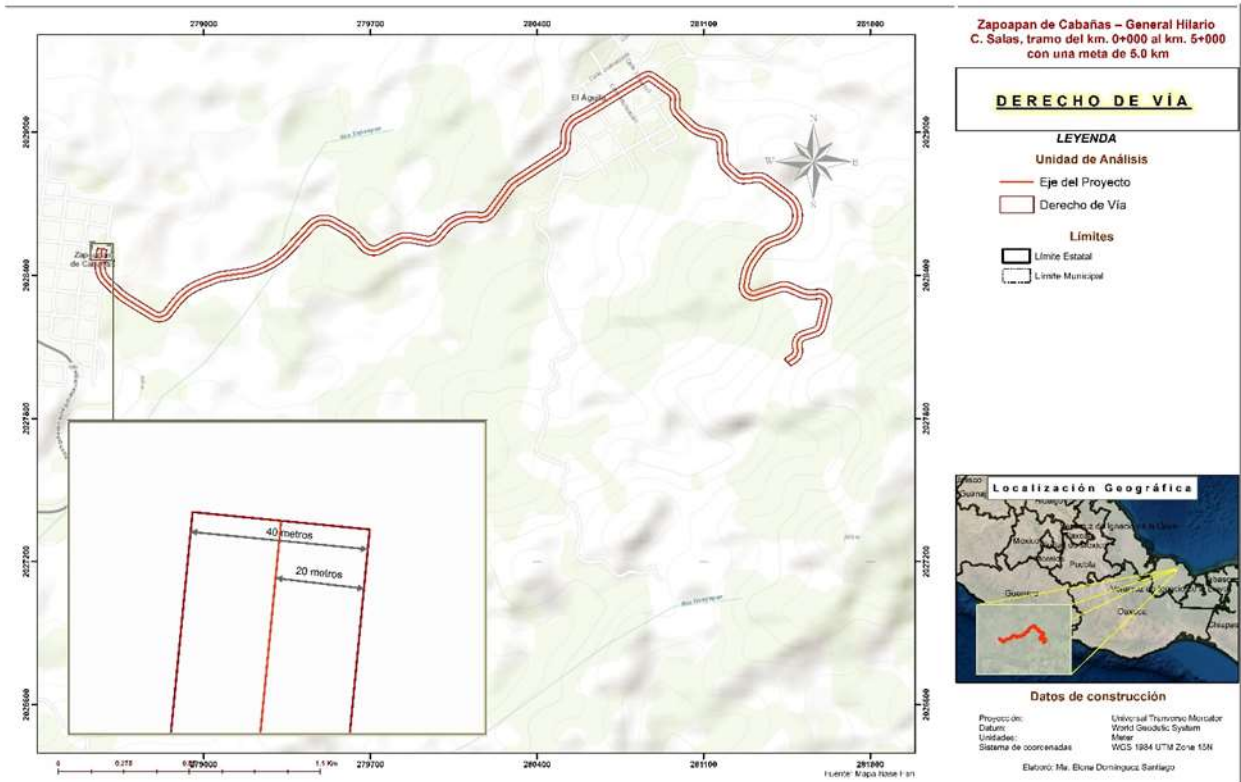
Elemento	Valor
Largo	5,000.00 m
Amplitud	40.00 m

Para el cálculo de la superficie del predio, en ArcGis se cargó el plano del Proyecto y se calculó su superficie. El resultado indica un área de 20.00 ha.

**Cuadro 15. Superficie del Derecho de Vía**

Nombre	Superficie (ha)
Derecho de vía	20.00

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



**Figura 30. Superficie del Predio (derecho de vía del proyecto).**

#### IV.4.1.3 Superficie del camino actual (Tipo E)

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

**Cuadro 16. Coordenadas del proyecto**

Cadenamiento		Longitud Km	Coordenadas del recorrido			
Inicio	Fin		Inicio		Fin	
			X	Y	X	Y
0+000	5+000	5	278573.01	2028511.32	281453.25	2028034.38

Para determinar la superficie que ocupa actualmente el camino, en ArcGis se cargó el trazo topográfico del camino actual (Tipo E) y se calculó su área. El resultado indica que la superficie del camino actual es de **3.42 hectáreas**, con una longitud de 5.00 km y una amplitud promedio de 6.85 metros.



**Cuadro 17. Características particulares del camino existente**

Longitud del camino existente	Ancho del camino existente	Superficie del camino actual
5.00 km	6.84 m	3.42 ha

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

A continuación, se determinó que dicha área es de **2.28 ha**; lo que representa que de las 3.42 ha que ocupa el camino actual, solo 2.28 ha formarán parte de la línea de ceros del nuevo camino, por lo que el resto de la superficie que ocupa el camino actual (1.14 ha) se revegetará de forma natural, ya que no será pavimentada. Lo anterior se resume en el siguiente cuadro:

**Cuadro 18. Superficie del camino actual que formará parte de la línea de ceros del Proyecto**

Longitud del camino existente (1)	Ancho de camino existente (2)	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto (3)	Superficie del camino actual que NO forma parte de la línea de ceros del Proyecto (4)	Superficie total del camino actual (3+4)
5.00 km	6.85 m	2.28 ha	1.14 ha	3.42 ha

#### IV.4.1.4 Superficie del proyecto Tipo D

En el Cuadro 19 se presentan algunas de las especificaciones geométricas del proyecto.

**Cuadro 19. Dimensiones del proyecto**

Especificaciones geométricas	Valor
Camino tipo	D
Longitud total (m)	5000
Ancho de derecho de vía (m)	20
Ancho de línea de ceros (m)	11.67
Ancho de corona (m)	7.00
Sup. total del derecho de Vía	20.00

Para calcular la superficie de afectación directa del proyecto, la cual corresponde a la línea de ceros, en ArcGis se cargó el trazo del Proyecto y se calculó la superficie que ocupará la línea de ceros, la cual resultó en 5.83 ha y que el área sin afectación (resto del derecho de vía) del DDV será de 14.17 ha. En el Cuadro 20 se presenta un desglose del Derecho de Vía del Proyecto.

**Cuadro 20. Desglose de superficies del Derecho de Vía del Proyecto**

Área	Superficie (ha)
Área de afectación directa (línea de ceros)	5.83
Área sin afectación (resto del derecho de vía)	14.17
Sup. total del Derecho de Vía	20.00

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

**Cuadro 21. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto**

Área	Uso de Suelo y Vegetación	Sup. (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie de rodamiento del Proyecto	3.62	62.13%
	Superficie para cortes y terraplenes	2.21	37.87%
<b>Total</b>		<b>5.83</b>	<b>100%</b>

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

**Cuadro 22. Desglose de superficies de la Línea de Ceros del Proyecto con relación al camino existente**

Desglose de superficies	Uso de Suelo y Vegetación	Superficie (ha)	Porcentaje respecto a la Línea de Ceros
Área de afectación (línea de ceros)	Superficie del camino actual que se aprovechará por el Proyecto	2.28	39.01%
	Superficie que requiere adicionar al proyecto	3.55	60.99%
<b>Total</b>		<b>5.83</b>	<b>100%</b>

En conclusión, a partir de la superficie de ocupación del camino actual y del cálculo de la superficie de modernización del camino, se determinó que la superficie afectación del Proyecto (línea de ceros) será de 5.83 ha, de las cuales 2.28 ha corresponden a superficies que actualmente están ocupadas por el camino y 3.55 ha es la superficie que se requiere adicionar al Proyecto.

#### IV.4.1.5 Vegetación en el área del proyecto

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

**Cuadro 23. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación DDV	Área (ha)	Porcentaje
PI	Pastizal Cultivado	16.24	81.2%
AH	Urbano Construido	3.76	18.88%
<b>Total</b>		<b>20.00</b>	<b>100%</b>

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

**Cuadro 24. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en la Línea de ceros del Proyecto, según INEGI**

Clave	Uso de suelo y vegetación línea de ceros del Proyecto	Área (ha)	Porcentaje
PI	Pastizal Cultivado	4.89	83.88%
AH	Urbano Construido	0.94	16.12%
<b>Total</b>		<b>5.83</b>	<b>100.00%</b>

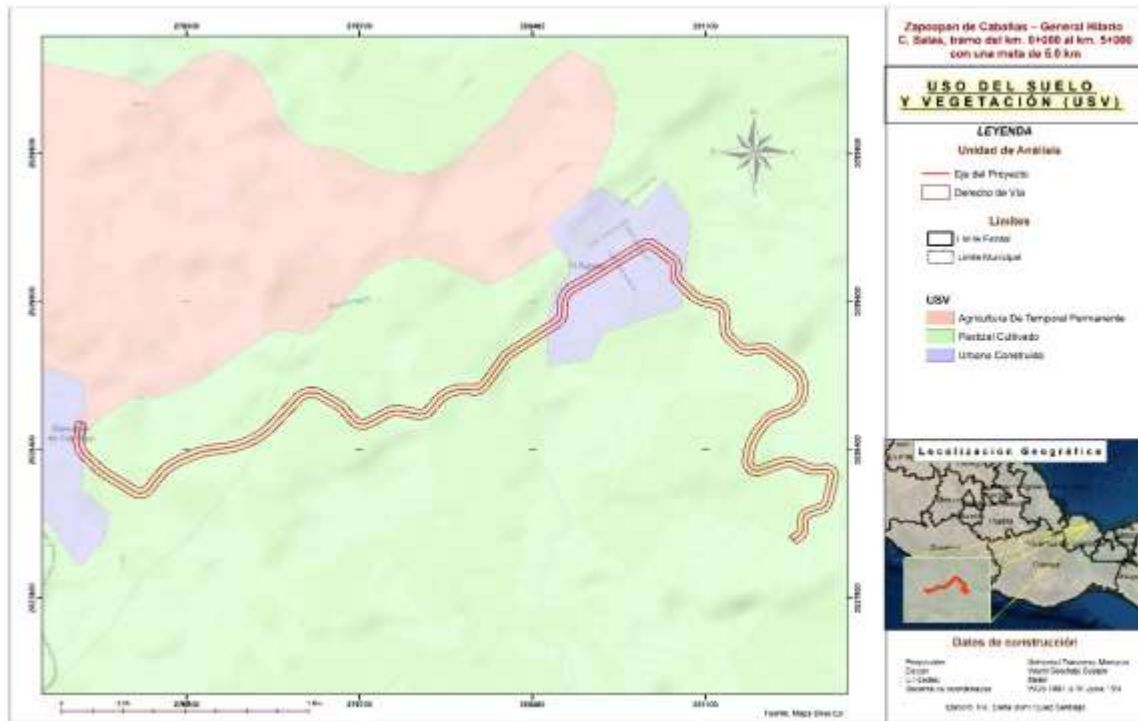


Figura 31. Uso de suelo y vegetación según INEGI

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

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

- **Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

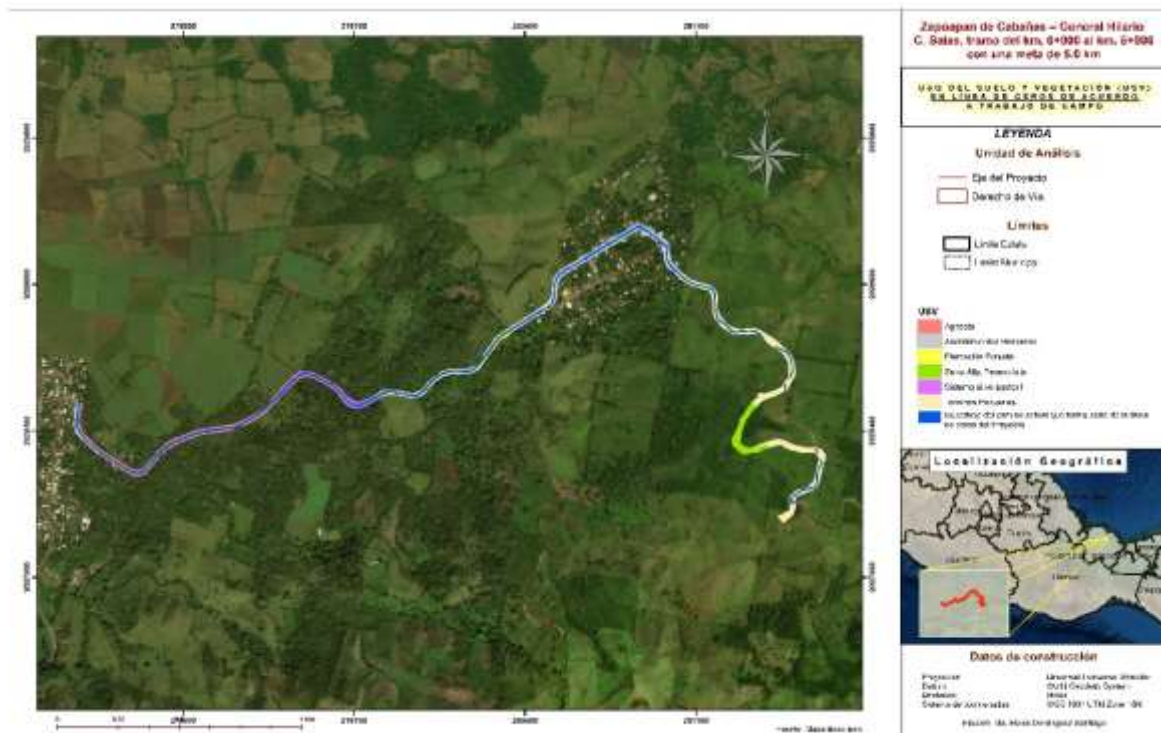
**XL. Vegetación forestal de zonas áridas,** aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 metros cuadrados. Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del Instituto Nacional de Estadística,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

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



**Cuadro 25. Desglose de superficies de uso del suelo y tipo de vegetación en el DDV del Proyecto, según el trabajo de campo**

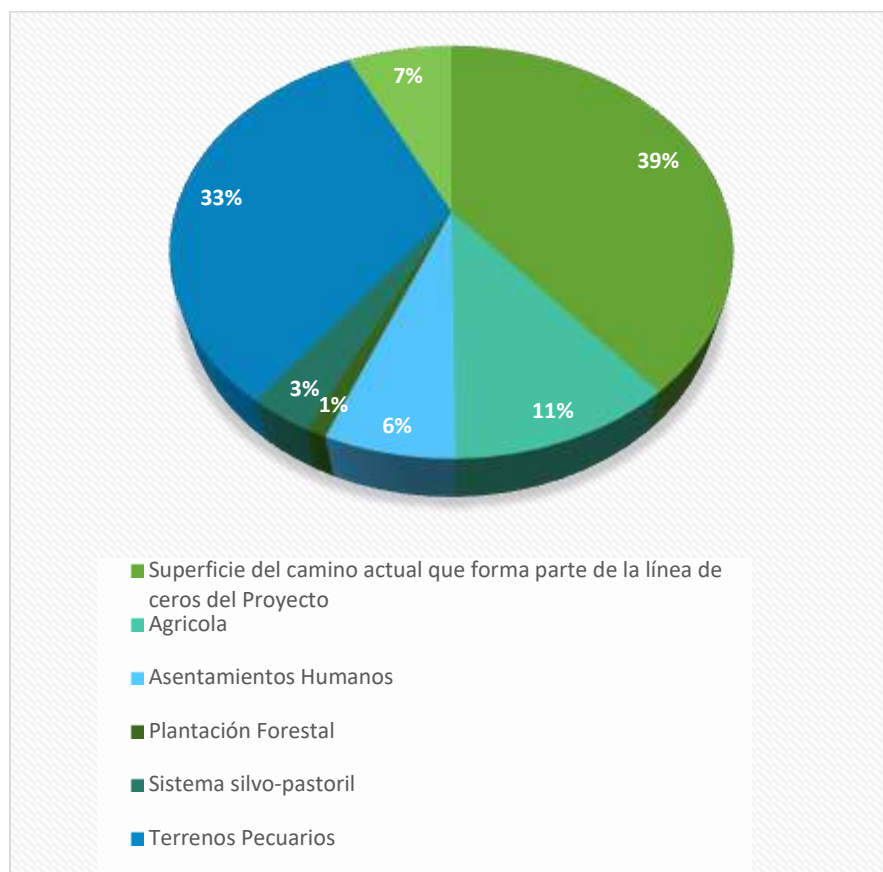
Área	Uso de suelo y vegetación	Aptitud	Área (ha)	Porcentaje (Respecto al DDV)
Línea de ceros	Superficie del camino actual que forma parte de la línea de ceros del Proyecto	No Forestal	2.2755	11.38%
	Agrícola	No Forestal	0.6292	3.15%
	Asentamientos Humanos	No Forestal	0.3667	1.83%
	Plantación Forestal	No Forestal	0.0560	0.28%
	Sistema silvo-pastoril	No Forestal	0.1805	0.90%
	Terrenos Pecuarios	No Forestal	1.9465	9.52%
	<b>Subtotal No Forestal</b>		<b>5.4544</b>	<b>27.05%</b>
	Selva Alta Perennifolia	Forestal	0.3756	2.11%
	<b>Subtotal Forestal</b>		<b>0.3756</b>	<b>2.11%</b>
	<b>Total Línea de ceros</b>		<b>5.8300</b>	<b>29.16%</b>
Restante de DDV sin afectación			14.17	70.84%
<b>Total DDV</b>			<b>20.00</b>	<b>100%</b>



**Figura 32. Distribución de uso del suelo y vegetación según el trabajo de campo**

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

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



**Figura 33. Porcentaje de ocupación para la condición de uso de suelo y tipos de vegetación dentro de la Línea de Ceros, según la información de campo**

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

**Cuadro 26. Desglose de la superficie nueva que requiere CUSTF para el proyecto**

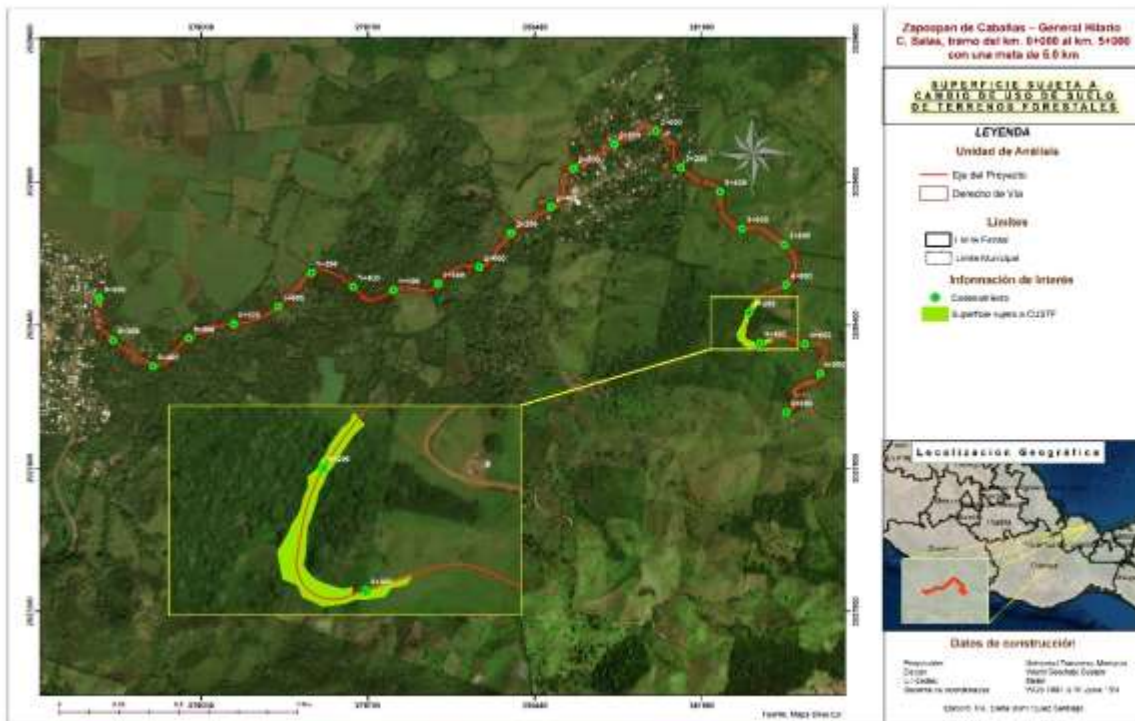
Uso de suelo y vegetación	Área (ha)	Porcentaje
Selva Alta Perennifolia	0.3756	100%
<b>Total</b>	<b>0.3756</b>	<b>100%</b>

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

**Cuadro 27. Polígonos de CUSTF para el proyecto**

Polígono	USV	Superficie (ha)
Polígono 1	Selva Alta Perennifolia	0.3756
	<b>Total</b>	<b>0.3756</b>

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



**Figura 34. Superficie sujeta CUSTF**

**Cuadro 28. Coordenadas de la superficie de CUSTF**

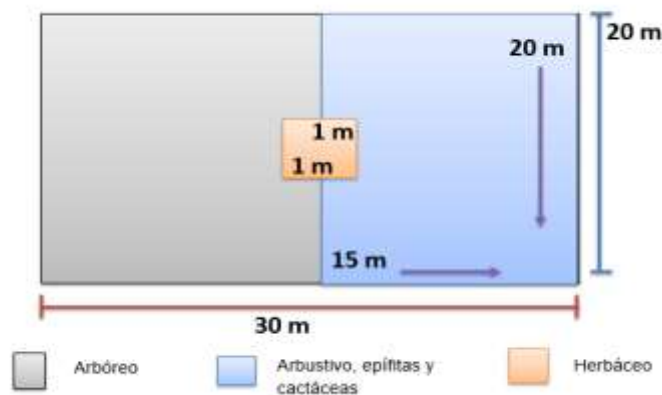
Polígono 1		
USV=Selva Alta Perennifolia		
Superficie (ha)=0.3756		
Vértices	X	Y
1	281290.2	2028334.5
2	281302.7	2028329.6
3	281317.7	2028325.2
4	281327.5	2028327
5	281325.8	2028319.3
6	281321.2	2028312.5
7	281298.1	2028309.1
8	281276.3	2028319.4
9	281272.3	2028330.6
10	281271.5	2028330.4
11	281271.8	2028331.2
12	281256.1	2028337.7
13	281251.3	2028364
14	281251.4	2028365.8
15	281262.3	2028384.4
16	281265.5	2028393
17	281272.3	2028403.4
18	281276.3	2028413
19	281278.6	2028423.1
20	281283.1	2028432.5
21	281282.8	2028444
22	281291.9	2028451.1
23	281296.5	2028460.4
24	281301.9	2028467.6
25	281305.4	2028476.2
26	281318.6	2028494.7
27	281325.6	2028500.1
28	281330.3	2028508.6
29	281339.5	2028498.4
30	281328.2	2028487.6

Polígono 1		
USV=Selva Alta Perennifolia		
Superficie (ha)=0.3756		
Vértices	X	Y
31	281315.2	2028468.9
32	281306.4	2028454.3
33	281299.9	2028446.8
34	281296.8	2028437.4
35	281291.5	2028429
36	281289.9	2028419.2
37	281283.7	2028400.7
38	281281.2	2028395.7
39	281279.9	2028390.5
40	281277.8	2028361.1
41	281275.4	2028351.9
42	281279.5	2028345
43	281290.2	2028334.5

#### IV.4.1.6 Metodología para la caracterización de la vegetación presente en el AP y SAR (Fase de campo y gabinete).

Para caracterizar la vegetación y conocer la composición florística en el SAR, área de influencia (AI) y de proyecto (AP) se llevó a cabo un muestreo aleatorio simple, estableciendo 32 sitios rectangulares tomando como referencia las siguientes unidades:

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



**Figura 35. Diagrama de muestreo de vegetación**

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



**Cuadro 29. Características y variables de interés de los estratos objetos del muestreo de vegetación.**

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

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

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

En el caso del área de afectación directa del camino se llevaron a cabo dos sitios de muestreo justo en el eje del proyecto propuesto debido a la presencia de un manchón de Selva Alta Perennifolia.





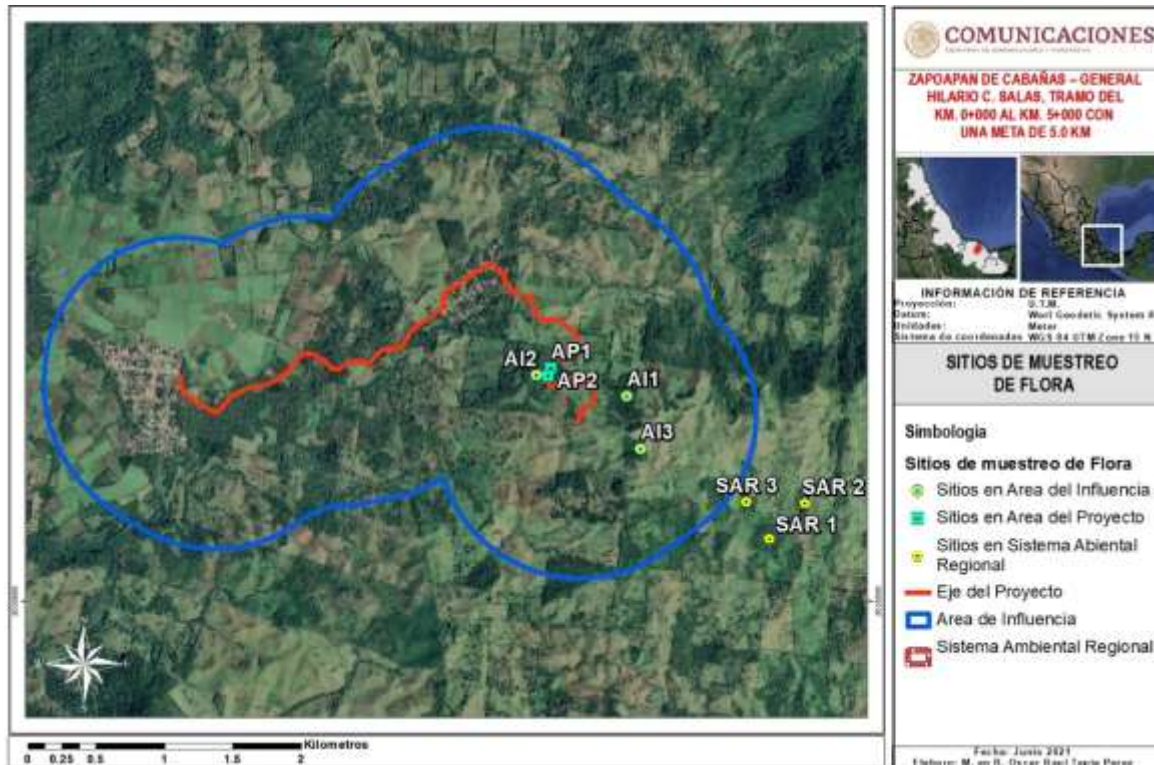
**Figura 36. Condiciones de la Selva Alta Perennifolia en AP**



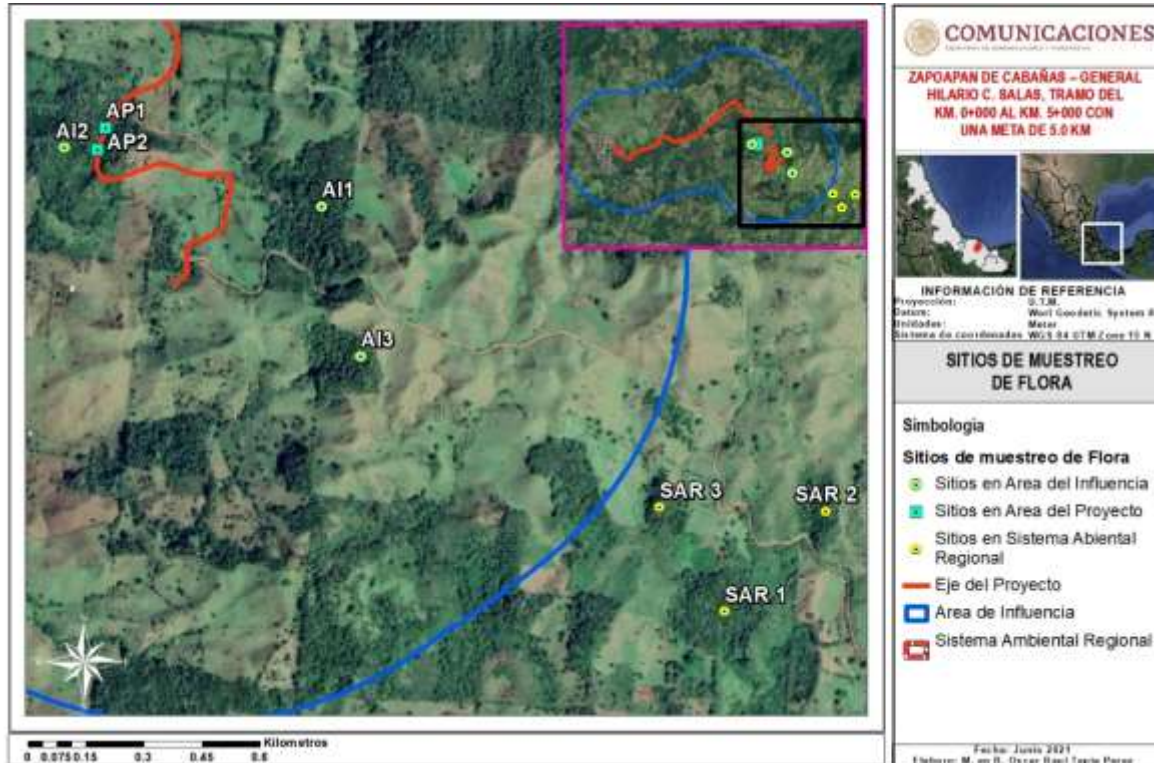
Para el caso del SAR y AI se realizaron 3 sitios de muestreo para cada unidad de análisis enfocados en Selva Alta Perennifolia que es el tipo de vegetación presente en el área de afectación directa del proyecto y de la cual se requerirá cambio de uso de suelo en terrenos forestales.

**Cuadro 30. Coordenadas de los sitios de muestreo en el SAR**

Área de interés	ID	X	Y	Tipo de Vegetación
Sistema Ambiental Regional	SAR2	283119	2027413	Selva Alta Perennifolia
	SAR1	282850	2027164	
	SAR3	282692	2027437	
Área de Influencia	AI2	281189	2028413	
	AI1	281847	2028240	
	AI3	281936	2027851	
Área de Proyecto	AP1	281298	2028461	
	AP2	281275	2028406	



**Figura 37. Ubicación espacial de los sitios de muestreo**



**Figura 38. Ubicación espacial de los sitios de muestreo (Acercamiento)**

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

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

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



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

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

$$H' \max = \ln (S)$$

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

$$D = \sum p_i^2$$

Donde:

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

La interpretación de este índice se hizo en base a lo sugerido por Krebs (1985), quien indica que los valores menores a 0.35 se consideran como de diversidad baja, los valores entre 0.36 y 0.75 como de diversidad media y los valores iguales o mayores a 0.76 como de diversidad alta.

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

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

Donde:

S = número de especies (la riqueza de especies)

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

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

N = número de todos los individuos de todas las especies

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

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

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

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

IVI = Dominancia relativa + Densidad relativa + Frecuencia relativa

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

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

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

Donde:

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

#### IV.4.1.7 Resultados de composición y diversidad florística en el SAR

##### IV.4.1.7.1 Selva Alta Perennifolia

Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el SAR, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 42 especies distribuidas en 31 familias diferentes, de las cuales Araceae (5 spp) es la que presenta el mayor número de especies, seguida de Arecaceae (3 spp), Aspleniaceae (3 spp) y Fabaceae (2 spp.). En la figura siguiente se observa la distribución de especies por familia.

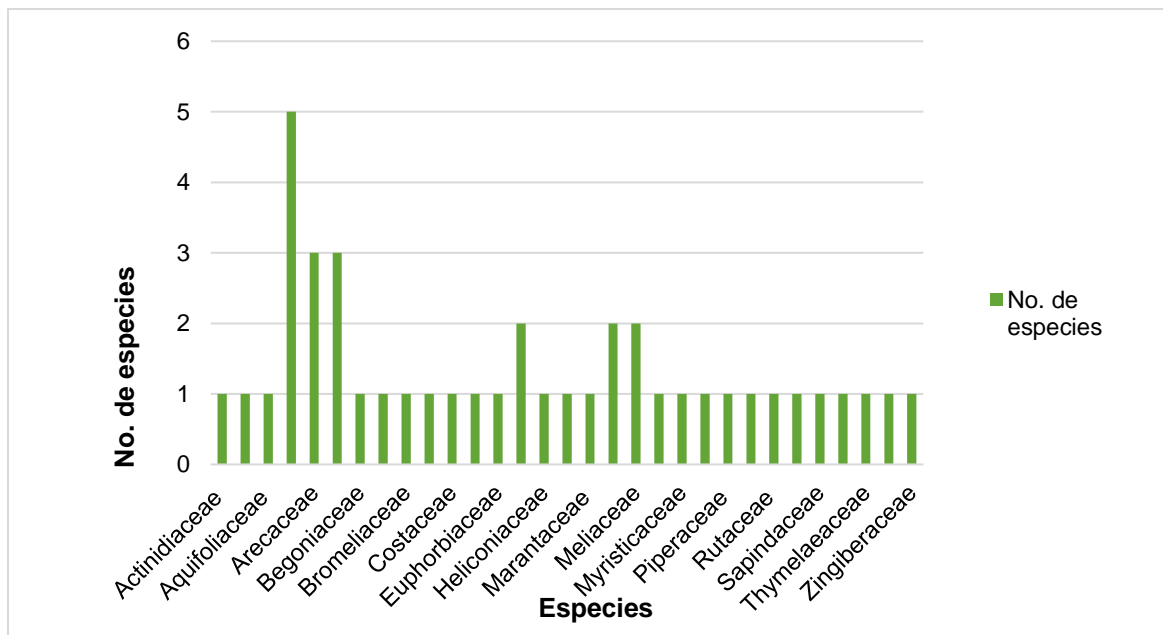


Figura 39. Composición florística de la Selva Alta Perennifolia en el SAR

La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el SAR es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (18 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (20 spp), herbáceas (8 spp) y epífitas (5 spp). En el estrato arbóreo destaca *Virola guatemalensis* como la especie más abundante. Por su parte, *Goepertia microcephala* es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo *Trichila hirta* es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron cinco especies, de las cuales *Monstera acuminata* es la más abundante. En la siguiente figura se observa el aspecto general de este tipo de vegetación en el sistema ambiental.



**Figura 40. Aspecto general de la Selva Alta Perennifolia en el SAR**

En el siguiente cuadro se enlistan el total de especies registradas mientras que en el “Anexo Fotográfico de Flora” se pueden consultar imágenes de las especies encontradas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que *Chamaedorea oblongata* está en la categoría de A (Amenazada).

**Cuadro 31. Listado florístico de la SAP en SAR**

Nombre científico	Nombre común	Familia	NOM-059	CONABIO Malezas
<i>Aechmea bracteata</i>	Bromelia	Bromeliaceae	-	-
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	Hoja de piedra	Araceae	-	-
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	Chocho	Arecaceae	-	-
<i>Begonia nelumbifolia</i>	Begonia	Begoniaceae	-	-
<i>Blechnum gracile</i>	Helecho	Aspleniaceae	-	-
<i>Blechnum occidentale</i>	Helecho	Aspleniaceae	-	-
<i>Bursera simaruba</i>	-	Burseraceae	-	-
<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	Salicaceae	-	-
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Urticaceae	-	-
<i>Chamaedorea oblongata</i>	Tepejilote	Arecaceae	A	-

Nombre científico	Nombre común	Familia	NOM-059	CONABIO Malezas
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Tepejilote	Arecaceae	-	-
<i>Costus scaber</i>	-	Costaceae	-	-
<i>Ctenitis excelsa</i>	Helecho	Dryopteridaceae	-	-
<i>Dalechampia spathulata</i>	Café	Euphorbiaceae	-	-
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	-	Thymelaeaceae	-	-
<i>Dialium guianense</i>	Palo de lacandón	Fabaceae	-	-
<i>Diplazium ternatum</i>	Helecho	Aspleniaceae	-	-
<i>Goeppertia microcephala</i>	-	Marantaceae	-	-
<i>Guarea glabra</i>	Trompillo	Meliaceae	-	-
<i>Heliconia schiedeana</i>	Chimaque cimarrón	Heliconiaceae	-	-
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	Jonote	Malvaceae	-	-
<i>Ilex costaricensis</i>	Palo verde	Aquifoliaceae	-	-
<i>Inga edulis</i>	Jinicuile	Fabaceae	-	-
<i>Mickelia bernoullii</i>	-	Polypodiaceae	-	-
<i>Miconia ibarrae</i>	-	Melastomataceae	-	-
<i>Miconia petiolaris</i>	-	Melastomataceae	-	-
<i>Monstera acuminata</i>	Epífita	Araceae	-	-
<i>Philodendron sagittifolium</i>	-	Araceae	-	-
<i>Piper aequale</i>	-	Piperaceae	-	-
<i>Piper amalago</i>	Canutillo	Piperaceae	-	-
<i>Renealmia mexicana</i>	Ixquihit cimarrón	Zingiberaceae	-	-
<i>Rocheportia lundellii</i>	-	Boraginaceae	-	-
<i>Saurauia yasicae</i>	-	Actinidiaceae	-	-
<i>Selaginella martensii</i>	Doradilla	Selaginellaceae	-	-
<i>Serjania flaviflora</i>	-	Sapindaceae	-	-
<i>Syngonium chiapense</i>	Lengua de vaca	Araceae	-	-
<i>Syngonium podophyllum</i>	Lengua de vaca	Araceae	-	-
<i>Tapirira mexicana</i>	Caobilla	Anacardiaceae	-	-
<i>Trichillia hirta</i>	Acahuite	Meliaceae	-	-
<i>Trophis mexicana</i>	Estrellita	Moraceae	-	-
<i>Virola guatemalensis</i>	Cacao	Myristicaceae	-	-
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	Tembetarí	Rutaceae	-	-

#### IV.4.1.7.1.1 Análisis estructural y de diversidad por estrato

##### a) Arbóreo

Este estrato está representado por 18 especies, las más abundantes son *Virola guatemalensis* y *Trophis mexicana* presentando valores de densidad de 183 ind/ha y 94 ind/h, y una dominancia relativa de 34.23% y 9.05% respectivamente. De acuerdo con los datos anteriores y la frecuencia de aparición de dichas especies en los sitios de muestreo, se obtuvo que presentan valores de importancia (IVI) de 64.31% y 31.37%, por lo que estas son las de mayor importancia ecológica dentro del estrato (Ver Cuadro y Figura siguiente). La diversidad en este estrato de acuerdo con el Índice de Shannon es de 2.51 por lo que se consideraría como “Media”. El índice de Simpson presentó un valor de 0.89 (1-D), que indica diversidad de categoría “Alta”. Además, este valor se interpreta como que existe una probabilidad del 11% (D) de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior, por lo que refleja uniformidad en la abundancia de especies.



**Cuadro 32. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la SAP en el SAR**

Espece	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson (D)
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	5.00	0.67%	0.16%	1.39%	2.22%	2.51	0.11
<i>Miconia ibarrae</i>	16.00	2.14%	0.44%	2.78%	5.36%		
<i>Bursera simaruba</i>	5.00	0.67%	0.68%	4.17%	5.52%		
<i>Rochefortia lundellii</i>	16.00	2.14%	0.47%	5.56%	8.17%		
<i>Cecropia obtusifolia</i>	16.00	2.14%	1.53%	5.56%	9.23%		
<i>Piper amalago</i>	16.00	2.14%	0.48%	8.33%	10.95%		
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	44.00	5.90%	1.13%	4.17%	11.19%		
<i>Guarea glabra</i>	11.00	1.47%	4.94%	5.56%	11.97%		
<i>Ilex costaricensis</i>	27.00	3.62%	0.50%	8.33%	12.45%		
<i>Casearia corymbosa</i>	50.00	6.70%	3.00%	4.17%	13.87%		
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	22.00	2.95%	9.58%	1.39%	13.92%		
<i>Dialium guianense</i>	33.00	4.42%	1.30%	8.33%	14.06%		
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	38.00	5.09%	0.44%	9.72%	15.26%		
<i>Trichilia hirta</i>	38.00	5.09%	10.22%	5.56%	20.87%		
<i>Tapirira mexicana</i>	55.00	7.37%	10.51%	4.17%	22.05%		
<i>Saurauia yasicae</i>	77.00	10.32%	11.34%	5.56%	27.22%		
<i>Trophis mexicana</i>	94.00	12.60%	9.05%	9.72%	31.37%		
<i>Virola guatemalensis</i>	183.00	24.53%	34.23%	5.56%	64.31%		

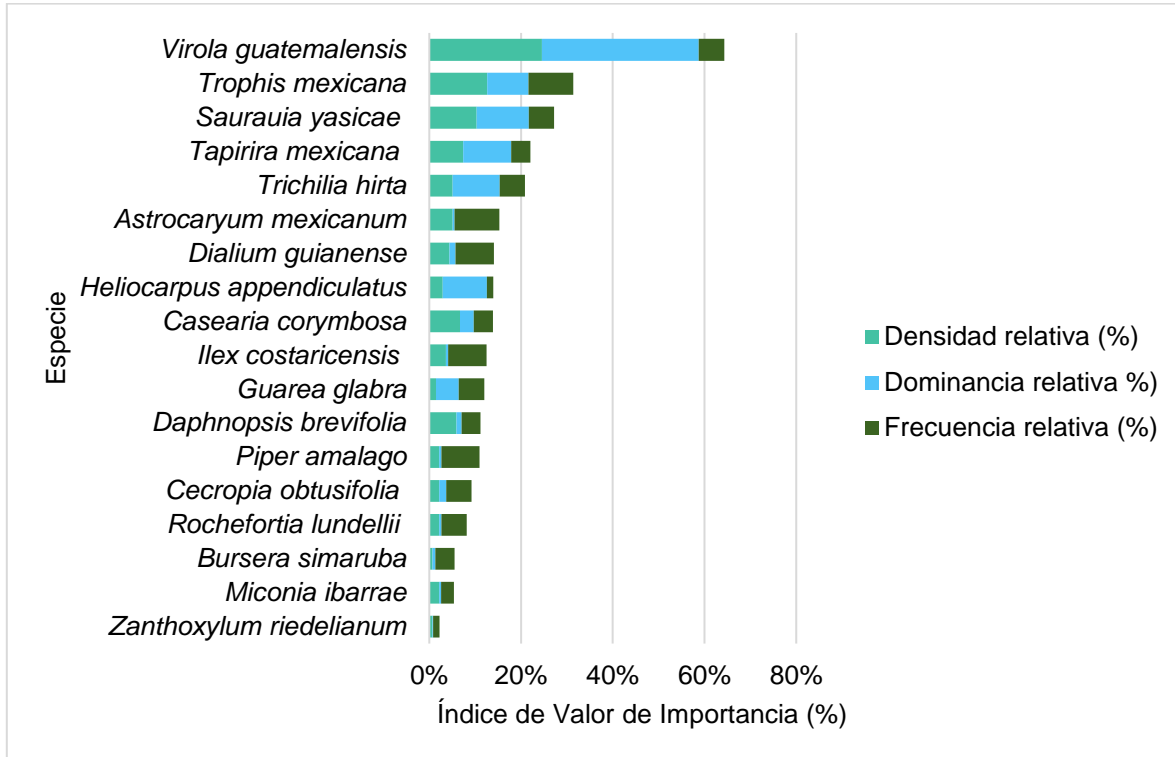


Figura 41. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la SAP en el SAR

**b) Arbustivo**

El estrato arbustivo está representado por 15 especies, las más abundantes son *Goepertia microcephala* y *Chamaedora tepejilote* presentando valores de densidad de 1833 ind/ha y 466 ind/h, y una dominancia relativa de 1.41% y 28.14% respectivamente. De acuerdo con los datos anteriores se obtuvo que presentan valores de importancia (IVI) de 48.19% y 47.75%, por lo que estas son las de mayor importancia ecológica dentro del estrato (Ver Cuadro y Figura siguiente).

La diversidad en este estrato de acuerdo con el Índice de Shannon es de 2.09 por lo que se consideraría como “Media”. El índice de Simpson presentó un valor de 0.77 (1-D), que indica diversidad de categoría “Alta”. Por otro lado, este valor se interpreta como que existe una probabilidad del 23% (D) de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior.

Cuadro 33. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la SAP en el SAR

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson (D)
<i>Diplazium ternatum</i>	22.00	0.53%	0.79%	1.35%	2.67%	2.09	0.23
<i>Inga edulis</i>	11.00	0.26%	1.32%	1.35%	2.93%		

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson (D)
<i>Begonia nelumbiifolia</i>	11.00	0.26%	1.10%	2.70%	4.07%		
<i>Dalechampia spathulata</i>	55.00	1.32%	0.53%	2.70%	4.55%		
<i>Blechnum occidentale</i>	88.00	2.12%	0.53%	2.70%	5.35%		
<i>Miconia petiolaris</i>	33.00	0.79%	5.50%	1.35%	7.64%		
<i>Ctenitis excelsa</i>	111.00	2.67%	0.53%	5.41%	8.60%		
<i>Chamaedorea oblongata</i>	33.00	0.79%	2.95%	5.41%	9.14%		
<i>Tapirira mexicana</i>	144.00	3.46%	1.85%	4.05%	9.36%		
<i>Ilex costaricensis</i>	22.00	0.53%	1.32%	8.11%	9.96%		
<i>Renealmia mexicana</i>	77.00	1.85%	2.81%	5.41%	10.07%		
<i>Costus scaber</i>	155.00	3.73%	1.85%	6.76%	12.33%		
<i>Heliconia schiedeana</i>	88.00	2.12%	3.78%	6.76%	12.65%		
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	211.00	5.07%	4.90%	6.76%	16.73%		
<i>Mickelia bernoullii</i>	377.00	9.07%	3.34%	8.11%	20.52%		
<i>Piper aequale</i>	333.00	8.01%	9.23%	4.05%	21.30%		
<i>Trophis mexicana</i>	55.00	1.32%	10.55%	9.46%	21.33%		
<i>Rochefortia lundellii</i>	77.00	1.85%	17.59%	5.41%	24.84%		
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	422.00	10.15%	28.14%	9.46%	47.75%		
<i>Goepertia microcephala</i>	1833.00	44.08%	1.41%	2.70%	48.19%		

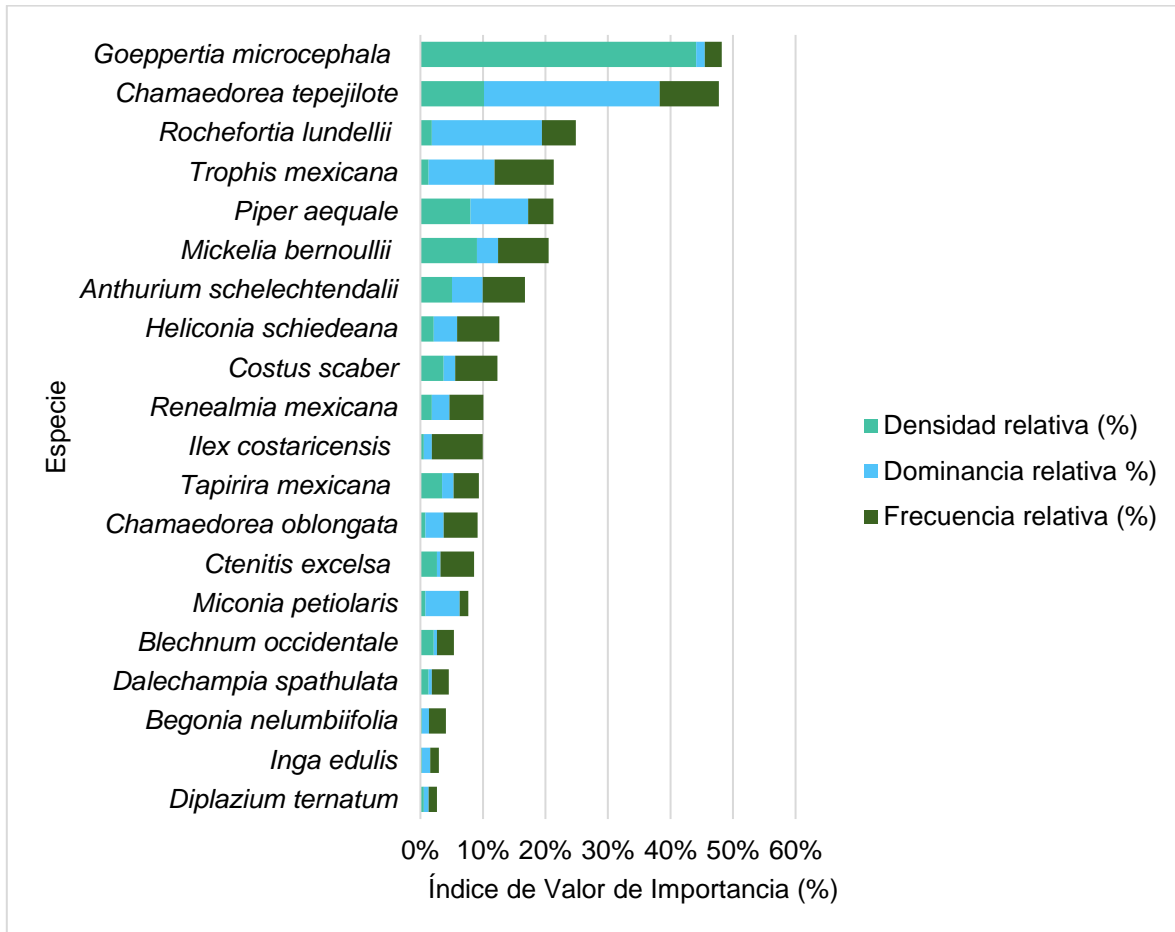


Figura 42. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la SAP en el SAR

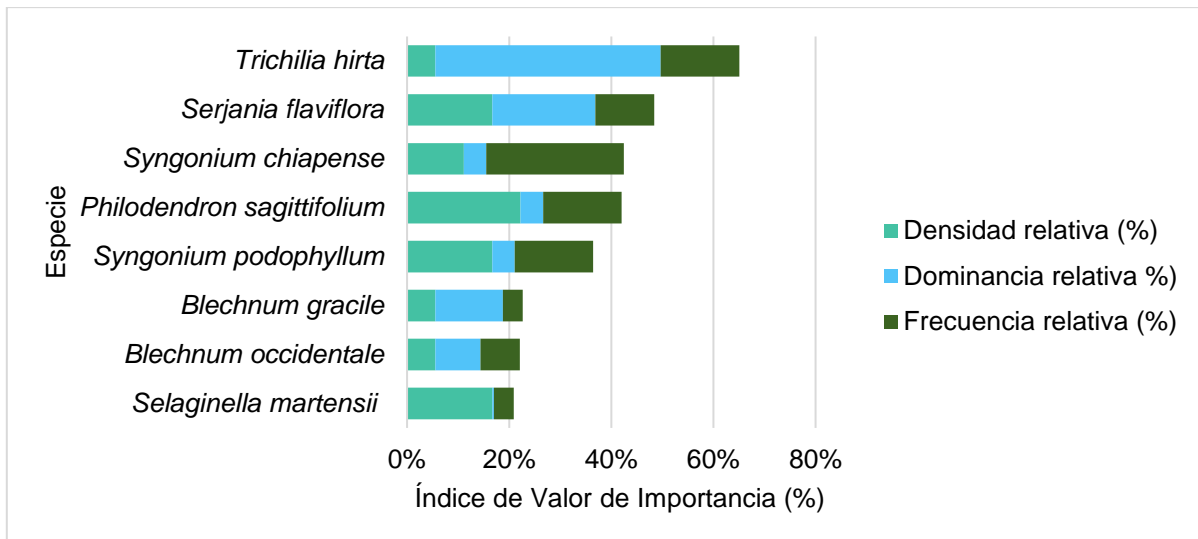
### c) Herbáceo

El estrato herbáceo está representado por 8 especies, las de mayor importancia ecológica fueron *Trichila hirta* y *Serjania flaviflora* presentando densidades de 3 333 ind/ha y 10 000 ind/ha cada una, y valores de dominancia de 44.12% y 20.20%. Respecto al valor de importancia, dichas especies obtuvieron cifras de 65.06% y 48.43%, respectivamente (Ver Cuadro y Figura siguientes).

La diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon es de 1.96, por lo cual se consideraría como de categoría “Media”. En el caso del índice de Simpson, este tuvo un valor de 0.85(1-D), lo cual indica que la diversidad en este estrato es “Alta”. El valor del índice de Simpson también se interpreta como que existe una probabilidad del 15% de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie.

**Cuadro 34. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la SAP en el SAR**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Selaginella martensii</i>	10000.00	16.67%	0.37%	3.85%	20.88%	1.96	0.15
<i>Blechnum occidentale</i>	3333.00	5.56%	8.82%	7.69%	22.07%		
<i>Blechnum gracile</i>	3333.00	5.56%	13.24%	3.85%	22.64%		
<i>Syngonium podophyllum</i>	10000.00	16.67%	4.41%	15.38%	36.46%		
<i>Philodendron sagittifolium</i>	13333.00	22.22%	4.41%	15.38%	42.02%		
<i>Syngonium chiapense</i>	6666.00	11.11%	4.41%	26.92%	42.45%		
<i>Serjania flaviflora</i>	10000.00	16.67%	20.22%	11.54%	48.43%		
<i>Trichilia hirta</i>	3333.00	5.56%	44.12%	15.38%	65.06%		



**Figura 43. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la SAP en el SAR**

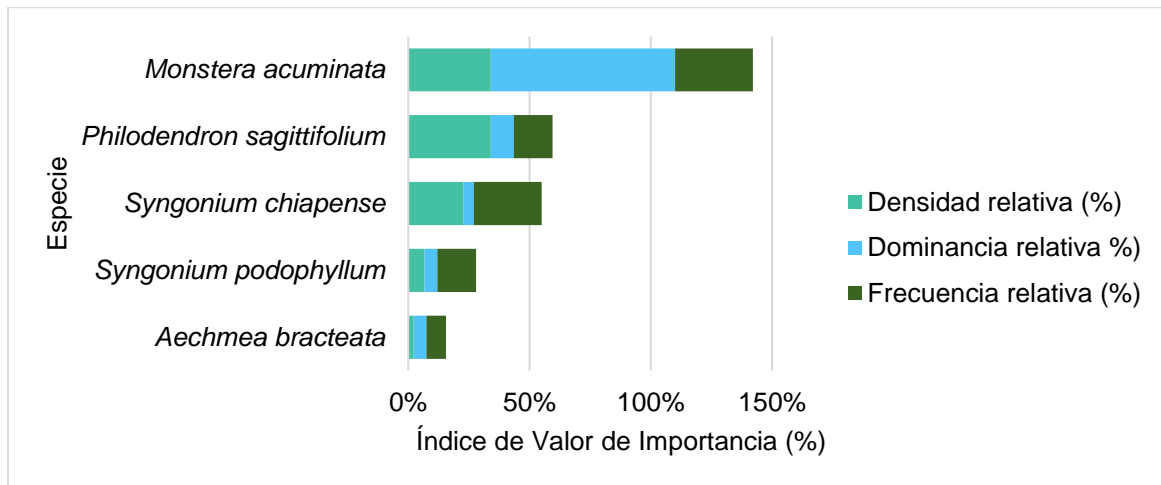
#### d) Plantas epífitas

El grupo de epífitas está representado por cinco especies, *Monstera acuminata* y *Philodendron sagittifolium* presentando densidades de 166 ind/ha ambas, y valores de dominancia de 81.82% y 16.93%. Respecto al valor de importancia, dichas especies obtuvieron cifras de 142.00% y 59.51%, respectivamente (Ver figura siguiente). La diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon es de 1.34, por lo cual se consideraría como “Baja”. En el caso del índice de Simpson, este tuvo un valor de 0.71 (1-D), lo cual indica que la diversidad en este estrato es “Alta”. El valor del índice de Simpson también se interpreta como que existe una probabilidad del 29% de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior.



**Cuadro 35. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la SAP en el SAR**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Aechmea bracteata</i>	11.00	2.26%	5.24%	8.00%	15.49%	1.34	0.29
<i>Syngonium podophyllum</i>	33.00	6.78%	5.24%	16.00%	28.01%		
<i>Syngonium chiapense</i>	111.00	22.79%	4.19%	28.00%	54.98%		
<i>Philodendron sagittifolium</i>	166.00	34.09%	9.42%	16.00%	59.51%		
<i>Monstera acuminata</i>	166.00	34.09%	75.92%	32.00%	142.00%		



**Figura 44. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la SAP en el SAR**

#### IV.4.1.7.1.2 Estado de conservación

Con base en los resultados del muestreo de vegetación, resumidos en el cuadro siguiente, se puede observar que la diversidad en el estrato arbóreo es mayor, ya que los valores de riqueza e índice de Shannon son más altos comparados con los otros estratos. El índice de Simpson y Pielou reportan los mayores valores para el estrato herbáceo indicando que la abundancia de individuos por especie está mejor distribuida en este grupo, es decir que no hay especies dominantes.

**Cuadro 36. Resumen de diversidad de la SAP en el SAR**

Índices de diversidad	Estratos			
	Arbóreo	Arbustivo	Epífitas	Herbáceo
<b>No. de individuos</b>	136.00	375.00	44.00	18.00
<b>Riqueza (S)</b>	18.00	20.00	5.00	8.00
<b>Simpson (D)</b>	0.11	0.23	0.29	0.15
<b>Diversidad de Simpson (1-D)</b>	0.89	0.77	0.71	0.85
<b>Shannon (H')</b>	2.51	2.09	1.34	1.96
<b>H máx</b>	2.89	3.00	1.61	2.08
<b>Pielou (J')</b>	0.87	0.70	0.83	0.94
<b>Hmax-Hcalc</b>	0.38	0.90	0.27	0.12

Por otro lado, en el SAR, aproximadamente el 21.64% de su superficie presenta agricultura, mientras que en el 56.50% tiene pastizales inducidos y solo en un 6.66% se desarrolla vegetación de Selva Alta Perennifolia. Debido al desarrollo de las actividades de agricultura y ganadería se observa que la vegetación presenta un alto grado de fragmentación.

Una vez que inicia un proceso de fragmentación, desencadena una serie de modificaciones en los procesos ecológicos y por consecuencia impacta las poblaciones y comunidades de flora y fauna, los suelos y el agua, que responden al cambio de la nueva estructura de los fragmentos.

La principal consecuencia de la fragmentación es el aislamiento de las poblaciones de flora y fauna, en particular de aquellas especies que tienen poca movilidad. Éstas generalmente son las especies pequeñas y que no vuelan. Las poblaciones en los fragmentos aislados tienen mayor riesgo de desaparecer ya que son de menor tamaño y las perturbaciones naturales como incendios, inundaciones o erupciones volcánicas las pueden eliminar. Además, al tener menor número de individuos y estar aisladas, aumentan sus relaciones de parentesco y se reduce su variabilidad genética debido a la consanguinidad.

#### IV.4.1.8 Resultados de composición y diversidad florística en el AI

##### IV.4.1.8.1 Selva Alta Perennifolia

Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AI, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 51 especies distribuidas en 36 familias diferentes, de las cuales Araceae (6 spp) es la que presenta el mayor número de especies, seguida de Arecaceae (3 spp) y Fabaceae (3 spp). En la figura siguiente se observa la distribución de especies por familia.

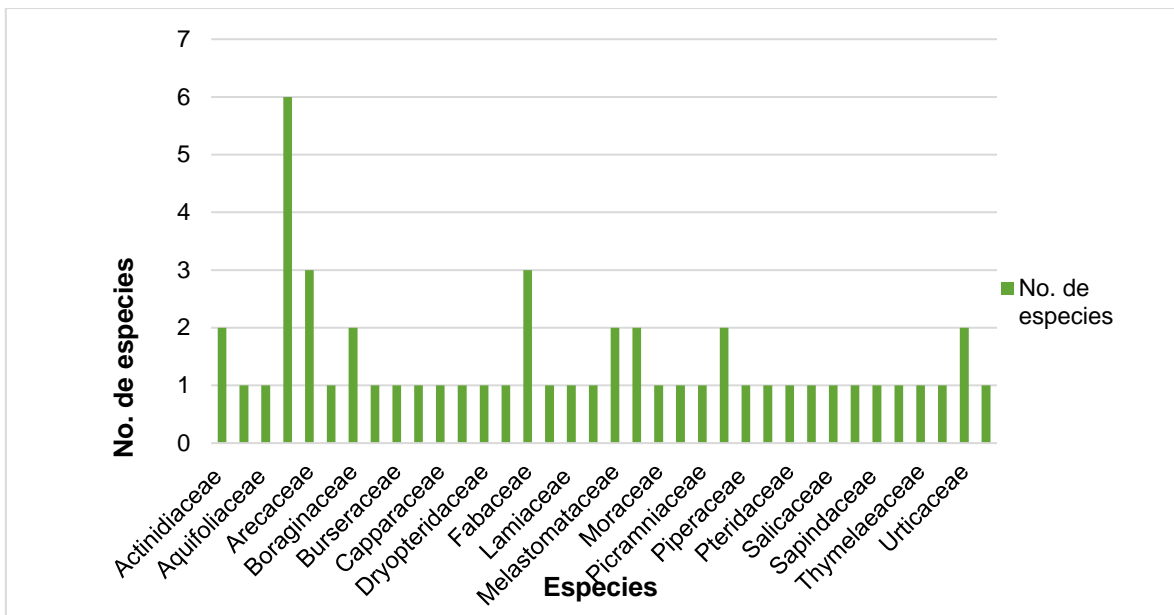


Figura 45. Composición florística de la Selva Alta Perennifolia en el AI

La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el AI está formada mayormente por especies arbóreas (27 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (18 spp), epífitas (7 spp) y herbáceas (6 spp). En el estrato arbóreo destaca *Dialium guianense* como la especie más abundante. Por su parte, *Mickelia bernoullii* es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo *Astrocaryum mexicanum* es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron siete especies, de las cuales *Monstera acuminata* es la que presenta mayor dominancia. En la siguiente figura se observa el aspecto general de este tipo de vegetación en el área de influencia.



**Figura 46. Aspecto general del SAP en el AI**

En el siguiente cuadro se enlistan el total de especies registradas en el AI mientras que en el “Anexo Fotográfico de Flora” se pueden consultar imágenes de las especies encontradas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que *Calophyllum brasiliense* y *Chamaedorea oblongata* están en la categoría de A (Amenazada).

**Cuadro 37. Listado florístico de la SAP en el AI**

Nombre científico	Nombre común	Familia	NOM-059	CONABIO Malezas
<i>Adiantum tetraphyllum</i>	Helecho	Pteridaceae	-	-
<i>Aechmea bracteata</i>	Bromelia	Bromeliaceae	-	-
<i>Ampelocera hottlei</i>	-	Ulmaceae	-	-
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	Hoja de piedra	Araceae	-	-
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	Chocho	Arecaceae	-	-
<i>Begonia nelumbifolia</i>	Begonia	Begoniaceae	-	-
<i>Bursera simaruba</i>	-	Burseraceae	-	-
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	Calophyllaceae	A	-
<i>Casearia corymbosa</i>	Botoncillo	Salicaceae	-	-
<i>Cecropia obtusifolia</i>	Guarumo	Urticaceae	-	-
<i>Chamaedorea oblongata</i>	Tepejilote	Arecaceae	A	-
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Tepejilote	Arecaceae	-	-
<i>Cordia gerascanthus</i>	Hormiguero	Boraginaceae	-	-
<i>Costus scaber</i>	-	Costaceae	-	-
<i>Coussapoa purpusii</i>	Tallo rojo	Urticaceae	-	-
<i>Ctenitis excelsa</i>	Helecho	Dryopteridaceae	-	-
<i>Cupania dentata</i>	Agua al ojo blanco	Sapindaceae	-	-
<i>Dalechampia spathulata</i>	Café	Euphorbiaceae	-	-
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	-	Thymelaeaceae	-	-
<i>Dialium guianense</i>	Palo de lacandón	Fabaceae	-	-

Nombre científico	Nombre común	Familia	NOM-059	CONABIO Malezas
<i>Dussia mexicana</i>	-	Fabaceae	-	-
<i>Goeppertia microcephala</i>	-	Marantaceae	-	-
<i>Guarea glabra</i>	Trompillo	Meliaceae	-	-
<i>Heliconia schiedeana</i>	Chimaque cimarrón	Heliconiaceae	-	-
<i>Ilex costaricensis</i>	Palo verde	Aquifoliaceae	-	-
<i>Lycianthes heteroclita</i>	Fruto verde	Solanaceae	-	-
<i>Mickelia bernoullii</i>	-	Polypodiaceae	-	-
<i>Miconia argentea</i>	Capulín	Melastomataceae	-	-
<i>Miconia ibarrae</i>	-	Melastomataceae	-	-
<i>Monstera acuminata</i>	Epífita	Araceae	-	-
<i>Morisonia mollicella</i>	-	Capparaceae	-	-
<i>Peperomia obtusifolia</i>	Epífita	Piperaceae	-	-
<i>Philodendron sagittifolium</i>	-	Araceae	-	-
<i>Philodendron seguine</i>	Lengua de vaca	Araceae	-	-
<i>Picramnia antidesma</i>	-	Picramniaceae	-	-
<i>Piper aequale</i>	-	Piperaceae	-	-
<i>Piper amalago</i>	Canutillo	Piperaceae	-	-
<i>Pteris altissima</i>	Helecho	Pteridaceae	-	-
<i>Renealmia mexicana</i>	Ixquihit cimarrón	Zingiberaceae	-	-
<i>Rocheportia lundellii</i>	-	Boraginaceae	-	-
<i>Saurauia scabrida</i>	Moquillo	Actinidiaceae	-	-
<i>Saurauia yasicae</i>	-	Actinidiaceae	-	-
<i>Scutellaria cordifolia</i>	-	Lamiaceae	-	-
<i>Serjania flaviflora</i>	-	Sapindaceae	-	-
<i>Syngonium chiapense</i>	Lengua de vaca	Araceae	-	-
<i>Syngonium podophyllum</i>	Lengua de vaca	Araceae	-	-
<i>Tapirira mexicana</i>	Caobilla	Anacardiaceae	-	-
<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	Meliaceae	-	-
<i>Trophis mexicana</i>	Estrellita	Moraceae	-	-
<i>Vachellia cornigera</i>	Cornezuelo	Fabaceae	-	X
<i>Virola guatemalensis</i>	Cacao	Myristicaceae	-	-

#### IV.4.1.8.1.1 Análisis estructural y de diversidad por estrato

##### a) Arbóreo

Este estrato está representado por 27 especies, las más abundantes son *Dialium guianense* y *Trophis mexicana* presentando valores de densidad de 316 ind/ha y 305 ind/h, y una dominancia relativa de 16.17% y 13.98% respectivamente. De acuerdo con los datos anteriores y la frecuencia de aparición de dichas especies en los sitios de muestreo, se obtuvo que presentan valores de importancia (IVI) de 42.38% y 40.20%, por lo que estas son las de mayor importancia ecológica dentro del estrato (Ver Cuadro y Figura siguiente). La diversidad en este estrato de acuerdo con el Índice de Shannon es de 2.66 por lo que se consideraría como “Media”. El índice de Simpson presentó un valor de 0.90 (1-D), que indica diversidad de categoría “Alta”. Además, este valor se interpreta como que existe una probabilidad del 10% (D) de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior, por lo que refleja uniformidad en la abundancia de especies.



**Cuadro 38. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la SAP en el AI**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson (D)
<i>Coussapoa purpusii</i>	5.00	0.30%	0.05%	1.16%	1.51%	2.66	0.10
<i>Vachellia cornigera</i>	5.00	0.30%	0.09%	1.16%	1.55%		
<i>Morisonia mollicella</i>	5.00	0.30%	0.16%	1.16%	1.62%		
<i>Miconia ibarrae</i>	5.00	0.30%	0.09%	2.33%	2.72%		
<i>Miconia argentea</i>	5.00	0.30%	0.24%	2.33%	2.86%		
<i>Picramnia antidesma</i>	11.00	0.65%	0.19%	2.33%	3.17%		
<i>Bursera simaruba</i>	5.00	0.30%	0.09%	3.49%	3.88%		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	22.00	1.30%	0.48%	2.33%	4.11%		
<i>Tapirira mexicana</i>	16.00	0.95%	1.00%	3.49%	5.44%		
<i>Trichilia hirta</i>	22.00	1.30%	0.42%	4.65%	6.38%		
<i>Dussia mexicana</i>	44.00	2.61%	2.12%	2.33%	7.06%		
<i>Cecropia obtusifolia</i>	11.00	0.65%	1.88%	4.65%	7.18%		
<i>Saurauia scabrida</i>	55.00	3.26%	3.50%	1.16%	7.92%		
<i>Ampelocera hottlei</i>	33.00	1.96%	4.09%	2.33%	8.37%		
<i>Cupania dentata</i>	27.00	1.60%	5.85%	1.16%	8.62%		
<i>Cordia gerascanthus</i>	44.00	2.61%	6.29%	1.16%	10.06%		
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	77.00	4.56%	2.16%	3.49%	10.21%		
<i>Piper amalago</i>	38.00	2.25%	1.64%	6.98%	10.87%		
<i>Casearia corymbosa</i>	88.00	5.22%	2.41%	3.49%	11.11%		
<i>Saurauia yasicae</i>	44.00	2.61%	4.81%	4.65%	12.07%		
<i>Virola guatemalensis</i>	27.00	1.60%	7.75%	4.65%	14.00%		
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	83.00	4.92%	1.08%	8.14%	14.14%		
<i>Guarea glabra</i>	61.00	3.62%	6.87%	4.65%	15.13%		
<i>Rocheportia lundellii</i>	122.00	7.23%	3.53%	4.65%	15.41%		
<i>Ilex costaricensis</i>	211.00	12.51%	12.56%	6.98%	32.04%		
<i>Trophis mexicana</i>	305.00	18.08%	13.98%	8.14%	40.20%		
<i>Dialium guianense</i>	316.00	18.73%	16.67%	6.98%	42.38%		

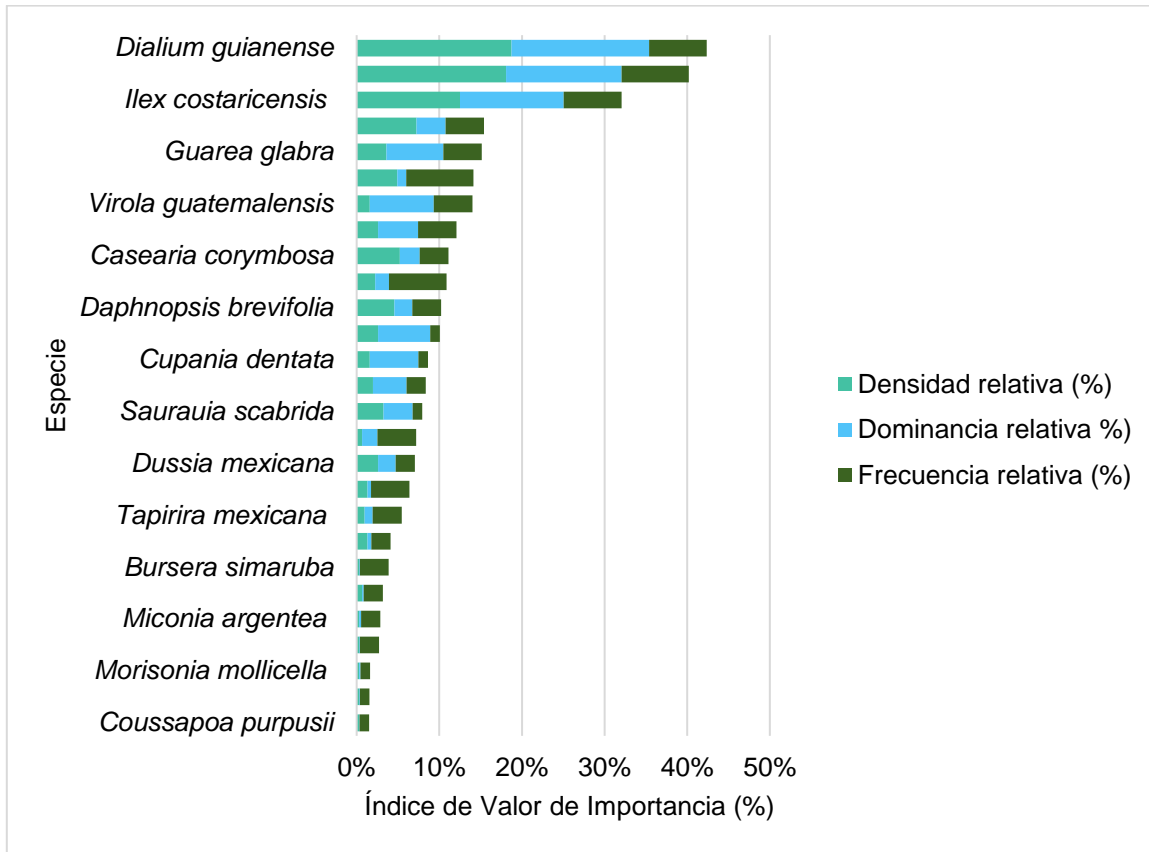


Figura 47. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la SAP en el AI.

### b) Arbustivo

Este estrato está representado por 18 especies, las más abundantes son *Mickelia bernoulli* y *Astrocaryum mexicanum* presentando valores de densidad de 1444 ind/ha y 222 ind/h, y una dominancia relativa de 3.25% y 18.08% respectivamente. De acuerdo con los datos anteriores y la frecuencia de aparición de dichas especies en los sitios de muestreo, se obtuvo que presentan valores de importancia (IVI) de 45.48% y 33.44%, por lo que estas son las de mayor importancia ecológica dentro del estrato (Ver Cuadro y Figura siguiente). La diversidad en este estrato de acuerdo con el Índice de Shannon es de 2.18 por lo que se consideraría como “Media”. El índice de Simpson presentó un valor de 0.83 (1-D), que indica diversidad de categoría “Alta”. Además, este valor se interpreta como que existe una probabilidad del 17% (D) de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior, por lo que refleja homogeneidad en la distribución de abundancias entre especies.

**Cuadro 39. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la SAP en el AI**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Pteris altissima</i>	22.00	0.52%	1.61%	2.90%	5.03%	2.18	0.17
<i>Chamaedorea oblongata</i>	11.00	0.26%	1.29%	5.80%	7.35%		
<i>Renealmia mexicana</i>	11.00	0.26%	1.29%	5.80%	7.35%		
<i>Piper aequale</i>	66.00	1.55%	1.94%	4.35%	7.84%		
<i>Dalechampia spathulata</i>	188.00	4.42%	2.33%	2.90%	9.64%		
<i>Begonia nelumbiifolia</i>	244.00	5.73%	1.61%	2.90%	10.24%		
<i>Costus scaber</i>	33.00	0.78%	2.33%	7.25%	10.35%		
<i>Ctenitis excelsa</i>	88.00	2.07%	2.78%	5.80%	10.64%		
<i>Heliconia schiedeana</i>	55.00	1.29%	2.65%	7.25%	11.19%		
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	77.00	1.81%	3.94%	7.25%	12.99%		
<i>Lycianthes heteroclita</i>	77.00	1.81%	11.63%	1.45%	14.88%		
<i>Goepertia microcephala</i>	611.00	14.35%	1.16%	2.90%	18.41%		
<i>Adiantum tetraphyllum</i>	688.00	16.16%	1.61%	1.45%	19.22%		
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	122.00	2.87%	14.53%	4.35%	21.75%		
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	133.00	3.12%	11.30%	10.14%	24.57%		
<i>Dialium guianense</i>	166.00	3.90%	16.66%	8.70%	29.26%		
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	222.00	5.21%	18.08%	10.14%	33.44%		
<i>Mickelia bernoullii</i>	1444.00	33.91%	3.25%	8.70%	45.85%		

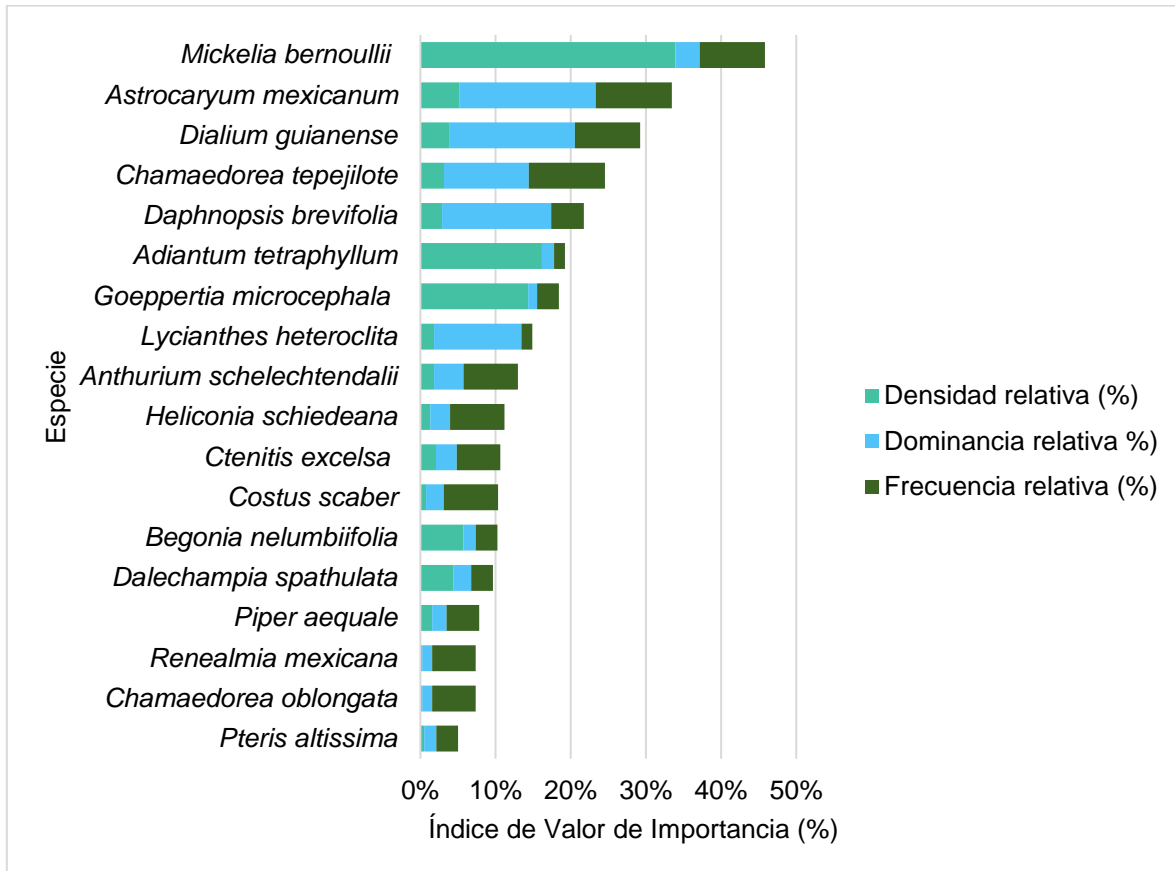


Figura 48. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la SAP en el AI

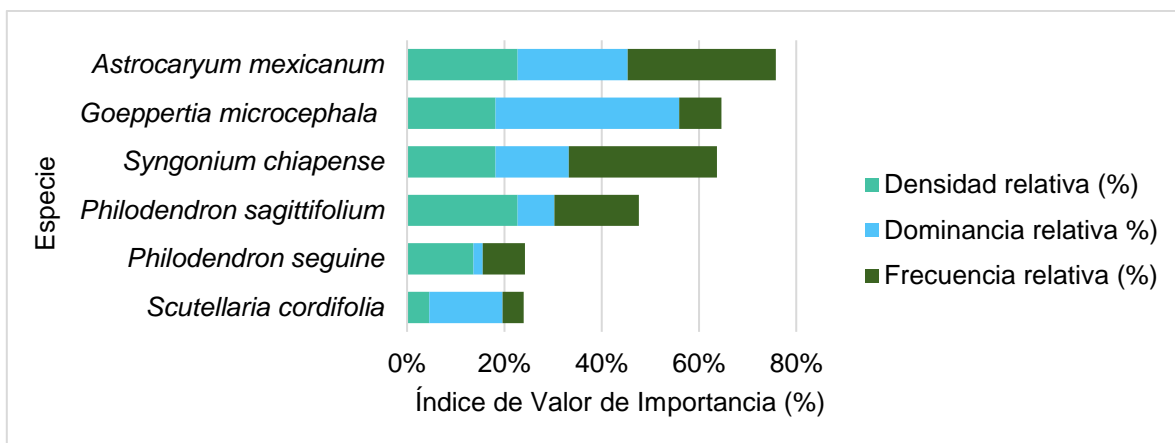
### c) Herbáceo

El estrato herbáceo está representado por 6 especies, las de mayor importancia ecológica fueron *Astrocaryum mexicanum* y *Goeppertia microcephala* presentando densidades de 166 666 ind/ha y 13 333 ind/ha cada una, y valores de dominancia de 22.64% y 37.74%. Respecto al valor de importancia, dichas especies obtuvieron cifras de 75.80% y 64.61%, respectivamente (Ver Cuadro y Figura siguientes).

La diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon es de 1.71, por lo cual se consideraría como de categoría “Media”. En el caso del índice de Simpson, este tuvo un valor de 0.81(1-D), lo cual indica que la diversidad en este estrato es “Alta”. El valor del índice de Simpson también se interpreta como que existe una probabilidad del 19% de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior.

**Cuadro 40. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la SAP en el AI**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Scutellaria cordifolia</i>	3333.00	4.55%	15.09%	4.35%	23.99%	1.71	0.19
<i>Philodendron seguine</i>	10000.00	13.64%	1.89%	8.70%	24.22%		
<i>Philodendron sagittifolium</i>	16666.00	22.73%	7.55%	17.39%	47.67%		
<i>Syngonium chiapense</i>	13333.00	18.18%	15.09%	30.43%	63.71%		
<i>Goeppertia microcephala</i>	13333.00	18.18%	37.74%	8.70%	64.61%		
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	16666.00	22.73%	22.64%	30.43%	75.80%		



**Figura 49. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la SAP en el AI**

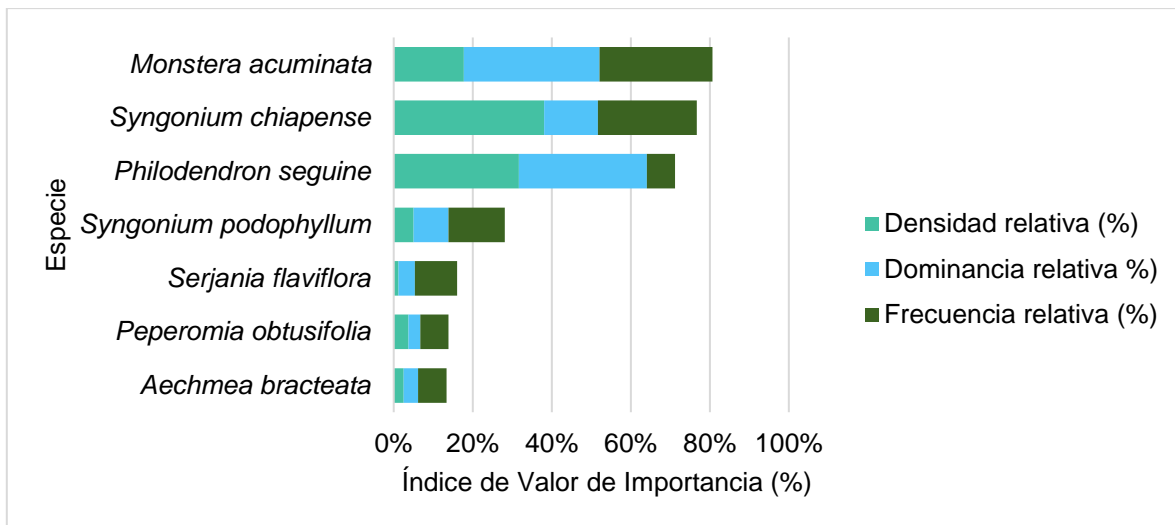
#### d) Plantas epífitas

El grupo de epífitas está representado por siete especies de las cuales *Monstera acuminata* y *Syngonium chiapense* son las de mayor importancia ecológica, presentando densidades de 155 ind/ha y 333 ind/ha cada una, y valores de dominancia de 34.37% y 13.67%. Respecto al valor de importancia, dichas especies obtuvieron cifras de 80.66% y 76.72%, respectivamente (Ver figura siguiente). La diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon es de 1.46, por lo cual se consideraría como “Baja”. En el caso del índice de Simpson, este tuvo un valor de 0.72 (1-D), lo cual indica que la diversidad en este estrato es “Media”. El valor del índice de Simpson también se interpreta como que existe una probabilidad del 28% de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior.



**Cuadro 41. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la SAP en el AP**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Aechmea bracteata</i>	22.00	2.51%	3.68%	7.14%	13.34%	1.46	0.28
<i>Peperomia obtusifolia</i>	33.00	3.77%	2.95%	7.14%	13.86%		
<i>Serjania flaviflora</i>	11.00	1.26%	4.09%	10.71%	16.06%		
<i>Syngonium podophyllum</i>	44.00	5.03%	8.84%	14.29%	28.15%		
<i>Philodendron seguine</i>	277.00	31.66%	32.41%	7.14%	71.21%		
<i>Syngonium chiapense</i>	333.00	38.06%	13.67%	25.00%	76.72%		
<i>Monstera acuminata</i>	155.00	17.71%	34.37%	28.57%	80.66%		



**Figura 50. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la SAP en el AI**

#### IV.4.1.8.1.2 Estado de conservación

Con base en los resultados del muestreo de vegetación, resumidos en el cuadro siguiente, se puede observar que la diversidad en el estrato arbóreo es mayor, ya que los valores de riqueza e índice de Shannon son más altos comparados con los otros estratos. El índice de Simpson y Pielou reportan los mayores valores para el estrato herbáceo indicando que la abundancia de individuos por especie está mejor distribuida en este grupo, es decir que no hay especies dominantes.

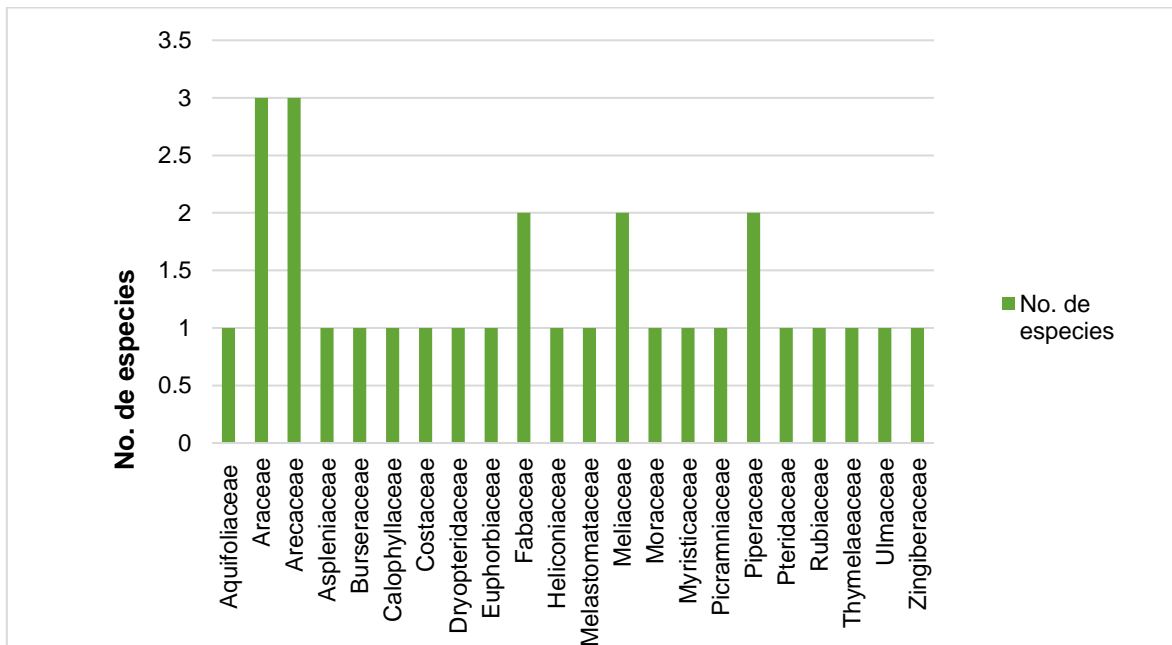
**Cuadro 42. Resumen de diversidad de la SAP en el AI**

Índices de diversidad	Estratos			
	Arbóreo	Arbustivo	Epífitas	Herbáceo
No. de individuos	306.00	384.00	79.00	22.00
Riqueza (S)	27.00	18.00	7.00	6.00
Simpson (D)	0.10	0.17	0.28	0.19
Diversidad de Simpson (1-D)	0.90	0.83	0.72	0.81
Shannon (H')	2.66	2.18	1.46	1.71
H máx	3.30	2.89	1.95	1.79
Pielou (J')	0.81	0.75	0.75	0.95
Hmax-Hcalc	0.63	0.71	0.48	0.09

#### IV.4.1.9 Resultados de composición y diversidad florística en el AP

##### IV.4.1.9.1 Selva Alta Perennifolia

Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AP, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 29 especies distribuidas en 22 familias diferentes, de las cuales Araceae (3 spp) y Arecaceae (3 spp) son las que presentan el mayor número de especies, seguidas de Fabaceae (2 spp.), Meliaceae (2 spp.) y Piperaceae (2 spp). En la figura siguiente se observa la distribución de especies por familia.



**Figura 51. Composición florística de la Selva Alta Perennifolia en el AP**

La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el área de proyecto es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (16 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (11 spp), herbáceas (3 spp) y epífitas (3 spp). En el estrato arbóreo destaca *Daphnopsis brevifolia* como la especie más abundante. Por su parte, *Chameodora tepejilote* es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo *Chameodora tepejilote* es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron dos especies: *Peperomia obtusifolia*, *Monstera acuminata* y *Syngonium chiapense*. En la siguiente figura se observa el aspecto general de este tipo de vegetación en el área de proyecto.



**Figura 52. Aspecto general del SAP en el AP.**

En el siguiente cuadro se enlistan el total de especies registradas en el AP mientras que en el “Anexo Fotográfico de Flora” se pueden consultar imágenes de las especies encontradas. Es importante destacar que, con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que *Calophyllum brasiliense* y *Chamaedora oblongata* están en la categoría de A (Amenazada).

**Cuadro 43. Listado florístico de la SAP en el AP**

Nombre científico	Nombre común	Familia	NOM-059	CONABIO Malezas
<i>Alpinia purpurata</i>	Jengibre rojo	Zingiberaceae	-	-
<i>Ampelocera hottlei</i>	-	Ulmaceae	-	-
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	Hoja de piedra	Araceae	-	-
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	Chocho	Arecaceae	-	-
<i>Blechnum occidentale</i>	Helecho	Aspleniaceae	-	-
<i>Bursera simaruba</i>	-	Burseraceae	-	-
<i>Calophyllum brasiliense</i>	Brasil	Calophyllaceae	A	-
<i>Chamaedorea oblongata</i>	Tepejilote	Arecaceae	A	-
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	Tepejilote	Arecaceae	-	-
<i>Cnidioscolus multilobus</i>	-	Euphorbiaceae	-	X
<i>Costus scaber</i>	-	Costaceae	-	-
<i>Ctenitis excelsa</i>	Helecho	Dryopteridaceae	-	-
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	-	Thymelaeaceae	-	-
<i>Dialium guianense</i>	Palo de lacandón	Fabaceae	-	-
<i>Dussia mexicana</i>	-	Fabaceae	-	-
<i>Genipa americana</i>	Jagua	Rubiaceae	-	-
<i>Guarea glabra</i>	Trompillo	Meliaceae	-	-
<i>Heliconia schiedeana</i>	Chamaque cimarrón	Heliconiaceae	-	-
<i>Ilex costaricensis</i>	Palo verde	Aquifoliaceae	-	-
<i>Miconia argentea</i>	Capulín	Melastomataceae	-	-
<i>Monstera acuminata</i>	Epífita	Araceae	-	-
<i>Peperomia obtusifolia</i>	Epífita	Piperaceae	-	-
<i>Picramnia antidesma</i>	Picraminace	Picramniaceae	-	-
<i>Piper amalago</i>	Canutillo	Piperaceae	-	-
<i>Pteris altissima</i>	Helecho	Pteridaceae	-	-
<i>Syngonium chiapense</i>	Lengua de vaca	Araceae	-	-
<i>Trichilia hirta</i>	Acahuite	Meliaceae	-	-
<i>Trophis mexicana</i>	Estrellita	Moraceae	-	-
<i>Virola guatemalensis</i>	-	Myristicaceae	-	-

#### IV.4.1.9.1.1 Análisis estructural y de diversidad por estrato

##### a) Arbóreo

Este estrato está representado por 16 especies, las más abundantes son *Daphnopsis brevifolia* y *Guarea glabra* presentando valores de densidad de 275 ind/ha y 216 ind/h, y una dominancia relativa de 24.21 % y 19.01 % respectivamente. De acuerdo con los datos anteriores y la frecuencia de aparición de dichas especies en los sitios de muestreo, se obtuvo que presentan valores de importancia (IVI) de 45.47% y 40.02%, por lo que estas son las de mayor importancia ecológica dentro del estrato (Ver Cuadro y Figura siguiente). La diversidad en este estrato de acuerdo con el Índice de Shannon es de 2.26 por lo que se consideraría como “Media”. El índice de Simpson presentó un valor de 0.86 (1-D), que indica diversidad de categoría “Alta”. Además, este valor se interpreta como que existe una probabilidad del 14% (D) de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior, por lo que refleja uniformidad en la abundancia de especies.

**Cuadro 44. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbóreo de la SAP en el AP**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Cnidocolus multilobus</i>	8.00	0.70%	0.14%	1.75%	2.60%	2.26	0.14
<i>Virola guatemalensis</i>	25.00	2.20%	1.89%	1.75%	5.84%		
<i>Dussia mexicana</i>	25.00	2.20%	0.89%	3.51%	6.60%		
<i>Calophyllum brasiliense</i>	16.00	1.41%	1.93%	3.51%	6.85%		
<i>Bursera simaruba</i>	16.00	1.41%	1.68%	5.26%	8.35%		
<i>Trichilia hirta</i>	8.00	0.70%	0.86%	7.02%	8.59%		
<i>Ampelocera hottlei</i>	16.00	1.41%	7.03%	3.51%	11.95%		
<i>Piper amalago</i>	8.00	0.70%	2.95%	10.53%	14.18%		
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	50.00	4.40%	1.19%	12.28%	17.87%		
<i>Ilex costaricensis</i>	66.00	5.81%	4.72%	10.53%	21.06%		
<i>Genipa americana</i>	141.00	12.41%	9.10%	1.75%	23.27%		
<i>Miconia argentea</i>	75.00	6.60%	16.99%	3.51%	27.10%		
<i>Trophis mexicana</i>	58.00	5.11%	11.11%	12.28%	28.50%		
<i>Dialium guianense</i>	133.00	11.71%	9.45%	10.53%	31.68%		
<i>Guarea glabra</i>	216.00	19.01%	13.98%	7.02%	40.02%		
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	275.00	24.21%	16.10%	5.26%	45.57%		



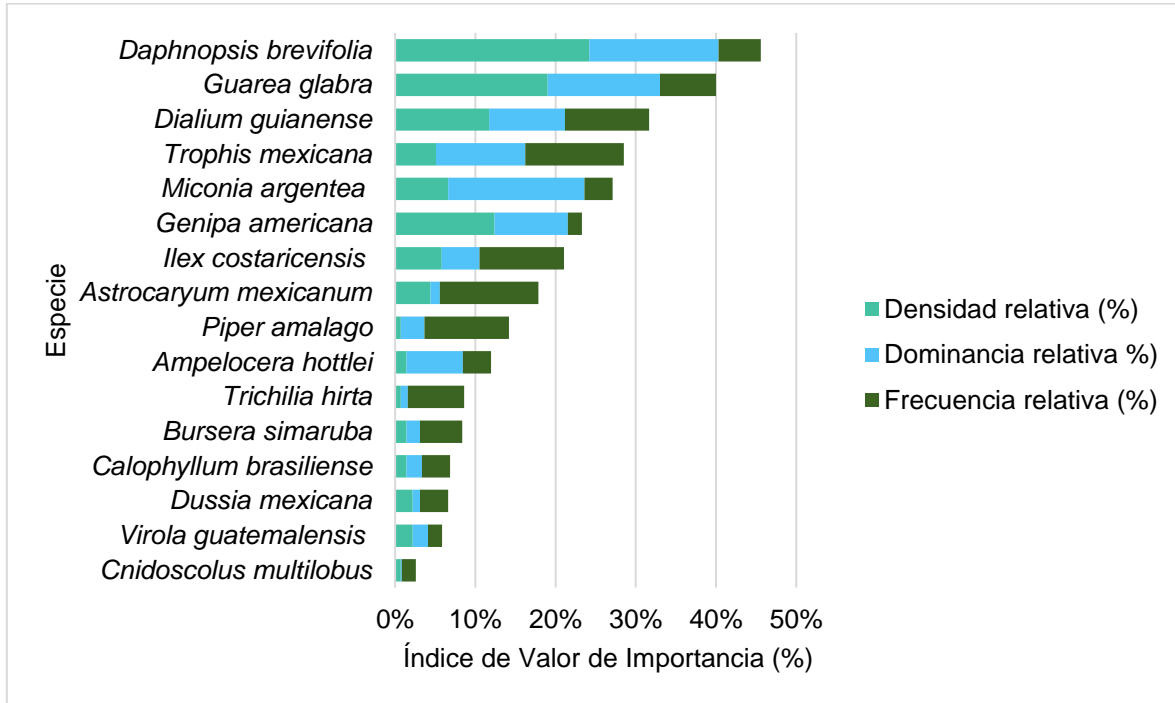


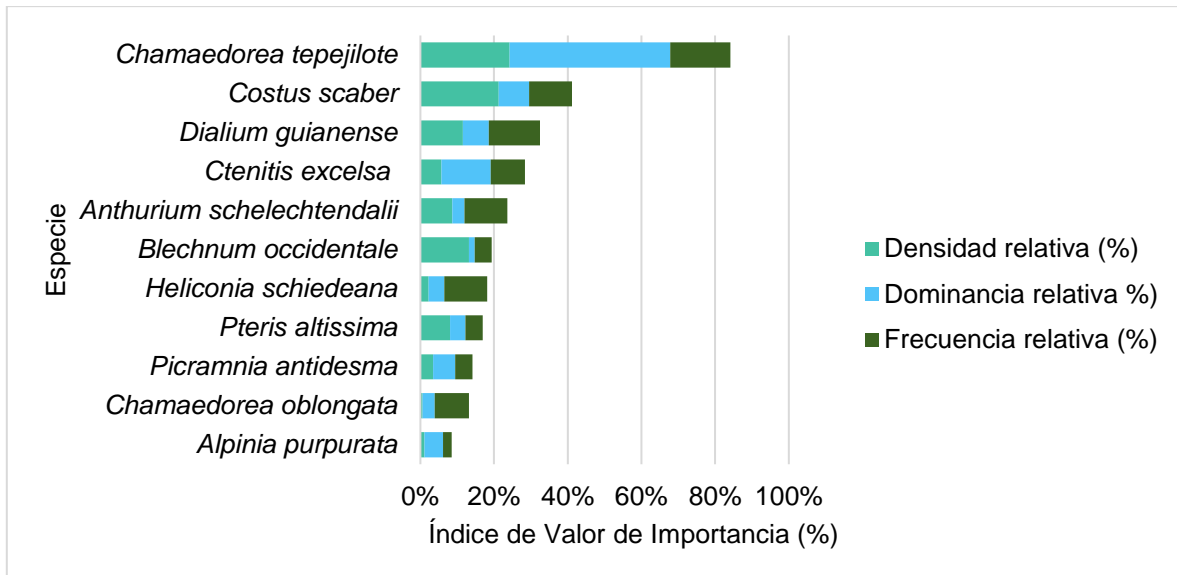
Figura 53. Índice de valor de importancia para el estrato arbóreo de la SAP en el AP

### b) Arbustivo

Este estrato está representado por 11 especies, las más abundantes son *Chamaedorea tepejilote* y *Costus scaber* presentando valores de densidad de 700 ind/ha y 616 ind/h, y una dominancia relativa de 43.68% y 8.28% respectivamente. De acuerdo con los datos anteriores y la frecuencia de aparición de dichas especies en los sitios de muestreo, se obtuvo que presentan valores de importancia (IVI) de 84.13% y 41.18%, por lo que estas son las de mayor importancia ecológica dentro del estrato (Ver Cuadro y Figura siguiente). La diversidad en este estrato de acuerdo con el Índice de Shannon es de 2.05 por lo que se consideraría como “Media”. El índice de Simpson presentó un valor de 0.85 (1-D), que indica diversidad de categoría “Alta”. Además, este valor se interpreta como que existe una probabilidad del 15% (D) de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior, por lo que refleja homogeneidad en la distribución de abundancias entre especies.

**Cuadro 45. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato arbustivo de la SAP en el AP**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Alpinia purpurata</i>	33.00	1.14%	5.02%	2.33%	8.49%	2.05	0.15
<i>Chamaedorea oblongata</i>	16.00	0.55%	3.35%	9.30%	13.20%	2.05	0.15
<i>Picramnia antidesma</i>	100.00	3.45%	6.03%	4.65%	14.13%	2.05	0.15
<i>Pteris altissima</i>	233.00	8.05%	4.18%	4.65%	16.88%	2.05	0.15
<i>Heliconia schiedeana</i>	66.00	2.28%	4.18%	11.63%	18.09%	2.05	0.15
<i>Blechnum occidentale</i>	383.00	13.23%	1.51%	4.65%	19.38%	2.05	0.15
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	250.00	8.63%	3.35%	11.63%	23.61%	2.05	0.15
<i>Ctenitis excelsa</i>	166.00	5.73%	13.39%	9.30%	28.42%	2.05	0.15
<i>Dialium guianense</i>	333.00	11.50%	7.03%	13.95%	32.48%	2.05	0.15
<i>Costus scaber</i>	616.00	21.27%	8.28%	11.63%	41.18%	2.05	0.15
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	700.00	24.17%	43.68%	16.28%	84.13%	2.05	0.15



**Figura 54. Índice de valor de importancia para el estrato arbustivo de la SAP en el AP**

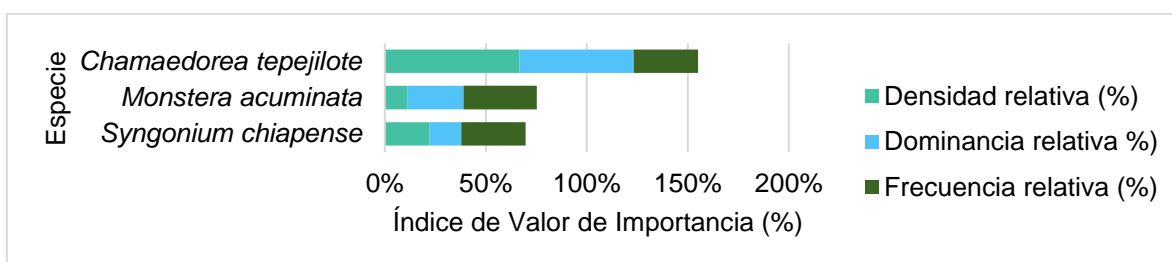
**c) Herbáceo**

El estrato herbáceo está representado por 3 especies, las de mayor importancia ecológica fueron *Chamaedorea tepejilote* y *Monstera acuminata* presentando densidades de 30 000 ind/ha y 5 000 ind/ha cada una, y valores de dominancia de 56.52% y 27.83%. Respecto al valor de importancia, dichas especies obtuvieron cifras de 155.01% y 75.30%, respectivamente (Ver Cuadro y Figura siguientes).

La diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon es de 0.85, por lo cual se consideraría como de categoría “Baja”. En el caso del índice de Simpson, este tuvo un valor de 0.49(1-D), lo cual indica que la diversidad en este estrato es “Baja”. El valor del índice de Simpson también se interpreta como que existe una probabilidad del 51% de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior, lo que indica presencia de especies dominantes.

**Cuadro 46. Índice de Valor de Importancia (IVI) del estrato herbáceo de la SAP en el AP**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Syngonium chiapense</i>	10000.00	22.22%	15.65%	31.82%	69.69%	0.85	0.51
<i>Monstera acuminata</i>	5000.00	11.11%	27.83%	36.36%	75.30%		
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	30000.00	66.67%	56.52%	31.82%	155.01%		



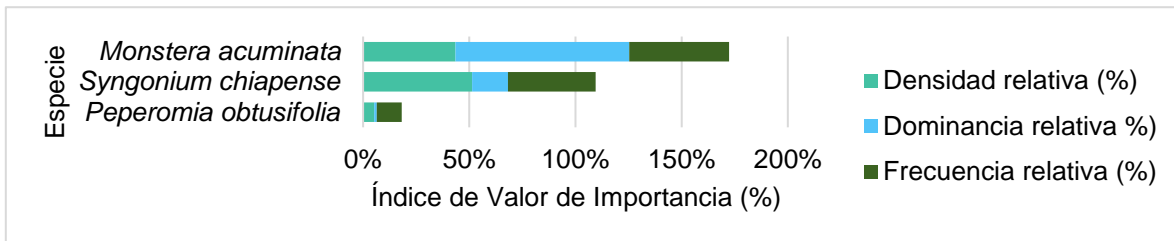
**Figura 55. Índice de valor de importancia para el estrato herbáceo de la SAP en el AP**

#### d) Plantas epífitas

El grupo de epífitas está representado por tres especies, de las cuales *Monstera acuminata* y *Syngonium chiapense* presentando densidades de 550 ind/ha y 650 ind/ha cada una, y valores de dominancia de 81.82% y 16.93%. Respecto al valor de importancia, dichas especies obtuvieron cifras de 172.32% y 109.45%, respectivamente (Ver figura siguiente). La diversidad de acuerdo con el Índice de Shannon es de 0.86, por lo cual se consideraría como “Baja”. En el caso del índice de Simpson, este tuvo un valor de 0.55 (1-D), lo cual indica que la diversidad en este estrato es “Baja”. El valor del índice de Simpson también se interpreta como que existe una probabilidad del 45% de que el siguiente individuo registrado en la parcela pertenezca a la misma especie que el individuo anterior.

**Cuadro 47. Índice de Valor de Importancia (IVI) del grupo de epífitas de la SAP en el AP**

Especie	Densidad (ind/ha)	Densidad relativa (%)	Dominancia relativa (%)	Frecuencia relativa (%)	IVI	Índice de Shannon	Índice Simpson
<i>Peperomia obtusifolia</i>	66.00	5.21%	1.25%	11.76%	18.23%	0.86	0.45
<i>Syngonium chiapense</i>	650.00	51.34%	16.93%	41.18%	109.45%		
<i>Monstera acuminata</i>	550.00	43.44%	81.82%	47.06%	172.32%		



**Figura 56. Índice de valor de importancia del grupo de epífitas de la SAP en el AP**

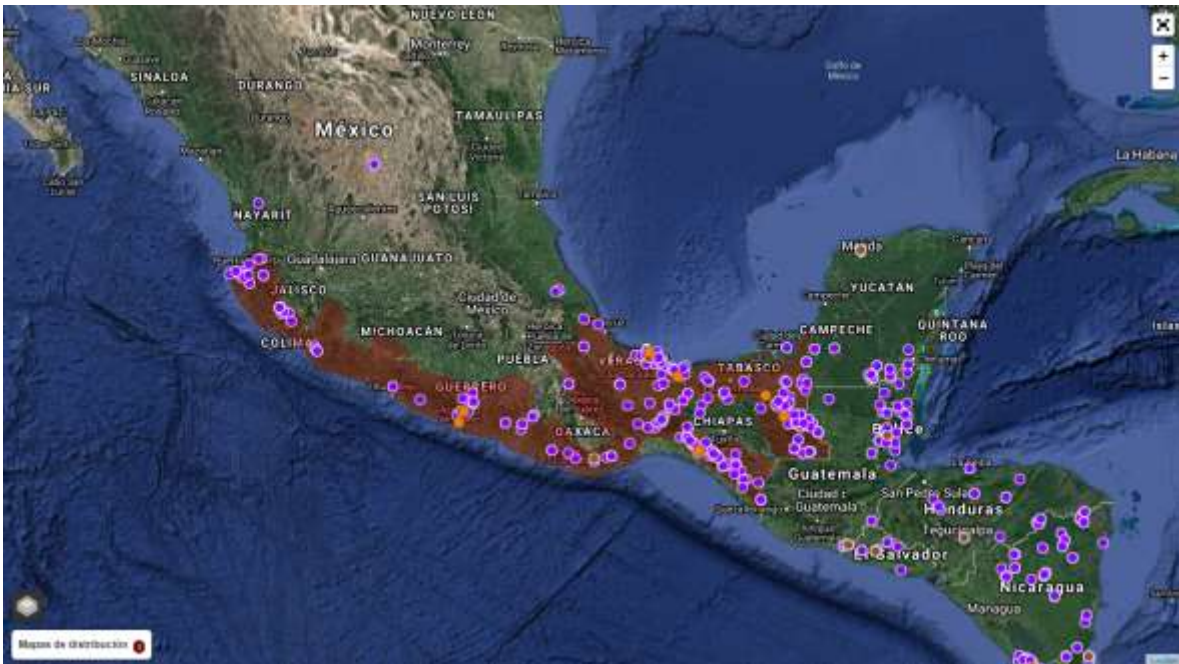
#### IV.4.1.9.1.2 Estado de conservación

Con base en los resultados del muestreo de vegetación, resumidos en el cuadro siguiente, se puede observar que la diversidad en el estrato arbóreo es mayor, ya que los valores de riqueza e índice de Shannon son más altos comparados con los otros estratos. El índice de Simpson y Pielou reportan los mayores valores para el estrato herbáceo indicando que la abundancia de individuos por especie está mejor distribuida en este grupo, es decir que no hay especies dominantes.

**Cuadro 48. Resumen de diversidad de la SAP en el AP**

Índices de diversidad	Estratos			
	Arbóreo	Arbustivo	Epífitas	Herbáceo
No. de individuos	137.00	174.00	76.00	9.00
Riqueza (S)	16.00	11.00	3.00	3.00
Simpson (D)	0.14	0.15	0.45	0.51
Diversidad de Simpson (1-D)	0.86	0.85	0.55	0.49
Shannon (H')	2.26	2.05	0.86	0.85
H máx	2.77	2.40	1.10	1.10
Pielou (J')	0.82	0.86	0.78	0.77
Hmax-Hcalc	0.51	0.35	0.24	0.25

Es importante destacar que, de todas las especies registradas, *Calophyllum brasilense* y *Chamaedora oblongata* se encuentran registradas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en la categoría de A (Amenazada). La primera es un árbol común en el dosel de bosques perennifolios desde México a Costa Rica, aunque también se la encuentra en el norte de América del Sur, así como en las tierras bajas de Bolivia y Brasil. Es un árbol de dosel de tamaño mediano, relativamente tolerante a la sombra. Es una especie generalista de sitio y de suelo; crece bien en sitios donde la precipitación anual excede los 1500 mm, y crece mejor en condiciones de suelos húmedos, aunque tolera los suelos de drenaje rápido. En la siguiente figura se muestra su distribución y ocurrencias en México.



**Figura 57. Distribución de *Calophyllum brasilense* en México (Fuente: Enciclopedia, CONABIO)**

En el caso de *Chamaedora oblongata*, son palmas con tallos solitarios, erectos, ocasionalmente decumbentes, que alcanzan un tamaño de hasta 3 m de alto y 1–2.5 cm de diámetro, con entrenudos de 4–15 cm de largo. Es común en los bosques húmedos o muy húmedos perennifolios y en nebliselvas en las zonas atlántica y norcentral; a una altitud de 40–1600 metros. Se distribuye desde México a Nicaragua.





**Figura 58. Distribución de *Chamaedora oblongata* en México (Fuente:Enciclovida, CONABIO)**

Considerando la amplia distribución de ambas especies y sus características de crecimiento, se estima que no se verán afectadas sus poblaciones debido al desarrollo del proyecto. También es importante mencionar que las demás especies se encuentran ampliamente representadas en el área de influencia y sistema ambiental, por lo que no se afectará la diversidad en el área de estudio.

Para mitigar y compensar los impactos ambientales producidos en la vegetación se propone en primera instancia la ejecución del rescate y reubicación de individuos vegetales, enfocado en aquellas especies de lento crecimiento, distribución restringida, y aquellas que se encuentren en la NOM-059. También, se promoverá el desarrollo de vegetación nativa en las áreas aledañas al proyecto mediante actividades de reforestación, y se reutilizará el material vegetal resultante del CUSTF. Aunado a lo anterior, el trazo del camino ha sido debidamente planeado y será realizado de acorde a la normatividad ambiental aplicable para garantizar que la afectación sea mínima. En este sentido, considerando el estado de conservación de la vegetación, la adecuada implementación de medidas de prevención, mitigación y compensación ambiental antes descritas se considera factible el desarrollo del proyecto desde el punto de vista ambiental.

#### **IV.4.1.9.1.3 Estimación de individuos a remover**

De acuerdo con el análisis anterior tenemos que en el área del derecho de vía (DDV) del proyecto se presenta vegetación de Selva Alta Perennifolia por lo que será necesario realizar el cambio de uso de suelo en terrenos forestales (CUSTF).

Para cuantificar el número de individuos se verá afectada con el CUSTF, se sumó el total de individuos de cada especie en los sitios de muestreo, los resultados se dividieron entre la superficie de muestreo para extrapolar a una hectárea (Hectárea Tipo), tal como se muestra en la ecuación siguiente:

$$\text{No. de individuos x ha} = \frac{\text{Sumatoria de individuos en los sitios de muestreo}}{\text{Superficie muestreada (ha)}}$$

En el siguiente cuadro se presenta el número de individuos a remover en la Selva Alta Perennifolia del Proyecto.

**Cuadro 49. Estimación de individuos a remover**

ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia
<b>ESTRATO ARBOREO</b>	
<i>Cnidocolus multilobus</i>	3.0048
<i>Virola guatemalensis</i>	9.39
<i>Dussia mexicana</i>	9.39
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6.0096
<i>Bursera simaruba</i>	6.0096
<i>Trichilia hirta</i>	3.0048
<i>Ampelocera hottlei</i>	6.0096
<i>Piper amalago</i>	3.0048
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	18.78
<i>Ilex costaricensis</i>	24.7896
<i>Genipa americana</i>	52.9596
<i>Miconia argentea</i>	28.17
<i>Trophis mexicana</i>	21.7848
<i>Dialium guianense</i>	49.9548
<i>Guarea glabra</i>	81.1296
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	103.29
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	
<i>Alpinia purpurata</i>	12.3948
<i>Chamaedorea oblongata</i>	6.0096
<i>Picramnia antidesma</i>	37.56
<i>Pteris altissima</i>	87.5148
<i>Heliconia schiedeana</i>	24.7896
<i>Blechnum occidentale</i>	143.8548

ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	93.9
<i>Ctenitis excelsa</i>	62.3496
<i>Dialium guianense</i>	125.0748
<i>Costus scaber</i>	231.3696
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	262.92
<b>ESTRATO HERBACEO</b>	
<i>Syngonium chiapense</i>	3756
<i>Monstera acuminata</i>	1878
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	11268
<b>ESTRATO EPIFITAS</b>	
<i>Peperomia obtusifolia</i>	24.7896
<i>Syngonium chiapense</i>	244.14
<i>Monstera acuminata</i>	206.58

#### IV.4.1.10 Análisis comparativo de la composición florística en la Selva Alta Perennifolia en AP, AI y SAR

En los siguientes apartados se presenta el análisis comparativo de la vegetación de selva alta perennifolia entre el área de proyecto, sistema ambiental regional (SAR) y área de influencia (AI) considerando atributos estructurales como la abundancia y el Índice de Valor de Importancia (IVI) para cada una de las especies registradas, esto con el fin de obtener elementos o argumentos técnicos que permitan concluir que el nuevo uso propuesto no compromete la biodiversidad.

##### a) Análisis comparativo de la composición florística del estrato arbóreo en la Selva Alta Perennifolia

En el Cuadro 50 se observa que la composición florística del estrato arbóreo en el SAR, AI y área de proyecto es similar, en total se registraron 31 especies, sin embargo, dos de ellas solo se reportaron en el área de CUSTF.

**Cuadro 50. Comparación de flora en el estrato arbóreo**

Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Ampelocera hottlei</i>	-	-	33	8.37%	16	11.95%
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	38	15.26%	83	14.14%	50	17.87%
<i>Bursera simaruba</i>	5	5.52%	5	3.88%	16	8.35%
<i>Calophyllum brasiliense</i>	-	-	22	4.11%	16	6.85%
<i>Casearia corymbosa</i>	50	13.87%	88	11.11%	-	-
<i>Cecropia obtusifolia</i>	16	9.23%	11	7.18%	-	-
<i>Cnidoscolus multilobus</i>	-	-	-	-	8	2.60%
<i>Cordia gerascanthus</i>	-	-	44	10.06%	-	-
<i>Coussapoa purpusii</i>	-	-	5	1.51%	-	-
<i>Cupania dentata</i>	-	-	27	8.62%	-	-

Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	44	11.19%	77	10.21%	275	45.57%
<i>Dialium guianense</i>	33	14.06%	316	42.38%	133	31.68%
<i>Dussia mexicana</i>	-	-	44	7.06%	25	6.60%
<i>Genipa americana</i>	-	-	-	-	141	23.27%
<i>Guarea glabra</i>	11	11.97%	61	15.13%	216	40.02%
<i>Heliocarpus appendiculatus</i>	22	13.92%	-	-	-	-
<i>Ilex costaricensis</i>	27	12.45%	211	32.04%	66	21.06%
<i>Miconia argentea</i>	-	-	5	2.86%	75	27.10%
<i>Miconia ibarrae</i>	16	5.36%	5	2.72%	-	-
<i>Morisonia mollicella</i>	-	-	5	1.62%	-	-
<i>Picramnia antidesma</i>	-	-	11	3.17%	-	-
<i>Piper amalago</i>	16	10.95%	38	10.87%	8	14.18%
<i>Rocheportia lundellii</i>	16	8.17%	122	15.41%	-	-
<i>Saurauia scabrida</i>	-	-	55	7.92%	-	-
<i>Saurauia yasicae</i>	77	27.22%	44	12.07%	-	-
<i>Tapirira mexicana</i>	55	22.05%	16	5.44%	-	-
<i>Trichilia hirta</i>	38	20.87%	22	6.38%	8	8.59%
<i>Trophis mexicana</i>	94	31.37%	305	40.20%	58	28.50%
<i>Vachellia cornigera</i>	-	-	5	1.55%	-	-
<i>Virola guatemalensis</i>	183	64.31%	27	14.00%	25	5.84%
<i>Zanthoxylum riedelianum</i>	5	2.22%	-	-	-	-

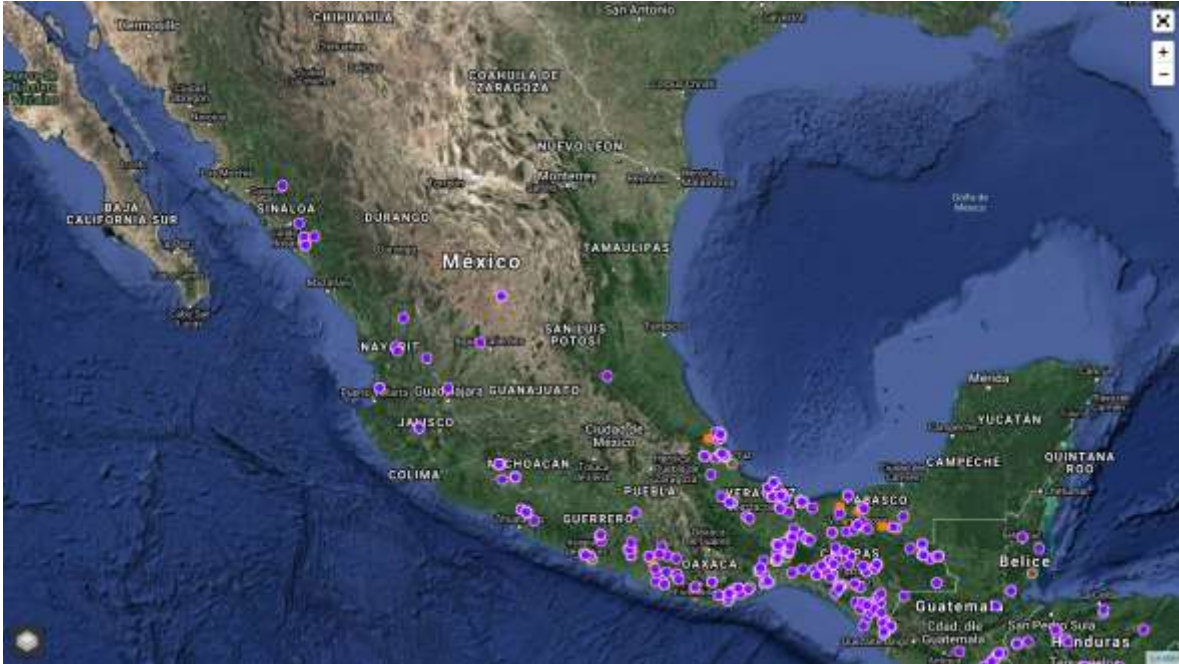
La primera de ellas es *Cnidoscopus multilobus*, conocida como ortiga o mala mujer, originaria de México y Guatemala, se desarrolla en climas cálidos, semicálidos y templados. La segunda es *Genipa americana* originaria de Suramérica, de distribución neotropical, se encuentra desde de Florida, México, Islas de Caribe, Centroamérica hasta Paraguay, Argentina, Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. En las siguientes figuras se presentan mapas de distribución de las especies antes mencionadas, esto con el fin de mostrar la amplia distribución que poseen en México.



**Figura 59. Distribución y ocurrencias de *Cnidoscopus multilobus* en México (Fuente: Enciclovida<sup>5</sup>, CONABIO)**

<sup>5</sup> <https://enciclovida.mx/especies/149471-cnidoscopus-multilobus>





**Figura 60. Distribución y ocurrencias de *Genipa americana* en México (Fuente: Enciclovida<sup>6</sup>, CONABIO)**

Con respecto a las abundancias, tenemos que *Daphnopsis brevifolia* es la especie más abundante en el área de proyecto con 275 ind/ha, mientras que, en el SAR, *Virola guatemalensis* es la de mayor densidad con 183 ha/ind.

De manera general en el área de proyecto se presenta una densidad de 1 136 ind/ha, frente a 746 ind/ha del SAR, esta diferencia indica menor competencia y mayor espaciamento entre individuos en esta última.

Por otro lado, el índice de valor de importancia (IVI) indica que las especies más importantes en la comunidad florística son *Daphnopsis brevifolia* en el área de proyecto y *Virola guatemalensis* en el SAR. En ambos casos este resultado está influenciado por el elevado número de individuos que poseen.

De acuerdo con el análisis anterior, es posible concluir que la estructura, composición y diversidad en el estrato arbóreo se mantendrá con el desarrollo del proyecto, ya que el 93.33 % de las especies afectadas en el área de proyecto se encuentran representadas también en el SAR y AI. En el caso de las especies que solo se reportaron en el área CUSTF, tenemos que estas son de amplia distribución en México, por lo que no se afectarán sus poblaciones.

<sup>6</sup> <https://enciclovida.mx/especies/167087-genipa-americana>

Es importante mencionar que de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (14/11/2019) de las especies por afectar en este estrato, *Calophyllum brasiliense* se encuentra en la categoría de “Amenazada” (A).

### b) Análisis comparativo de la composición florística del estrato arbustivo en la Selva Alta Perennifolia

En el estrato arbustivo la composición florística está representada por 27 especies registradas en el SAR, AI y área de proyecto, de la cuales *Alpinia purpurata* y *Picraminia antidesma* solo se registraron en esta última.

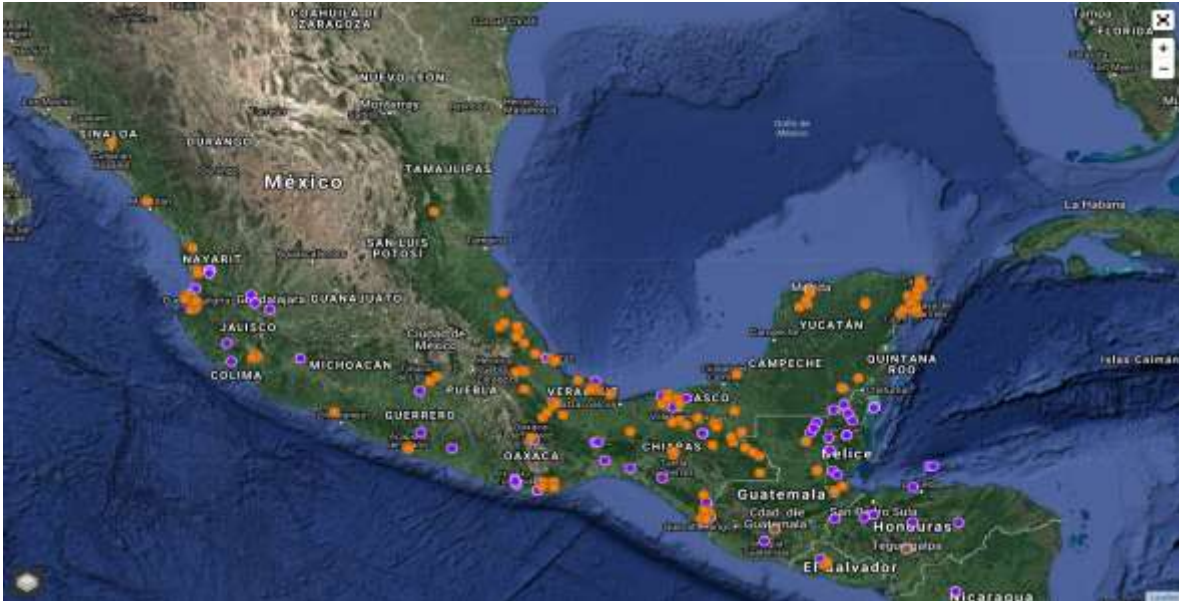
**Cuadro 51. Comparación de flora en el estrato arbustivo**

Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Adiantum tetraphyllum</i>	-	-	688	19.22%	-	-
<i>Alpinia purpurata</i>	-	-	-	-	33	8.49%
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	211	16.73%	77	12.99%	250	23.61%
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	-	-	222	33.44%	-	-
<i>Begonia nelumbiifolia</i>	11	4.07%	244	10.24%	-	-
<i>Blechnum occidentale</i>	88	5.35%	-	-	383	19.38%
<i>Chamaedorea oblongata</i>	33	9.14%	11	7.35%	16	13.20%
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	422	47.75%	133	24.57%	700	84.13%
<i>Costus scaber</i>	155	12.33%	33	10.35%	616	41.18%
<i>Ctenitis excelsa</i>	111	8.60%	88	10.64%	166	28.42%
<i>Dalechampia spathulata</i>	55	4.55%	188	9.64%	-	-
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	-	-	122	21.75%	-	-

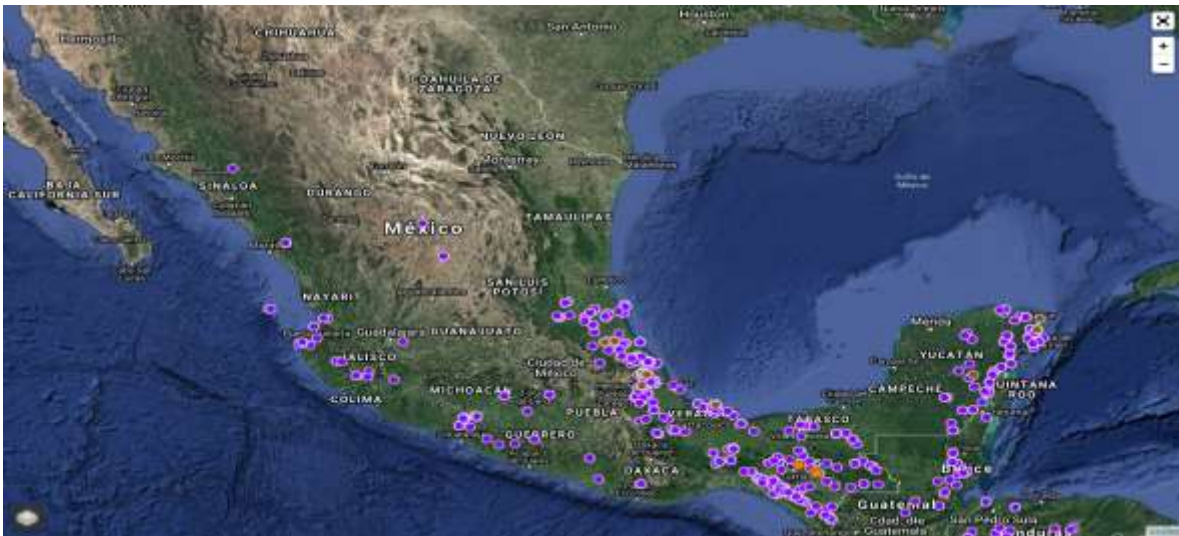
Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Dialium guianense</i>	-	-	166	29.26%	333	32.48%
<i>Goeppertia microcephala</i>	1833	48.19%	611	18.41%	-	-
<i>Heliconia schiedeana</i>	88	12.65%	55	11.19%	66	18.09%
<i>Ilex costaricensis</i>	22	9.96%	-	-	-	-
<i>Inga edulis</i>	11	2.93%	-	-	-	-
<i>Lycianthes heteroclita</i>	-	-	77	14.88%	-	-
<i>Mickelia bernoullii</i>	377	20.52%	1444	45.85%	-	-
<i>Miconia petiolaris</i>	33	7.64%	-	-	-	-
<i>Picramnia antidesma</i>	-	-	-	-	100	14.13%
<i>Piper aequale</i>	333	21.30%	66	7.84%	-	-
<i>Pteris altissima</i>	-	-	22	5.03%	233	16.88%
<i>Renealmia mexicana</i>	77	10.07%	11	7.35%	-	-
<i>Rochefortia lundellii</i>	77	24.84%	-	-	-	-
<i>Tapirira mexicana</i>	144	9.36%	-	-	-	-
<i>Trophis mexicana</i>	55	21.33%	-	-	-	-

En el caso de *Alpinia purpurata* es una planta de la familia Zingiberaceae, es nativa de Malasia; y se halla naturalizada mundialmente, debido a que es cultivada como planta ornamental en todos los trópicos. Por su parte, *Picramnia antidesma* es arbusto o árbol pequeño con hojas pinnadas con folíolos anchos y racimos de flores blancas, seguido por frutos de color amarillo brillante a rojo, es utilizada como planta ornamental en climas tropicales. Esta está muy extendida desde el sur de México hasta Perú y crece desde

elevaciones bajas hasta los 1800 m. En las siguientes figuras se presentan mapas de distribución de las especies antes mencionadas, esto con el fin de mostrar la amplia distribución que poseen en México.



**Figura 61. Distribución y ocurrencias de *Alpinia purpurata* en México (Fuente: Enciclovida<sup>7</sup>, CONABIO)**



**Figura 62. Distribución y ocurrencias de *Picramnia antidesma* en México (Fuente: Enciclovida<sup>8</sup>, CONABIO)**

<sup>7</sup> <https://enciclovida.mx/especies/155745-alpinia-purpurata>

<sup>8</sup> <https://enciclovida.mx/especies/167491-picramnia-antidesma>



A nivel de hectárea, se cuantificaron 4 158 ind/ha en el SAR, siendo *Goepertia microcephala* la especie más abundante, mientras que en el área de proyecto se estima se encuentren 2 896 ind/ha, de los cuales la mayoría pertenece a *Chamaedorea tepejilote*. La diferencia en las densidades indica que en el área de proyecto hay menor espaciamiento y mayor competencia. En el caso del IVI, las especies de mayor importancia son *Goepertia microcephala* en el SAR y *Chamaedorea tepejilote* en el área de proyecto.

En los ecosistemas atravesados por carreteras, la composición, estructura y diversidad de la vegetación cambian desde el borde de la vía hacia el interior. Por ejemplo, la cercanía de las carreteras en ecosistemas templados incrementa la densidad arbustiva, regeneración vegetativa, producción de ramas adventicias, frecuencia de epífitos, y la proporción de especies oportunistas y tolerantes a las perturbaciones.

De acuerdo con el análisis anterior, es posible concluir que la estructura, composición y diversidad en el estrato arbustivo se mantendrá con el desarrollo del proyecto, ya que el 92.59% de las especies afectadas en el área de proyecto se encuentran representadas también en el SAR y AI. En el caso de las especies que solo se reportaron en el área de proyecto, tenemos que estas son de amplia distribución en México y son cultivadas con fines ornamentales.

Es importante mencionar que de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación DOF: 14/11/2019) de las especies por afectar con el CUSTF en este estrato, *Chamaedorea oblongata* se encuentra en la categoría de “Amenazada” (A).

### c) Análisis comparativo de la composición florística del estrato herbáceo en la Selva Alta Perennifolia.

En el estrato herbáceo se registraron en total 14 especies, de las cuales *Chamaedorea tepejilote* y *Monstera acuminata* solo se presentaron en el área de proyecto, cabe señalar que dichas especies también fueron registradas en el estrato arbustivo.

**Cuadro 52. Comparación de flora en el estrato herbáceo**

Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	-	-	16666	75.80%	-	-
<i>Blechnum gracile</i>	3333	22.64%	-	-	-	-



Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Blechnum occidentale</i>	3333	22.07%	-	-	-	-
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	-	-	-	-	30000	155.0%
<i>Goeppertia microcephala</i>	-	-	13333	64.61%	-	-
<i>Monstera acuminata</i>	-	-	-	-	5000	75.3%
<i>Philodendron sagittifolium</i>	13333	42.02%	16666	47.67%	-	-
<i>Philodendron seguine</i>	-	-	10000	24.22%	-	-
<i>Scutellaria cordifolia</i>	-	-	3333	23.99%	-	-
<i>Selaginella martensii</i>	10000	20.88%	-	-	-	-
<i>Serjania flaviflora</i>	10000	48.43%	-	-	-	-
<i>Syngonium chiapense</i>	6666	42.45%	13333	63.71%	10000	69.7%
<i>Syngonium podophyllum</i>	10000	36.46%	-	-	-	-
<i>Trichilia hirta</i>	3333	65.06%	-	-	-	-

A nivel de hectárea tipo, se cuantificaron 59 998 ind/ha en el SAR siendo *Trichilia hirta* la especie más abundante con 3 333 ind/ha, mientras que, en el área de proyecto se estima encontrar 45 000 ind/ha de los cuales, *Chamaedorea tepejilote* es la de mayor densidad con 30 000 ind/ha. Referente a la estructura del estrato herbáceo, se puede observar que *Trichilia hirta* y *Chamaedorea tepejilote* son las de mayor importancia ecológica, de acuerdo con el IVI, el cual está fuertemente influenciado por las altas densidades de estas especies.

Considerando el análisis antes expuesto, se tiene que el 85.71% de especies reportadas en el área de CUSTF está representadas en la cuenca, por lo cual la diversidad del estrato no se vería comprometida y se mantendrá con el desarrollo del proyecto, mientras que el

restante 14.29 % por ciento se trata de especies que fueron reportadas también en el estrato arbustivo.

Asimismo, se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación DOF: 14/11/2019) se verificó que ninguna de las especies registradas en el estrato arbustivo se encuentran dentro alguna categoría de riesgo-protección de la citada norma.

**d) Análisis comparativo de la composición florística del grupo de epífitas en la Selva Alta Perennifolia.**

En el Cuadro 53 Cuadro 50 se observa la composición florística en el grupo de las epífitas, en total se listaron 7 especies. En el caso del área de proyecto todas las especies registradas se presentaron en el SAR y AI.

**Cuadro 53. Comparación de flora en el grupo de epífitas**

Especie	SAR		AI		AP	
	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI	Densidad (ind/ha)	IVI
<i>Monstera acuminata</i>	166	142.00%	155	80.66%	550	172.32%
<i>Peperomia obtusifolia</i>	-	-	33	13.86%	66	18.23%
<i>Philodendron sagittifolium</i>	166	59.51%	-	-	-	-
<i>Philodendron seguine</i>	-	-	277	71.21%	-	-
<i>Serjania flaviflora</i>	-	-	11	16.06%	-	-
<i>Syngonium chiapense</i>	111	54.98%	333	76.72%	650	109.45%
<i>Syngonium podophyllum</i>	33	28.01%	44	28.15%	-	-

A nivel de hectárea tipo, se cuantificaron 487 ind/ha en el SAR siendo *Monstera acuminata* la especie más abundante con 166 ind/ha, mientras que, en el área de proyecto se estima encontrar 1 266 ind/ha de los cuales, siendo *Monstera acuminata* también la de mayor densidad. Referente a la estructura del grupo de epífitas, se puede observar que *Monstera acuminata* es la mayor importancia ecológica, de acuerdo con el IVI, el cual está fuertemente influenciado por la dominancia.

Considerando el análisis antes expuesto, se tiene que el 100% de especies reportadas en el área de proyecto está representadas en el SAR y AI, por lo cual la diversidad del estrato no se vería comprometida y se mantendrá con el desarrollo del proyecto.

Asimismo, se revisó la NOM-059-SEMARNAT-2010 y su Anexo Normativo III (última modificación DOF: 14/11/2019) se verificó que ninguna de las especies registradas en el estrato arbustivo se encuentran dentro alguna categoría de riesgo-protección de la citada norma.

#### **IV.4.2 Fauna**

##### **IV.4.2.1 Rasgos de distribución y desplazamiento de la fauna en el AP**

Para este apartado se realizó un análisis en el cual se identificaron las áreas de importancia como corredores biológicos y áreas dedicadas a la conservación como son: áreas naturales protegidas, áreas de importancia ecológica, AICA´s y sitios RAMSAR).

El proyecto presenta una cercanía de 5.50km con el ANP Federal “Reserva de la Biosfera de Los Tuxtlas”. La reserva tiene 155 mil hectáreas de superficie y es una de las zonas más estudiadas de México, ya que alberga una Estación de biología tropical de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM):

Geográficamente el proyecto se ubica dentro de la RTP “Sierra de los Tuxtlas – Lagunas del Ostión”, su importancia radica en que incluye características tales como la de ser el límite norte de la selva en el continente, una zona de contacto biogeográfico, y mantiene una gran cantidad de tipos de vegetación asociada al gradiente altitudinal con procesos ecológicos especiales. Es un área donde se presenta una migración latitudinal y altitudinal de mariposas, aunque la integridad funcional y estructural de la vegetación está muy amenazada. La selva es uno de los últimos relictos de selva alta perennifolia del país y se presenta sobre basaltos; es un sitio que registra uno de los valores más altos de precipitación a nivel nacional (4,700 mm por año). La zona contiene la mayor extensión de “bosque enano” en el país.

El área de proyecto no se encuentra dentro de ninguna AICA, la más cercana es “Los Tuxtlas” a una distancia aproximada de 5.40 km. En el caso de sitios Ramsar el más cercano se ubica a 18.3 km de distancia y correspondiente a los “Manglares y humedales de la Laguna Sontecomapan”

De acuerdo con CONABIO “corredor biológico, corredor ecológico o corredor de conservación” se utiliza para nombrar una gran región a través de la cual las áreas protegidas existentes (parques nacionales, reservas biológicas), o los remanentes de los ecosistemas originales, mantienen su conectividad mediante actividades productivas en el paisaje intermedio que permiten el flujo de las especies. Se identificó que las zonas que podrían fungir como posibles pasos de fauna son del km 4+200 al 4+400, debido a la presencia de vegetación forestal en ambos lados del camino, la orografía y la presencia de fauna.

#### IV.4.2.2 Metodología de muestreo en campo

El análisis de fauna se realizó de acuerdo con las siguientes actividades:

- ❖ Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna.
- ❖ Descripción del muestreo.
- ❖ Justificación del muestreo.
- ❖ Identificación de las especies presentes en el SAR y AP.
- ❖ Resultados de fauna por grupo de especies encontradas en el SAR y AP.

#### IV.4.2.3 Metodología para identificación y evaluación de poblaciones de fauna

La evaluación de fauna silvestre fue realizada considerando 3 etapas las cuales se describen a continuación:

1. Referencia bibliográfica: Se llevó a cabo la investigación e identificación de especies con el uso de referencias bibliográficas como libros, tesis, guías de campo, manuales o publicaciones de poblaciones de fauna en la región de estudio, en esta etapa es de gran importancia la valoración de la referencia empleada.

**Cuadro 54. Referencias para la metodología y muestreo de fauna.**

Nombre de la publicación	Grupo
Sánchez Cordero Dávila V, Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad C (2021). Mamíferos del Estado de Veracruz. versión 1.9. Comisión nacional para el conocimiento y uso de la biodiversidad. Occurrence dataset <a href="https://doi.org/10.15468/98zxnj">https://doi.org/10.15468/98zxnj</a> accessed via GBIF.org on 2021-08-02.	Mamíferos
Uetz, P. 2013. The reptile data base. <a href="http://www.reptile-database.org/">http://www.reptile-database.org/</a> ; última consulta: 20.07.2021.	Reptiles
Flores-Villela, O. y H. A. Pérez-Mendoza. 2006. Herpetofaunas estatales de México. In Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad, A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana.	Herpetofauna
Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad	Mamíferos, Aves, Reptiles, Anfibios
Ber Van Perlo. Birds Of México And Central América	Aves
Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica, Houghton Mifflin Company, USA.	Aves

2. Muestreo directo: Se refiere a la identificación y registro fotográfico de cada una de las especies observadas. Incluye el avistamiento de aves y su posterior identificación con ayuda de guías de campo especializadas, observación de mamíferos y reptiles, empleando diversas longitudes y anchos de transecto de acuerdo con las especies de estudio.

3. Muestreo Indirecto: Este tipo de muestreo consistente en la realización de la obtención de evidencias de presencia de especies como: madrigueras, huellas, nidos, excretas, cadáveres, huesos, pieles, etc. que puedan indicar la presencia de diversas especies en el área de estudio.

#### **IV.4.2.3.1 Descripción del muestreo**

El muestreo empleado para la estimación de poblaciones fue realizado mediante conteo directo a pie por ser el más confiable, a través de conteo en transectos de franja con base en el Manual de técnicas para el estudio de la fauna (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011).

Asimismo, se llevó a cabo muestreo indirecto de rastros como madrigueras, huellas, esqueletos, excretas, entre otros rastros, sin embargo, debido a su baja confiabilidad únicamente se empleó para confirmar la presencia de la especie en el área de estudio.

#### **IV.4.2.4 Método de conteo en transectos de franja**

El transecto de franja es una unidad de muestreo rectangular muy larga y estrecha. El ancho a cada lado de la línea media del transecto se debe establecer antes de iniciar el muestreo. La visibilidad es el principal factor que determina este ancho. El principal supuesto de este método es que solo se debe contar a los animales que están dentro del ancho previamente definido.

Se pueden ubicar los transectos de manera aleatoria o sistemática en el área, según la situación lo requiera para efectos de representatividad de distintas asociaciones vegetales o fisonómicas y, una vez decidido lo óptimo, el diseño debe mantenerse inalterado. Debe evitarse ubicar los transectos muy cercanos unos de otros. La longitud de cada transecto puede ser distinta (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011).

##### **IV.4.2.4.1 Justificación del muestreo**

Con base en el manual de técnicas para el estudio de Fauna (Gallina-Tessaro S, López-González C. A., 2011), se contempló la metodología antes mencionada para cada grupo faunístico considerando lo siguiente:



#### **IV.4.2.4.1 Avifauna**

Las aves son contadas por un amplio rango de métodos. Los ornitólogos han usado una variedad de técnicas para estimar la abundancia, riqueza, densidad, composición y distribución de las poblaciones de aves. Una variedad de métodos para monitorear y evaluar a las poblaciones de aves está disponible, pero tres son los más usados: puntos de conteo, conteos en transectos y redes ornitológicas, el último de los cuales no incluye el uso de los sonidos, así que las dos primeras técnicas son más eficientes porque hacen uso de las vocalizaciones.

De acuerdo el Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres (Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996) publicado por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica, se considera el uso del método de transecto en franjas, el cual es señalado como útil en hábitats abiertos, donde el observador puede concentrarse en las aves sin tener que prestar atención a dónde pisa. El observador debe cubrir cada intervalo del transecto en un tiempo determinado mientras cuenta y totaliza aves mientras camina despacio a lo largo de un transecto en línea. Las observaciones se llevaron a cabo dentro de un transecto de 80 metros de ancho por un largo variable hasta 500 metros, que con el conocimiento de los técnicos de campo y con ayuda de fotografías fueron identificadas y registradas las especies presentes en el área del muestreo.

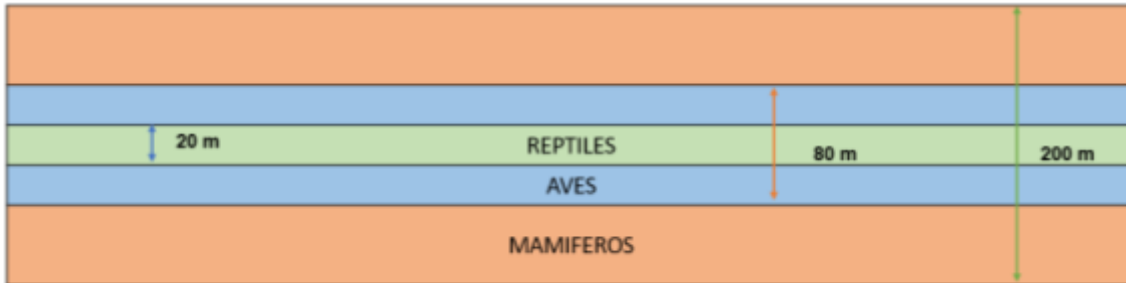
#### **IV.4.2.4.2 Herpetofauna**

A los anfibios y reptiles se les conoce en conjunto como herpetofauna. Las variantes en los métodos que se utilizan tienen que ver con el tamaño de los organismos y/o características específicas del hábitat o del microhábitat que ocupan. Los anfibios pueden ser contados cuando se concentran en las áreas en que se reproducen.

La mayoría de las especies de anfibios muestran actividad después de la puesta del sol y su búsqueda durante las horas de luz resulta a menudo poco productiva. Al depender los anfibios de ambientes húmedos, muchas especies de ranas, sapos y salamandras viven asociados a cuerpos de agua, permanentes y temporales, donde pueden ser observados.

Los reptiles son generalmente difíciles de observar, sobre todo los de talla corporal pequeña. El avistamiento de los reptiles varía marcadamente con la temperatura ambiental, ya que de ésta depende su temperatura corporal, por lo que es recomendable efectuar conteos de estos organismos durante periodos estandarizados en condición climática y entiendo, sobre todo cuando se pretende comparar distintas poblaciones.

Para muchos reptiles terrestres y parcialmente trepadores, en situaciones de vegetación relativamente abierta como por ejemplo matorrales xerófilos o selvas caducifolias en temporada de secas, es posible en general emplear técnicas de detección visual de individuos a lo largo de un transecto determinado. En caso de que haya distintos tipos de hábitat, deben ubicarse suficientes trayectos en cada tipo de hábitat; en general, aunque esto depende de cada caso (Sánchez O. 2010). Por lo tanto, se realizó el levantamiento del inventario de las especies de este grupo faunístico dentro de un transecto de 20 metros de ancho por una distancia variable de hasta 500 metros de largo aproximadamente mediante conteo directo y toma de fotografías.



**Figura 63. Distribución de *Chamaedora oblongata* en México (Fuente: Enciclopedia, CONABIO).**

#### IV.4.2.4.3 Mastofauna

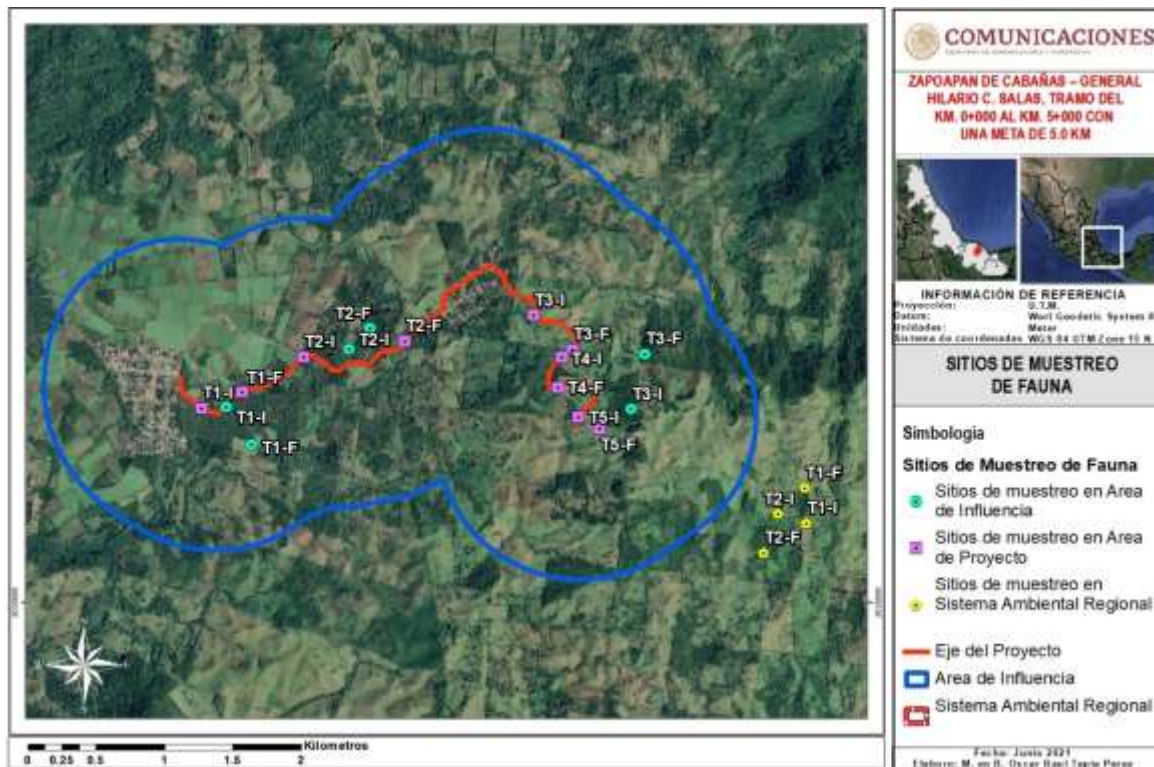
De acuerdo con Sanchez et.al., 2016 se han empleado estos métodos para la caracterización de las poblaciones de mamíferos. Los mamíferos medianos y grandes se registraron mediante métodos directos, como observaciones y fototrampeo, e indirectos por medio de huellas, a través de un transecto de 200 metros de ancho y una longitud variable hasta de 500 metros de largo aproximadamente, llevando a cabo el levantamiento de datos durante el recorrido a lo largo de éste.

#### IV.4.2.5 Sitios de muestreo

Se realizaron 10 transectos, 2 en el SAR, 3 en el AI y 5 en el AP, el recorrido de cada transecto fue de 1.5Km aproximadamente. El período en que se realizó el muestreo fue del 07 al 11 de junio de 2021, en horarios matutinos y vespertinos con la finalidad de tener mayor posibilidad de contabilizar las diversas especies de acuerdo con sus hábitos.

**Cuadro 55. Ubicación de los transectos realizados para el monitoreo de fauna silvestre**

Unidad	Transecto	Zona	X	Y
Sistema Ambiental Regional	1	Inicio	283124	2027279
		Fin	283123	2027536
	2	Inicio	282922	2027352
		Fin	282808	2027071
Área de Influencia	1	Inicio	278919	2028267
		Fin	279095	2027987
	2	Inicio	279832	2028659
		Fin	279987	2028808
	3	Inicio	281877	2028151
		Fin	281988	2028552
Área de Proyecto	1	Inicio	278737	2028265
		Fin	279038	2028372
	2	Inicio	279496	2028614
		Fin	280239	2028705
	3	Inicio	281182	2028863
		Fin	281462	2028603
	4	Inicio	281378	2028549
		Fin	281346	2028332
	5	Inicio	281488	2028108
		Fin	281638	2028019



## Figura 64. Transectos de muestreo de Fauna en SAR, AI y AP.

### IV.4.2.6 Análisis de diversidad

En ecología, el término diversidad, en general se refiere a la diversidad de especies, expresando el número de poblaciones y sus abundancias relativas. La idea de diversidad de especies está basada en la suposición que las especies influyen unas a las otras y al medio, y esto se puede ver como los números de especies presentes y sus abundancias relativas (McNaughton y Woelf, 1979; Boughey, 1968).

El índice de diversidad de Shannon es uno de los índices más utilizados para cuantificar la biodiversidad específica, el índice de Shannon, también conocido como Shannon-Weaver (Shannon y Weaver, 1949), derivado de la teoría de información como una medida de la entropía.

Este índice refleja la heterogeneidad de una comunidad sobre la base de dos factores: el número de especies presentes y su abundancia relativa. Conceptualmente es una medida del grado de incertidumbre asociada a la selección aleatoria de un individuo en la comunidad. Esto es, si una comunidad de N especies es muy homogénea, por ejemplo, porque existe una especie claramente dominante y las restantes N-1 especies apenas presentes, el grado de incertidumbre será más bajo que si todas las N especies fueran igualmente abundantes.

Es decir, al tomar al azar un individuo, en el primer caso tendremos un grado de certeza mayor (menos incertidumbre, producto de una menor entropía) que en el segundo; porque mientras en el primer caso la probabilidad de que pertenezca a la especie dominante será cercana a 1, mayor que para cualquier otra especie, en el segundo la probabilidad será la misma para cualquier especie.

El índice de Shannon (Shannon y Weaver, 1949) se define como:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i (\ln p_i)$$

Dónde:

**H'**= Índice de diversidad de especies

**S**= Número de especies

**p<sub>i</sub>**= Proporción total de la muestra que corresponde a la especie i (abundancia relativa)

**ln p<sub>i</sub>** = Logaritmo natural de p<sub>i</sub>

Para conocer cómo se encuentra repartida la diversidad faunística se obtuvo el índice de equidad; para ello se empleó el Índice de Pielou, el cual mide la proporción de la diversidad observada con relación a la máxima diversidad esperada. Su valor va de 0 a 1, en donde 1 corresponde a situaciones donde todas las especies son dominantes o tienen una abundancia semejante.

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

Dónde:

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

Uno de los aspectos distintivos de las comunidades naturales, es la diferencia existente entre ellas en cuanto a su riqueza específica. En general, se considera que una comunidad es más compleja mientras mayor sea el número de especies que la compongan (más vías de flujo de energía en la cadena trófica) mientras menos dominancia presenten una o pocas especies con respecto a las demás (Franco et al. 1998).

#### **IV.4.2.7 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el SAR y AI**

La distribución espacial de la fauna está fuertemente influenciada por la topografía y el tipo de vegetación presente, puesto que representan barreras importantes para la distribución de muchas especies, por otra parte, las condiciones climáticas también limitan la presencia y actividad de la fauna a una escala temporal, sobre todo en algunas especies de anfibios y reptiles, en los cuales su actividad queda restringida por el clima y época de reproducción.

La riqueza es la forma más sencilla de medir la biodiversidad, ya que se basa en el número de especies presentes, sin tomar en cuenta el valor de importancia de estas. Para el SAR se contabilizaron un total de 80 individuos, repartidos entre 25 especies, de las cuales 19 pertenecen al grupo de avifauna, 8 al grupo de herpetofauna y 5 al grupo de mastofauna. En el siguiente cuadro se muestra el resumen de riqueza para fauna

**Cuadro 56. Resumen de riqueza por grupo faunístico en el SAR y AI**

Grupo	Riqueza	Abundancia
<b>Avifauna</b>	19	67
<b>Herpetofauna</b>	3	8
<b>Mastofauna</b>	3	5
<b>Total</b>	25	80

En el siguiente cuadro se enlistan las especies observadas en el SAR y AI.



**Cuadro 57. Listado de Avifauna observadas en el SAR y AI**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	
<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza	
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	
<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	
<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	Pr
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	

**Cuadro 58. Listado de Herpetofauna observadas en el SAR y AI**

Nombre científico	Nombre común
<i>Sceloporus variabilis</i>	La lagartija espinosa vientre rosado
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano
<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris

**Cuadro 59. Listado de Mastofauna observadas en el SAR y AI**

Nombre científico	Nombre común
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla Tropical

#### IV.4.2.1 Resultados de Avifauna en el SAR y AI

El grupo con mayor riqueza es el de Avifauna, está representado por 19 especies, de las cuales *Micrastur ruficollis* y *Psarocolius Montezuma*, se encuentran en la categoría de especies Sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar que las especies con mayor abundancia son *Cathartes aura* con 13 ejemplares, *Bubulcus ibis* con 7 ejemplares, y *Piranga rubra*, *Basileuterus rufifrons* y *Myiozetetes similis*, con 5 ejemplares de cada especie.

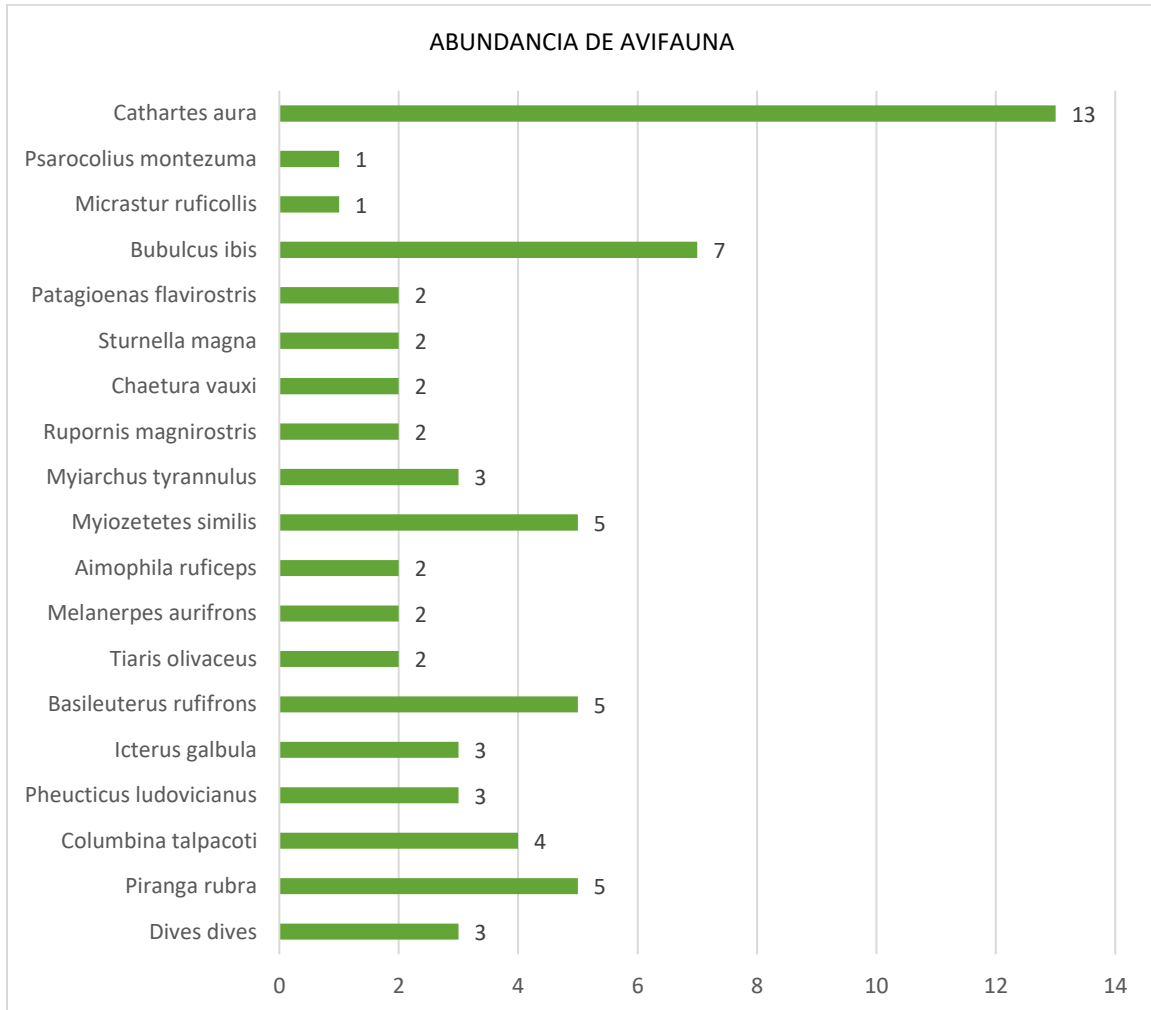


Figura 65. Abundancia de Avifauna en el SAR y AI

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de diversidad para el grupo de avifauna en el SAR y AI.

**Cuadro 60. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Avifauna en el SAR y AI**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor		3	4.48	3.00	5.77	0.045	3.11	0.139
<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja		5	7.46	5.00	9.62	0.075	2.60	0.194
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza		4	5.97	4.00	7.69	0.060	2.82	0.168
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado		3	4.48	3.00	5.77	0.045	3.11	0.139
<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore		3	4.48	3.00	5.77	0.045	3.11	0.139
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela		5	7.46	5.00	9.62	0.075	2.60	0.194
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		5	7.46	4.00	7.69	0.075	2.60	0.194
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón		3	4.48	3.00	5.77	0.045	3.11	0.139
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguillita Caminera		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada		2	2.99	2.00	3.85	0.030	3.51	0.105
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera		7	10.45	2.00	3.85	0.104	2.26	0.236
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	Pr	1	1.49	1.00	1.92	0.015	4.20	0.063
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr	1	1.49	1.00	1.92	0.015	4.20	0.063
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		13	19.40	4.00	7.69	0.194	1.64	0.318
			<b>67</b>	<b>100</b>	<b>52</b>	<b>100</b>	<b>1</b>	<b>59.92</b>	<b>2.719</b>
Riqueza (S)= 19									
Índice de Shannon =2.719									
H máx =2.944									
Equidad= 0.923									

#### IV.4.2.1.1.1 Resultados de Herpetofauna (anfibios y reptiles) en el SAR y AI

Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano) es la más abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010. A continuación, en la figura siguiente se muestra la abundancia de herpetofauna registrada en el SAR y AI.

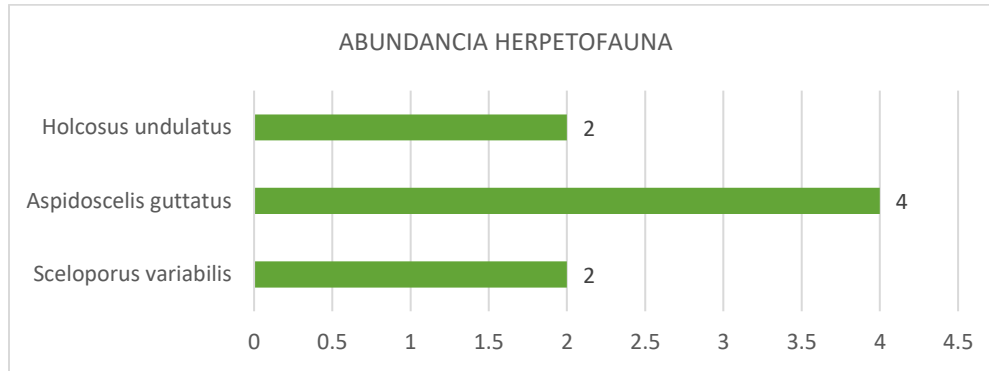


Figura 66. Abundancia de Herpetofauna en el SAR y AI

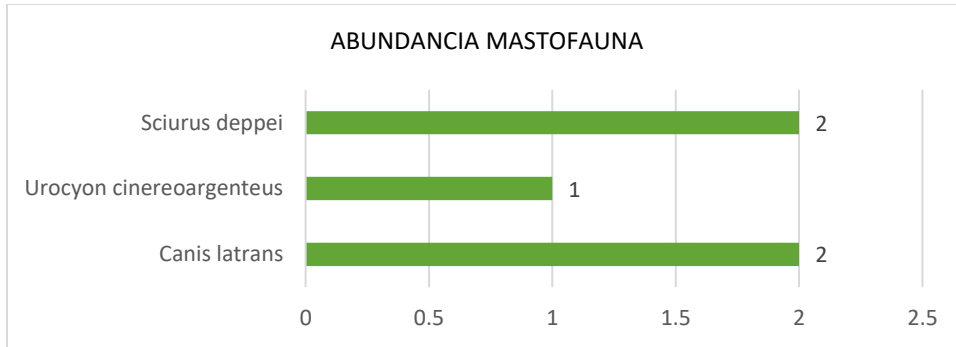
En el siguiente cuadro se presenta el análisis de diversidad para el grupo de herpetofauna en el SAR y AI.

Cuadro 61. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Herpetofauna en el SAR y AI

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado		2	25.00	2.00	28.57	0.250	1.39	0.347
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano		4	50.00	3.00	42.86	0.500	0.69	0.347
<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris		2	25.00	2.00	28.57	0.250	1.39	0.347
			8	100	7	100	1	3.47	1.040
Riqueza (S)= 3									
Índice de Shannon =1.040									
H máx =1.099									
Equidad=0.946									

**IV.4.2.1.1.2 Resultados para Mastofauna en el SAR y AI.**

En el SAR se registraron tres especies de este grupo faunístico, es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el SAR y AI.



**Figura 67. Abundancia de Mastofauna en el SAR y AI**

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de diversidad para el grupo de mastofauna en el SAR y AI.

**Cuadro 62. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Mastofauna en el SAR y AI.**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
<i>Canis latrans</i>	Coyote		2	40.00	2.00	40.00	0.400	0.92	0.367
<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		1	20.00	1.00	20.00	0.200	1.61	0.322
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla Tropical		2	40.00	2.00	40.00	0.400	0.92	0.367
			5	100	5	100	1	3.44	1.055
Riqueza (S)= 3									
Índice de Shannon =1.055									
H máx =1.099									
Equidad= 0.960									



#### IV.4.2.1.2 Índices de diversidad de Shannon – Wiener en el SAR y AI

Referente al índice de Shannon, éste se representa normalmente como  $H'$  y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, dependiendo por lo general al tipo de ecosistema. El índice de Shannon aumenta cuando existe una mayor uniformidad de las especies, aplicando el cálculo se puede demostrar que, para cualquier número de especie, hay un máximo posible ( $H'$  máx).

En el grupo de avifauna se obtuvo un índice de Shannon de **2.719** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **2.944** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es media y es homogénea.

Respecto grupo faunístico de herpetofauna se obtuvo un índice de Shannon de 1.040 ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.099** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

En cuanto al grupo de los mamíferos se obtuvo un índice de Shannon de **1.055** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.099** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

En cuanto a la Equitatividad (Pielou) cuando los resultados se acercan a cero significa que las especies en el ecosistema no son equitativamente abundantes, es decir, son más heterogéneos y cuando los valores se acercan a uno corresponden a ecosistemas más abundantes, es decir, más homogéneos. El resultado para el grupo de avifauna fue de **0.923**, con respecto al grupo de herpetofauna se obtuvo un valor de **0.946** y finalmente para el grupo de mastofauna presento **0.960**, lo cual nos indica que en los tres grupos faunísticos analizados el ecosistema tiende a ser homogéneo.

#### IV.4.2.1.3 Resultados de la riqueza y diversidad de especies de fauna en el AP.

Para el AP se contabilizaron un total de 70 individuos, repartidos entre 22 especies pertenecientes a los 3 grupos faunísticos estudiados. Para el grupo de avifauna se contabilizaron un total 59 ejemplares distribuidos en 17 especies, para el grupo de herpetofauna se contabilizaron 7 ejemplares de 3 especies diferentes y finalmente para el grupo de mastofauna se identificaron 4 ejemplares de 2 especies diferentes.

**Cuadro 63. Resumen de riqueza por grupo faunístico en el AP**

Grupo	Riqueza	Abundancia
Avifauna	17	59
Herpetofauna	3	7
Mastofauna	2	4
Total	22	70

En el siguiente cuadro se enlistan las especies observadas en el AP.

**Cuadro 64. Listado de Avifauna observadas en el AP**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor	
<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja	
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza	
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado	
<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore	
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela	
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo	
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje	
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela	
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común	
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón	
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera	
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux	
<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile	
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada	
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera	
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura	Pr

**Cuadro 65. Listado de Herpetofauna observadas en el AP**

Nombre científico	Nombre común
<i>Sceloporus variabilis</i>	La lagartija espinosa vientre rosado
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano
<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris

**Cuadro 66. Listado de Mastofauna observadas en el AP**

Nombre científico	Nombre común
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla Tropical

#### IV.4.2.1.3.1 Resultados de Avifauna en el AP

El grupo de Avifauna es el que presenta mayor riqueza, al estar representado por 17 especies, ninguna se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar que las especies con mayor abundancia son: *Bubulcus ibis* con 10 ejemplares y *Cathartes aura* con 8 ejemplares.

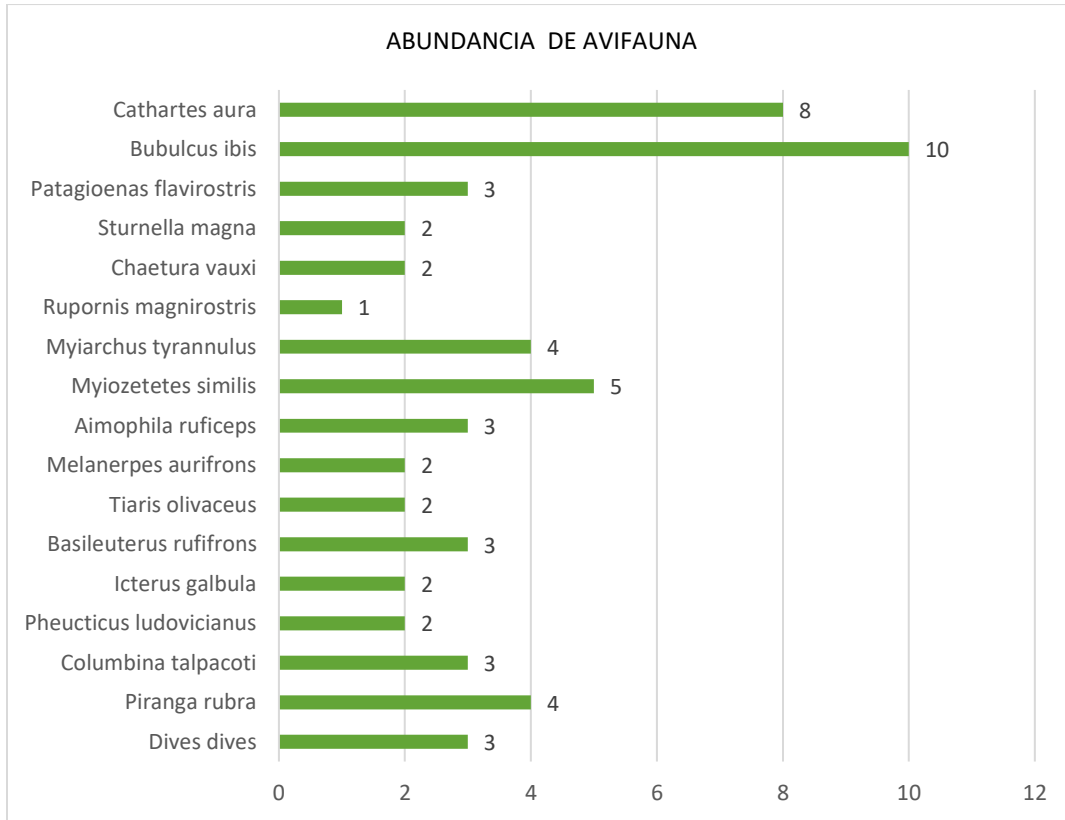


Figura 68. Abundancia de Avifauna en el AP

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de diversidad para el grupo de avifauna en el AP.

**Cuadro 67. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Avifauna en el AP**

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor		3	5.08	3.00	7.14	0.051	2.98	0.151
<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja		4	6.78	4.00	9.52	0.068	2.69	0.182
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza		3	5.08	3.00	7.14	0.051	2.98	0.151
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado		2	3.39	2.00	4.76	0.034	3.38	0.115
<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore		2	3.39	2.00	4.76	0.034	3.38	0.115
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela		3	5.08	3.00	7.14	0.051	2.98	0.151
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo		2	3.39	2.00	4.76	0.034	3.38	0.115
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje		2	3.39	2.00	4.76	0.034	3.38	0.115
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela		3	5.08	2.00	4.76	0.051	2.98	0.151
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		5	8.47	4.00	9.52	0.085	2.47	0.209
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón		4	6.78	4.00	9.52	0.068	2.69	0.182
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera		1	1.69	1.00	2.38	0.017	4.08	0.069
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		2	3.39	2.00	4.76	0.034	3.38	0.115
<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile		2	3.39	2.00	4.76	0.034	3.38	0.115
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada		3	5.08	3.00	7.14	0.051	2.98	0.151
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera		10	16.95	2.00	4.76	0.169	1.77	0.301
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		8	13.56	1.00	2.38	0.136	2.00	0.271
			59	100.00	42.00	100.00	1	50.90	2.661
Riqueza (S)= 17									
Índice de Shannon =2.661									
H máx =2.833									
Equidad= 0.939									

#### IV.4.2.1.3.2 Resultados de Herpetofauna (anfibios y reptiles) en el AP

Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado) es la más abundante con 3 ejemplares. Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la figura siguiente se muestra la abundancia de herpetofauna registrada en el AP.

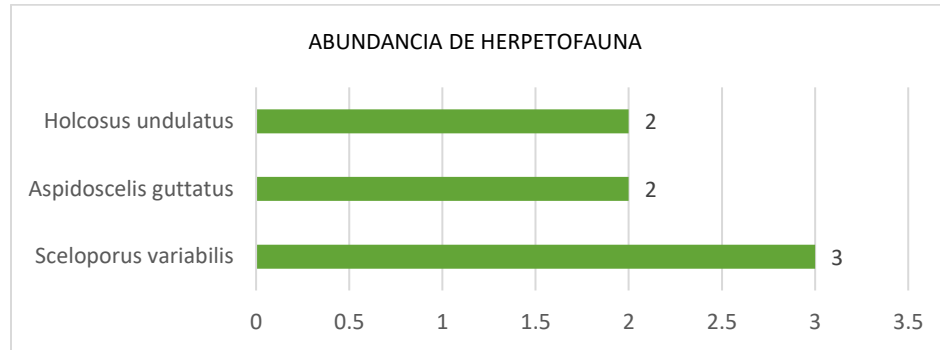


Figura 69. Abundancia de Herpetofauna en el AP

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de diversidad para el grupo de herpetofauna en el AP.

Cuadro 68. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Herpetofauna en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
<i>Sceloporus variabilis</i>	La lagartija espinosa vientre rosado		3	42.86	3.00	42.86	0.429	0.85	0.363
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano		2	28.57	2.00	28.57	0.286	1.25	0.358
<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoiris		2	28.57	2.00	28.57	0.286	1.25	0.358
			7	100.00	7.00	100.00	1	3.35	1.079
							Riqueza (S)= 3		
							Índice de Shannon =1.079		
							H máx =1.099		
							Equidad=0.982		



#### IV.4.2.1.3.3 Resultados para Mastofauna en el AP.

En el AP se registraron dos especies de este grupo faunístico, es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar la abundancia de la Mastofauna presente en el AP.

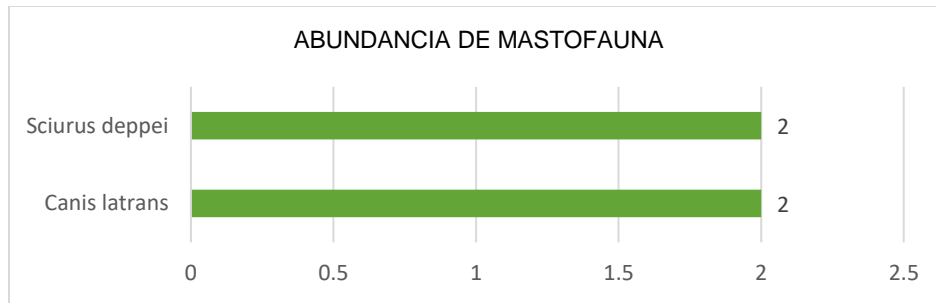


Figura 70. Abundancia de Mastofauna en el AP

En el siguiente cuadro se presenta el análisis de diversidad para el grupo de mastofauna en el AP.

Cuadro 69. Resultado del análisis de los sitios de muestreo para el grupo de Mastofauna en el AP.

Nombre científico	Nombre común	NOM-059-SEMARNAT-2010	A	AR	F	FR	pi	LN pi	IS
<i>Canis latrans</i>	Coyote		2	50.00	2.00	50.00	0.500	0.69	0.347
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla Tropical		2	50.00	2.00	50.00	0.500	0.69	0.347
			4	100.00	4.00	100.00	1	1.39	0.693
Riqueza (S)= 2									
Índice de Shannon =0.693									
H máx =0.693									
Equidad= 1.0									

#### IV.4.2.1.1 Índices de diversidad de Shannon – Wiener en el AP

Referente al índice de Shannon, éste se representa normalmente como H' y se expresa con un número positivo, que en la mayoría de los ecosistemas naturales varía entre 1 y 5, dependiendo por lo general al tipo de ecosistema.

El índice de Shannon aumenta cuando existe una mayor uniformidad de las especies, aplicando el cálculo se puede demostrar que, para cualquier número de especie, hay un máximo posible ( $H'$  máx).

En el grupo de avifauna se obtuvo un índice de Shannon de **2.661** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **2.833** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es media y es homogénea.

Respecto grupo faunístico de herpetofauna se obtuvo un índice de Shannon de 1.079 ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **1.099** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

En cuanto al grupo de los mamíferos se obtuvo un índice de Shannon de **0.693** ( $H'$ ), mientras que su límite máximo de especies es de **0.693** ( $H'$  máx), lo que nos indica que la biodiversidad es baja y homogénea.

En cuanto a la Equitatividad (Pielou) cuando los resultados se acercan a cero significa que las especies en el ecosistema no son equitativamente abundantes, es decir, son más heterogéneos y cuando los valores se acercan a uno corresponden a ecosistemas más abundantes, es decir, más homogéneos. El resultado para el grupo de avifauna fue de **0.939**, con respecto al grupo de herpetofauna se obtuvo un valor de **0.982** y finalmente para el grupo de mastofauna presento **1.000**, lo cual nos indica que en los tres grupos faunísticos analizados el ecosistema tiende a ser homogéneo.

#### **IV.4.2.2 Especies vulnerables en SAR y AP (especies de fauna bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010)**

La necesidad de saber la vulnerabilidad de las especies presentes en el Área del Proyecto y el Sistema Ambiental Regional reside en el hecho de conocer el impacto que tienen los individuos en la zona de estudio. De esta manera, se revisó el estatus de riesgo de las especies presentes de acuerdo con la Norma Oficial para la Protección de la Flora y la Fauna Silvestre (**NOM-059- SEMARNAT-2010**). La fauna mexicana con alguna categoría de riesgo se encuentra enlistada en algunos de los siguientes rubros:

- **Probablemente Extinta en el Medio Silvestre (E)**. Aquellas especies cuyos ejemplares, en vida libre dentro del Territorio Nacional, han desaparecido, y de la cual se desconoce la existencia de ejemplares vivos, en confinamiento o fuera del Territorio Mexicano.
- **En Peligro de Extinción (P)**. Aquellas cuyas áreas de distribución, o tamaño de sus poblaciones en el Territorio Nacional, han disminuido drásticamente, poniendo en riesgo su viabilidad biológica en todo su hábitat natural, debido a factores como la destrucción o modificación drástica del hábitat, aprovechamiento no sustentable, enfermedades o depredación, entre otros.
- **Amenazadas (A)**. Aquellas que están en peligro de desaparecer a corto o mediano plazo, si se siguen presentando factores tales como la modificación del hábitat, que pueden ocasionar una disminución en su viabilidad biológica.

- **Sujetas a Protección Especial (Pr).** Aquellas que podrían llegar a encontrarse amenazadas por factores que disminuyan su viabilidad biológica; por lo que se determina la necesidad de propiciar su recuperación y su conservación.

Durante la realización del presente estudio en el área de proyecto no se identificaron organismos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010. Sin embargo, para el SAR si se identificaron dos especies enlistadas bajo la categoría de: Sujeta a Protección Especial (Pr).

**Cuadro 70. Especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 registro en SAR y AP**

Especie	Nombre común	NOM-059	Registro
<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	Pr	SAR
<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr	SAR

**Cuadro 71. Ficha informativa de *Micrastur ruficollis***

<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	Pr
		
<p>El halcón selvático es un ave rapaz relativamente pequeña de 33 a 38 cm de largo con una envergadura de alas 49 a 59 cm, se caracterizan por tener una cola relativamente larga y alas cortas y redondeadas. Esta especie muestra una variación importante en el plumaje a lo largo de su amplia distribución. En México el plumaje del macho adulto es color gris-pizarra en la cabeza y partes superiores, tono más café en las alas, más marcado en las hembras. Anida en el interior de cavidades de árboles vivos o muertos. Los machos son territoriales y defienden áreas en torno a la zona de anidación durante la época reproductiva. Es residente permanente, no muestra desplazamientos altitudinales o latitudinales muy marcados.</p>		

El halcón selvático barrado no presenta presión excesiva por tráfico ilegal o por caza furtiva. La especie está presente en regiones que mantienen fragmentos grandes de selva alta o regiones montañosas relativamente poco habitadas e inaccesibles como la región del Uxpanapa, Los Tuxtlas y la Lacandona, Sierra de Atoyac en Guerrero, Sierra Norte y Sierra Madre del Sur en Oaxaca

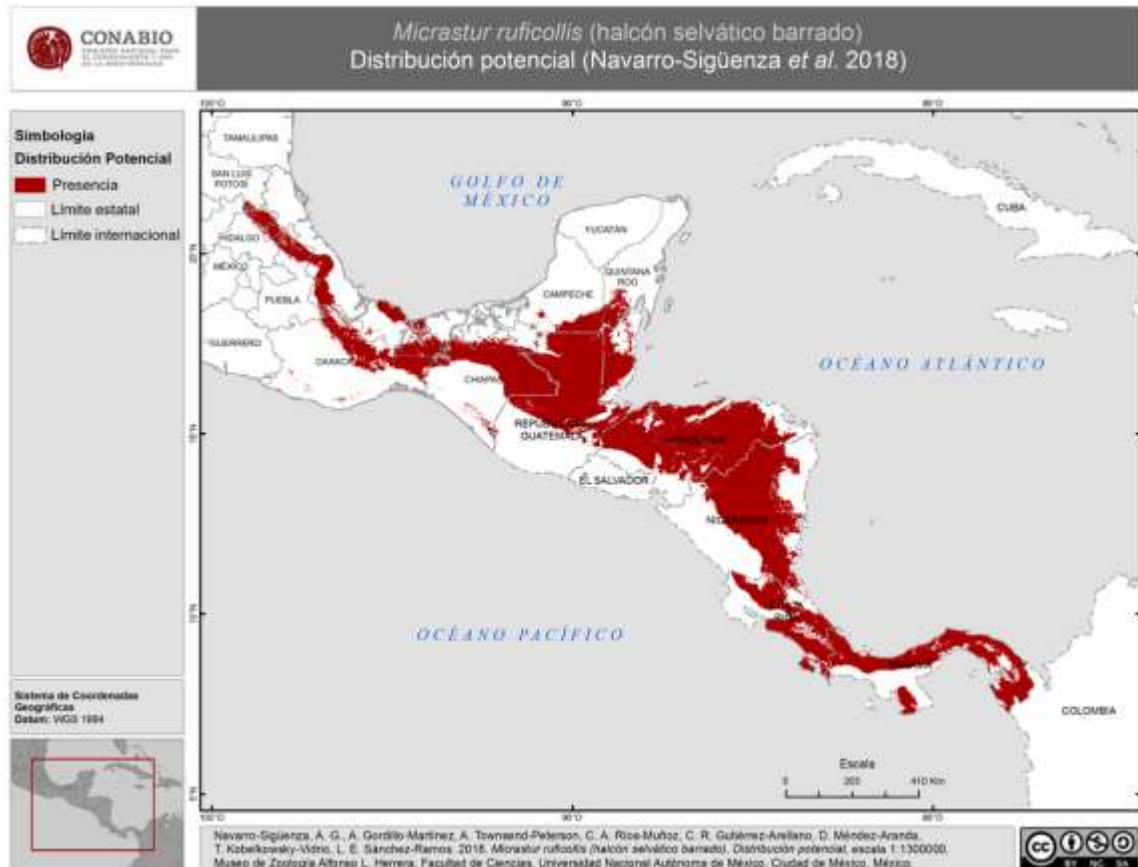
**Relevancia de la especie**

Es una rapaz atractiva y vistosa. Debido a su estrecha relación con las selvas altas perennifolias y ser un ave con anidación obligada en cavidades de árboles maduros, esta especie puede ser utilizada como indicador del grado de conservación de los remanentes de este tipo de vegetación dentro de México y para los planes de manejo forestal.

**Distribución potencial**

Su distribución está asociada con vegetación de selva alta perennifolia, con una mayor presencia en los estados del sureste de México.

Esta especie se encuentra desde el sur de la Sierra Madre Oriental en bosques mesófilos de montaña y selvas de niebla, a 1500 msnm, en las inmediaciones de Tlanchinol en Hidalgo, hacia las selvas en condiciones de montaña de la Reserva de Los Tuxtlas en Veracruz y en los alrededores de Valle Nacional en la Sierra Norte de Oaxaca, entre los 1200 y 1500 msnm.



**Estado de conservación.**

NOM-059-SEMARNAT 2010: Protección especial (Pr).

CITES. Apéndice II

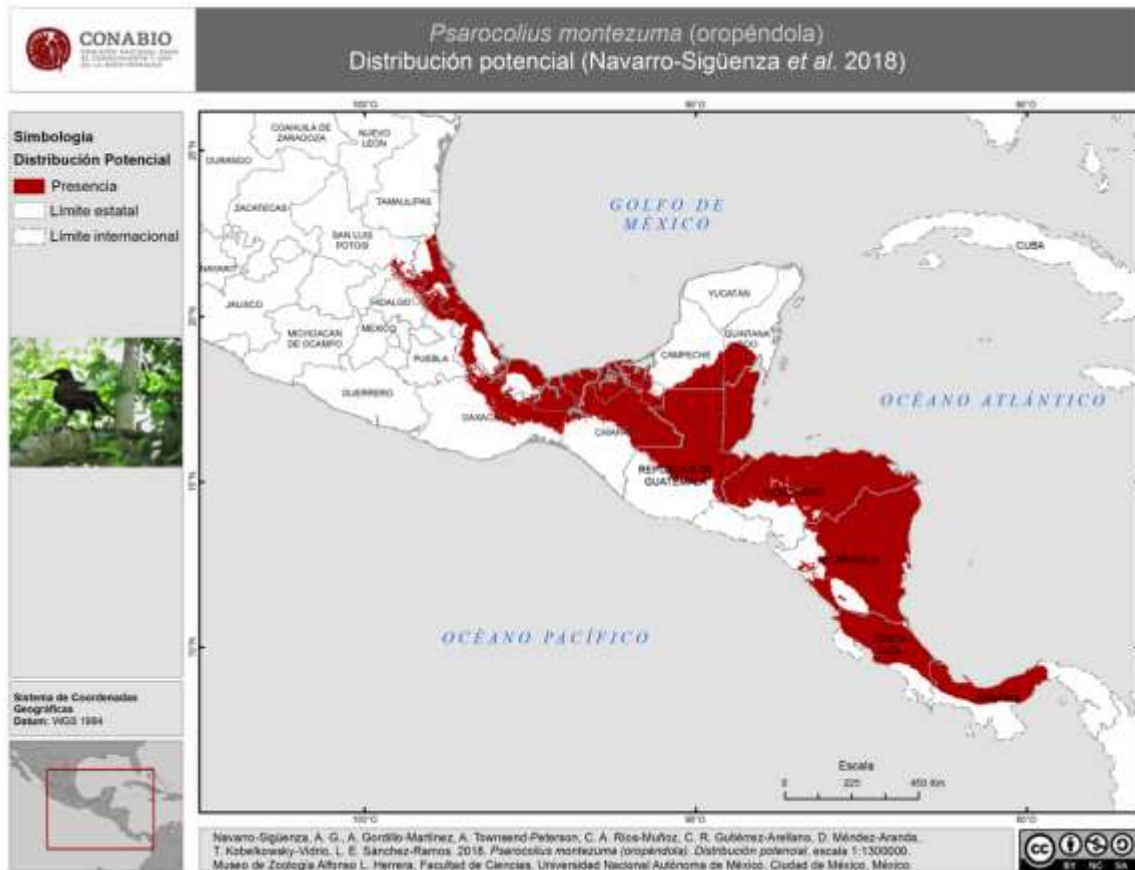
IUCN 2019-1: Preocupación menor (LC).

**Cuadro 72. Ficha informativa de *Psarocolius montezuma***

Psarocolius montezuma	Oropéndola de Moctezuma	Pr
		
<p>El macho mide 50 cm de longitud y pesa 520 grs., la hembra tiene una longitud de 38 cm. y pesa 230 gr. Los adultos tienen la cabeza, el cuello y el pecho de color negro, y el resto del cuerpo de color marrón castaño profundo (machos) o castaño (hembras), con algunas manchas negras por debajo, sobre todo en los muslos y el abdomen. El pico es negro, con la punta de color anaranjado. Para anidar, utiliza generalmente el árbol mulato (<i>Bursera</i> spp) y el amate (<i>Ficus</i> sp). La relación en la colonia es poligínica, no existe la monogamia en esta especie. El papel de los machos en la temporada reproductiva es la vigilancia contra las aves parásitas y contra algunos depredadores, como los gavilanes, mientras que las hembras se encargan de la construcción del nido, incubación de los huevos y alimentación de los pollos.</p> <p><u>Relevancia de la especie</u> Habita en tierras bajas húmedas, en bordes de selvas y claros abiertos (AOU 1998). Debido a su alimentación, esta zaca es un importante dispersor de semillas y regulador natural de insectos defoliadores (principalmente durante su temporada de reproducción); además, en ocasiones actúa como polinizador.</p> <p><u>Distribución potencial</u></p>		



Se distribuye en la región tropical del este y sureste de México, siguiendo la zona continental del Caribe centroamericano, hasta Panamá. En México, se encuentra desde el sur de Tamaulipas, Veracruz, Norte de Puebla, Oaxaca, Tabasco, Chiapas, Campeche y Quintana Roo



Estado de conservación

NOM-059-SEMARNAT 2010: Protección especial (Pr).

#### IV.4.2.3 Análisis comparativo de resultados de composición y diversidad faunística del SAR y AP.

La distribución espacial de la fauna está fuertemente influenciada por la topografía y el tipo de vegetación presente, puesto que representan barreras importantes para la distribución de muchas especies, por otra parte, las condiciones climáticas también limitan la presencia y actividad de la fauna a una escala temporal, sobre todo en algunas especies de anfibios y reptiles en los cuales su actividad queda restringida por el clima y época de reproducción.

Para poder realizar un análisis comparativo de la composición faunística se realizaron muestreos para cada grupo de fauna presentes en el área del SAR y AP, con la finalidad de obtener abundancias absolutas, relativas e índices de diversidad.

Lo anterior con la finalidad de determinar si las especies de fauna que pudieran ser afectadas en el área de proyecto estén suficientemente representadas en el SAR y/o que se encuentren incluidas en las medidas de mitigación y compensación propuestas, con lo cual se garantiza que se mantenga la biodiversidad.

Para el SAR se contabilizaron un total de 80 individuos, repartidos entre 25 especies pertenecientes al grupo de avifauna, herpetofauna y mastofauna. En el grupo de avifauna se contabilizaron un total de 67 ejemplares repartidos en 19 especies, para el grupo de herpetofauna se identificaron 8 ejemplares de 3 especies diferentes y finalmente en el grupo de mastofauna se contabilizaron 5 individuos de 3 especies diferentes.

Para el AP se contabilizaron un total de 70 individuos repartidos entre 22 especies, pertenecientes a los 3 grupos faunísticos estudiados. Para el grupo de avifauna se contabilizaron un total 59 ejemplares distribuidos en 17 especies, para el grupo de herpetofauna se contabilizaron 7 ejemplares de 3 especies diferentes y finalmente para el grupo de mastofauna se identificaron 4 ejemplares de 2 especies diferentes

La presencia de ejemplares en el área de proyecto es variable derivado del flujo vehicular de la carretera existente y a la perturbación de la vegetación que esta próxima a la carretera, sin embargo, no se descarta la posibilidad de que exista un mayor número de ejemplares considerando el desplazamiento y hábitos de la fauna silvestre que se encuentra en la periferia del área de proyecto y al interior del SAR (área con vegetación mejor conservada y por ende con mayor diversidad de fauna).

**Cuadro 73. Riqueza y abundancia de las especies de fauna.**

Grupo faunístico	Riqueza de especies SAR	Riqueza de especies AP	Abundancia SAR	Abundancia AP
Avifauna	19	17	67	59
Herpetofauna	3	3	8	7
Mastofauna	3	2	5	4
Total	25	22	80	70

#### IV.4.2.3.1 Avifauna

En el cuadro comparativo de avifauna, la riqueza de especies es mayor en el SAR con 19 especies y 67 individuos, mientras que en el AP es de 17 especies con 59 individuos, teniendo como las especies más abundantes a: *Cathartes aura*, *Bubulcus ibis* y *Myiozetetes similis*

En el SAR se identificaron 19 especies diferentes de aves, de las cuales 17 especies, se encuentran en el AP, es decir que el 100% de las especies que se identificaron en el AP están representadas en el SAR

Cabe destacar que el avistamiento en campo de la avifauna está ligado directamente a los hábitos de las aves, el clima, la temporada de muestreo y la movilidad de este grupo faunístico ya que su característica de vuelo les permite abarcar distancias más grandes para la obtención de recursos, por lo que se trata de especies dinámicas que no permanecen estáticas en un solo lugar durante el día.

Durante el trabajo de campo, en el área del SAR se identificaron dos especies dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010, que son: *Micrastur ruficollis* y *Psarocolius montezuma*

Las especies identificadas en la NOM-059-SEMARNAT-2010 se encuentran en la categoría de especie protegida (Pr), por lo que para garantizar que se mantenga la diversidad de fauna de este grupo aún con el desarrollo del proyecto, las especies serán incluidas en el programa de rescate y reubicación de fauna silvestre que se ejecutará como medida de mitigación.

**Cuadro 74. Comparación de especies de la avifauna**

No.	Especie	Nombre Común	NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia		Frecuencia Relativa	
				SAR	AP	SAR	AP
1	<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor		3	3	5.77	7.14
2	<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja		5	4	9.62	9.52
3	<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza		4	3	7.69	7.14
4	<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado		3	2	5.77	4.76
5	<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore		3	2	5.77	4.76
6	<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela		5	3	9.62	7.14
7	<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo		2	2	3.85	4.76
8	<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje		2	2	3.85	4.76
9	<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela		2	3	3.85	4.76
10	<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común		5	5	7.69	9.52
11	<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón		3	4	5.77	9.52
12	<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera		2	1	3.85	2.38
13	<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux		2	2	3.85	4.76
14	<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile		2	2	3.85	4.76

No.	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT- 2010	Abundancia		Frecuencia Relativa	
				SAR	AP	SAR	AP
15	<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada		2	3	3.85	7.14
16	<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera		7	10	3.85	4.76
17	<i>Micrastur ruficollis</i>	Halcón Selvático Barrado	Pr	1		1.92	
18	<i>Psarocolius montezuma</i>	Oropéndola de Moctezuma	Pr	1		1.92	
19	<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura		13	8	7.69	2.38
				67	59	100	100

#### IV.4.2.3.2 Herpetofauna (anfibios reptiles)

En el cuadro comparativo siguiente, se observa que la riqueza de especies correspondiente al grupo de herpetofauna para el área del SAR y del AP es de 3 especies, sin embargo, la cantidad de individuos registrados es mayor en el SAR ya que se contabilizaron 8 individuos y en el AP se observaron únicamente 7 individuos.

En el SAR y el AP se identificaron 3 especies diferentes de reptiles, es decir que el 100.0% de las especies que se identificaron en el AP están representadas en el SAR

Cabe destacar que probablemente se presente mayor cantidad de especies, sin embargo, no se lograron observar, esto se debe a la probabilidad estadística del muestreo y a la propia movilidad de las especies de fauna.

**Cuadro 75. Comparación de especies de herpetofauna**

No	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT 2010	Abundancia		Densidad Relativa	
				SAR	AP	SAR	AP
1	<i>Sceloporus variabilis</i>	Lagartija espinosa vientre rosado		2	3	28.57	42.86
2	<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano		4	2	42.86	28.57
3	<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoiris		2	2	28.57	28.57
				8	7	100.00	100.00

#### IV.4.2.3.3 Mastofauna

A partir de la información obtenida en campo, se presenta el cuadro comparativo de riqueza de especies en que se observa que en el SAR la riqueza es mayor con 3 especies y 5 individuos, mientras que en el AP se identificaron 2 especies y 4 individuos teniendo como las especies más abundantes a: *Sciurus deppei* y *Canis latrans*.

En el SAR se identificaron 3 especies diferentes de mamíferos, de las cuales 2 especies, se encuentran en el AP, es decir que el 100.0% de las especies que se identificaron en el AP están representadas en el SAR

Por otra parte, para garantizar que se mantenga la diversidad de fauna de este grupo aún con el desarrollo del proyecto, se realizarán recorridos y ruidos para su ahuyentamiento y estarán sujetas a los programas de rescate y reubicación como se especifica en las medidas de mitigación.

**Cuadro 76. Comparación de especies de mastofauna**

No.	Especie	Nombre Común	NOM-059- SEMARNAT 2010	Abundancia		Densidad Relativa	
				SAR	AP	SAR	AP
1	<i>Canis latrans</i>	Coyote		2	2	40.00	50.00
2	<i>Urocyon cinereoargenteus</i>	Zorra gris		1		20.00	
3	<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla Tropical		2	2	40.00	50.00
Total				5	4	100.00	100.00

#### IV.4.2.4 Grado de afectación de la biodiversidad de fauna.

La determinación del grado de afectación a la biodiversidad de la fauna derivado de las obras correspondientes a la ejecución del proyecto se realizó a través de indicadores simples que permiten cuantificar la afectación a las especies de los distintos grupos de fauna que se verían afectados por el proyecto, por ejemplo: riqueza de especies por grupo, número de individuos por especie, presencia/ausencia, densidad relativa.

Para el presente estudio se tomó en consideración como indicador la afectación que sufrirá la biodiversidad de la fauna en cuatro grupos de fauna: anfibios, reptiles, aves y mamíferos, considerando que el Artículo 93 de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable establece que los estudios técnicos justificativos demuestren que la biodiversidad de los ecosistemas que se verán afectados se mantenga. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), la biodiversidad o diversidad biológica es la variedad de la vida, abarca a la diversidad de especies de plantas, animales, hongos y microorganismos que viven en un espacio determinado, a su variabilidad genética, a los ecosistemas de los cuales forman parte estas especies y a los paisajes o regiones en donde se ubican los ecosistemas.



Asimismo, la CONABIO menciona que, en cada uno de los niveles, desde genes hasta paisaje o región, podemos reconocer tres atributos: composición, estructura y función. La composición es la identidad y variedad de los elementos (incluye qué especies están presentes y cuántas hay), la estructura es la organización física o el patrón del sistema (incluye abundancia relativa de las especies, abundancia relativa de los ecosistemas, grado de conectividad, etc.) y la función son los procesos ecológicos y evolutivos (incluye a la depredación, competencia, perturbaciones naturales, etc.).

Considerando lo anterior, para determinar el grado de afectación, se realizó muestreo de fauna en cada grupo zoológico tanto en el AP como en el SAR, con la finalidad de conocer la composición de las especies presentes y el número de individuos, para determinar la riqueza específica, diversidad máxima y equidad.

Expuesto lo anterior, con base en el análisis de la comparación de la composición de la fauna tanto en el AP como en el SAR, se presenta el grado de afectación a la biodiversidad de fauna.

**Cuadro 77. Grado de afectación en la biodiversidad de fauna por grupo**

Grupo	Número de especies por afectar en el área de proyecto	Número de especies no registradas en el SAR	Grado de afectación en porcentaje %	Porcentaje de especies registradas en el SAR
Avifauna	17	0	0	100.0
Herpetofauna	3	0	0	100.0
Mastofauna	2	0	0	100.0

De acuerdo con lo anterior el grado de afectación a la biodiversidad de la fauna del AP de las especies por afectar, es del 0.0% para el grupo de avifauna, herpetofauna y mastofauna, es decir que las especies registradas en el AP se encuentran representadas en su totalidad dentro del SAR.

Cabe destacar que no existen indicadores oficiales publicados por alguna dependencia pública que sirvan de marco referencia para determinar el grado de afectación a la biodiversidad con los resultados obtenidos de presencia/ausencia de especies, por lo que para el presente caso se generó una clasificación propia estableciendo rangos en porcentaje y definiendo un grado de afectación similar a los que se presentan en valoraciones de impacto ambiental o de estudios de erosión del suelo, quedando para el presente caso como se indica en el siguiente cuadro:

**Cuadro 78. Grado de afectación a la biodiversidad de fauna en función del porcentaje de especies no registradas**

Rango en Porcentaje %	Grado de Afectación
0-20	Bajo
20-40	Moderado
40-60	Alto
> 60	Muy alto

Tomando como base dicha clasificación, el grado de afectación a la biodiversidad por grupo de fauna derivado del desarrollo del proyecto para el grupo avifauna, herpetofauna y mastofauna es BAJO, sin embargo, cabe destacar que el avistamiento en campo de la fauna está ligado directamente a los hábitos de las diferentes especies, el clima, la temporada de muestreo y la movilidad de este grupo faunístico.

Es importante mencionar que a partir de los resultados obtenidos se propusieron medidas de mitigación y compensación.

#### **IV.4.2.5 Conclusiones**

De acuerdo con los muestreos realizados en SAR y AP se determinó que el SAR cuenta con una mayor riqueza y abundancia que el AP, asimismo ninguna de las especies registradas en AP se encuentra en algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010.

Las diferencias de riqueza y abundancia en el SAR y el AP se pueden explicar en términos de las condiciones ambientales de los sitios, en el caso del SAR la riqueza y abundancia es mayor como resultado de un hábitat un ligeramente conservado.

Mientras tanto en el AP, si bien cuentan con vegetación forestal, el camino de terracería existente y en uso ya ha provocado cambios en la distribución de especies. El caso más evidente es con los mamíferos, cuyos registros fueron indirectos para el AP mientras que para el SAR ocurrieron registros directos e indirectos.

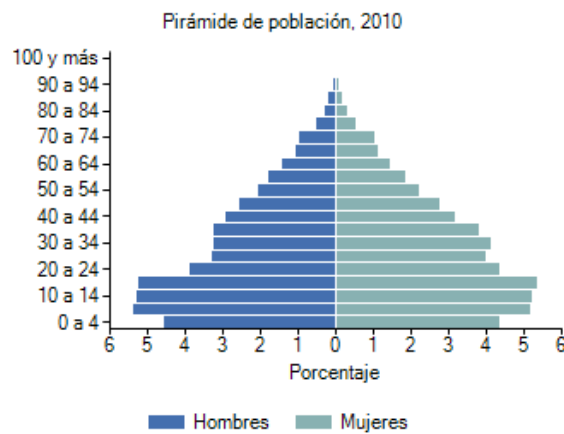
Finalmente, no se descarta la presencia y actividad de fauna silvestre, por lo que el camino a modernizar pretende llevar a cabo actividades de prevención con un programa de rescate y reubicación de fauna y de mitigación como la construcción y adecuación de las obras de drenaje como pasos de fauna para evitar la afectación y fragmentación de las comunidades de fauna silvestre

## IV.5 Medio socioeconómico

### IV.5.1 Demografía

El proyecto se ubica en el municipio de Catemaco, el cual, limita al norte con el Golfo de México, al este con el municipio de Mecayapan, al sureste con Sotepan, hacia el sur con Hueyapan de Ocampo y al oeste con el municipio de San Andrés Tuxtla. Su extensión territorial es de 710.67 km<sup>2</sup>.

De acuerdo con el censo de INEGI (2010), la población total de Catemaco es 48,593 habitantes, de los cuales el 51.73% (24,894) son mujeres y 48.27% (23,456) son hombres y representa un 0.63% del total del Estado, distribuidos en 258 localidades. En la siguiente figura se muestra la gráfica de la población por rangos de edad.



**Figura 71. Población por rangos de edad (Fuente: INEGI. Censo de Población y Vivienda 2010).**

### IV.5.2 Vivienda

En el municipio, para 2010 se censaron 11,908 viviendas particulares, de las cuales el 16.89% (2,011) presentan piso de tierra, 1.61% (92) tienen techos endeblados, 19.79% (2,357) muros endeblados y el 39.85% (4,745) presentan algún grado de hacinamiento. En cuanto a carencia de acceso a servicios básicos, el 3.82% (455) no tienen luz, 9.23% (1,099) no tienen agua entubada, 18.04% (2,148) no tienen drenaje y 36.77% (4,378) usan leña y carbón para cocinar.

### IV.5.3 Salud

Según datos del INEGI en el año 2010, el municipio contaba con una población derechohabiente es 62.45% mientras que el restante 37.15% no está afiliada a ninguna institución de servicios a la salud.

Las unidades médicas en el municipio eran 12 (0.7% del total de unidades médicas del estado). Mientras que el personal médico era de 45 personas (0.4% del total de médicos en la entidad) y la razón de médicos por unidad médica era de 3.8, frente a la razón de 6.7 en todo el estado.

#### **IV.5.4 Educación**

En cuanto a educación, en el municipio el grado promedio de escolaridad de la población de 15 años o más en el municipio era en 2010 de 6.6, frente al grado promedio de escolaridad de 7.7 en la entidad. La condición de rezago educativo afectó a 31.7% de la población, lo que significa que 14,445 individuos presentaron esta carencia social.

En este mismo año, Catemaco contaba con 53 escuelas preescolares (0.6% del total estatal), 60 primarias (0.6% del total) y 30 secundarias (1%). Además, el municipio contaba con 14 bachilleratos (0.9%) y ocho escuelas de formación para el trabajo (0.8%). El municipio también contaba con una primaria indígena (0.1%).

#### **IV.5.5 Desarrollo social**

Antes de abordar lo referente a las actividades económicas del municipio, es oportuno mencionar que, de acuerdo con el CONEVAL, en 2010, 29,384 individuos (64.5% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 23,407 (51.4%) presentaban pobreza moderada y 5,977 (13.1%) estaban en pobreza extrema. En 2015, Catemaco tenía un grado de marginación Alto ocupando a nivel Nacional el lugar 1,076 y el 124 a nivel Estatal; su Índice de Rezago Social es 0.075 lo que significa que tiene un grado de rezago social Medio ocupando la posición 961 a nivel Nacional mientras que a nivel Estatal ocupa el lugar 106; cabe mencionar que en la declaratoria de Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) emitida por el Poder Ejecutivo, publicada en el DOF con fecha de 29 de noviembre del 2017, se declara al municipio Catemaco como una ZAP Rural.

#### **IV.5.6 Situación económica**

En 2010 de acuerdo con INEGI, la población económicamente activa era de 17,898 de la cual el 96.23% se encuentra ocupada, municipio, específicamente en cuanto a participación económica se tiene que 26.97% (4,844) se dedican a actividades del sector primario, 15.85% (2,847) sector secundario, y el 57.19% (10,273) al sector terciario.

#### **IV.5.7 Población indígena**

De acuerdo a las Cédulas de información básica de los pueblos indígenas de México del INPI<sup>9</sup>, en el municipio de Catemaco existe Población indígena dispersa, en total 915 habitantes de los cuales 432 son hombres y 483 mujeres.

---

<sup>9</sup> <http://www.inpi.gob.mx/cedulas/2010/VERA/30032-10.pdf>

## IV.6 Paisaje

El paisaje puede identificarse como el conjunto de interrelaciones derivadas de la interacción entre geomorfología, clima, vegetación, fauna, agua y modificaciones antrópicas. Existen numerosas definiciones de paisaje, que han ido evolucionando hasta determinarlo y centrarlo como un valor estético, como un recurso y como una combinación de elementos físicos, bioecológicos y humanos.

Los paisajes no son estáticos, ya que las cubiertas y los usos del suelo cambian a lo largo del tiempo tanto por causas naturales como, sobre todo, por la actividad humana. Por lo tanto, el uso de suelo, las prácticas de manejo, la política pública ambiental, la accesibilidad y la cercanía a centros urbanos y mercados son algunas de las causas que determinan el cambio de uso y modifican la estructura y composición del paisaje.

En el caso del impacto de la construcción y modernización de infraestructura vial, estos incluyen la pérdida, fragmentación y degradación del hábitat. Estas interrumpen y modifican procesos naturales que alteran las estructuras comunitarias y, a largo plazo, la dinámica de la población. Sin embargo, los bordes de las carreteras también pueden proporcionar oportunidades de hábitat y restaurar la conectividad en un paisaje fragmentado que ofrece potencial para compensar algunos de los impactos adversos de la red de carreteras existente.

El desarrollo de redes de carreteras está influenciado en gran medida por consideraciones socioeconómicas. Los caminos rurales proporcionan un mayor acceso a actividades recreativas y el intercambio de bienes y servicios. Los caminos también proporcionan acceso para la extinción de incendios forestales y sirven como brechas cortafuegos.

De este modo, el estudio del paisaje debe ser incluido en todo proyecto de desarrollo, tanto para determinar su calidad frente al ejercicio de ciertas actividades, como también para adoptar medidas orientadas a la preservación y protección del espacio natural.

En este sentido para analizar el estado actual del paisaje del área del proyecto se realizaron dos procedimientos metodológicos complementarios entre sí, el primero a partir de la evaluación in situ de algunos factores representativos del paisaje visual, mientras que el segundo se refiere al análisis espacial del paisaje en un Sistema de Información Geográfica. El procedimiento metodológico se engloba en el siguiente diagrama:





**Figura 72. Metodología de evaluación de calidad del paisaje**

#### IV.6.1 Metodología del diagnóstico del paisaje visual

Para estimar las condiciones visuales del paisaje en el área correspondiente al trazo del camino se evaluaron ocho factores representativos del entorno inmediato considerando como información base, algunas características visuales de cada uno de los factores. En este sentido, se elaboró previamente a la salida de campo una matriz de evaluación, la cual incluye una escala de calidad paisajística de cinco niveles con sus respectivas descripciones o posibles características y condiciones esperadas (ver cuadro siguiente).

**Cuadro 79. Matriz elaborada como guía para la evaluación en campo del paisaje visual en la zona del proyecto**

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
<b>Geomorfología</b>	Relieve con formas poco comunes o ampliamente llamativas: Cadenas montañosas con riscos, cañadas, cañones, monolitos, etc. Valles con sistemas de dunas o elementos rocosos de gran tamaño.	Formas erosivas naturales interesantes. Relieve del terreno amplio, pero sin llegar a formar sistemas montañosos. Las formas en el terreno son llamativas, pero no de grado excepcional.	Terreno que llega a formar colinas o valles con elementos moderadamente destacados.	Relieve en el terreno que puede llegar a formar pequeñas colinas o valles con suaves depresiones.	Planicies sin ningún elemento atractivo visualmente como depresiones, cañones, formaciones rocosas, etc.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Vegetación</b>	Componente florístico sin alteración aparente. Los elementos que la componen muestran atractivas y numerosas texturas, formas, tamaños, colores, etc.	Vegetación natural con muy bajo o inapreciable impacto por el hombre. Muestra variables importantes en la textura, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos que la componen.	Texturas, tamaños, colores y formas de los elementos florísticos de una variabilidad moderada. La vegetación presenta un evidente, aunque moderado impacto en su composición, cobertura, arreglo y configuración natural.	Las variaciones en las características de los elementos que componen la vegetación son bajas. Las condiciones de la vegetación natural se aprecian alteradas de forma importante, tanto en la composición, como en la cobertura y configuración de sus componentes florísticos.	Terreno sin presencia de vegetación o vegetación compuesta de elementos alóctonos o secundarios. Las texturas, formas, tamaños y colores en los elementos florísticos no muestran un atractivo visual de importancia.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Fauna</b>	Presencia visual o auditiva de manera permanente de diferentes grupos faunísticos, tanto vertebrados como invertebrados. Especies altamente llamativas que pueden, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia constante de fauna silvestre moderadamente llamativa, que puede, o no, formar grandes congregaciones.	Presencia moderada de fauna silvestre que no forma grandes congregaciones.	Presencia ocasional de distintos grupos de fauna silvestre que pueden, o no, ser atractivas visual o auditivamente. Ocasionalmente se puede llegar a ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.	Presencia nula o casi nula de fauna silvestre atractiva. Ocasionalmente se puede ver fauna nociva como ratas de ciudad, o fauna doméstica o exótica como perros, ganado, gatos, etc.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Agua</b>	Elemento que realza en extremo el atractivo visual del paisaje. Puede presentarse	Elemento que realza medianamente la calidad visual del paisaje. Los cursos o cuerpos de agua no	Cuerpos o corrientes de agua pequeños que pueden ser perennes o intermitentes realzando	Corrientes o cuerpos de aguas poco contrastantes que usualmente son intermitentes. Sus aguas	Corrientes o cuerpos de agua, ausentes, efímeros, intermitentes, perennes o poco perceptibles que

Factores	Calidad visual del paisaje				
	Muy alta	Alta	Media	Baja	Muy baja
	como lagunas, lagos, ríos, arroyos, cascadas, etc. En todos los casos el agua se muestra limpia y sin malos olores.	resultan tan espectaculares ni contrastan fuertemente con el resto de los elementos paisajísticos. El agua se muestra limpia y sin malos olores	moderadamente la calidad visual del paisaje. El agua se aprecia levemente contaminada y con mal olor.	se aprecian contaminadas en una medida importante y presentan mal olor.	apenas realzan la calidad visual del paisaje. Sus aguas se muestran muy contaminadas y con olores nauseabundos.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Color</b>	Combinaciones de color intensas y variadas, o contrastes agradables entre suelo, cielo, vegetación, roca, agua y nieve. Este factor se ve altamente dominante en el paisaje	Combinación interesante de colores que agregan un importante valor a la calidad visual del paisaje, pero no se muestra como factor dominante.	Moderada combinación y realce del factor color en el paisaje.	Poca combinación de colores en el paisaje. Los tonos suelen ser apagados y poco contrastantes.	Totalidades de colores apagados y casi monocromáticos, que no realzan la calidad visual del paisaje.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Fondo escénico</b>	El paisaje circundante a la superficie de muestreo realza fuertemente la calidad visual del paisaje. Habitualmente el fondo escénico se compone de macizos montañosos conservados.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos montañosos de calidad aceptable, realzando la calidad visual del paisaje.	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de una topografía que puede, o no, superar a las colinas en relieve. La vegetación se encuentra moderadamente aceptable. Se pueden llegar a ver elementos antrópicos como casas o tierras de cultivo	El paisaje circundante a la superficie de muestreo se compone de elementos poco atractivos. Es posible visualizar casas, tierras de cultivo, ganado en pastoreo, etc.	El fondo escénico se compone total o casi en su totalidad de elementos antrópicos como casas, carreteras, tierras de cultivo, zonas pecuarias, etc.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Singularidad y rareza</b>	Paisaje de alta singularidad que muestra elementos paisajísticos únicos o poco usuales.	Paisaje poco común a nivel regional. Los elementos compositivos denotan una alta armonía.	Paisaje común a nivel regional, pero a nivel local resulta atractivo. Puede presentar algunos elementos compositivos particulares que resalta su calidad visual.	Muy común a nivel regional. A escala local suele presentar un atractivo moderado. Los elementos que lo componen resultan en su mayoría homogéneos	Muy común incluso a nivel local. Los elementos que lo componen, además de ser comunes, resultan poco atractivos en el paisaje.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1
<b>Grado de alteración humana</b>	Paisaje sin evidencia de alteración humana.	La calidad escénica natural se encuentra modificada ligeramente llegando a ser poco perceptible a simple vista.	La intervención humana es evidente a simple vista. Los elementos antrópicos resultan medianamente negativos a la calidad visual.	Los elementos antrópicos resultan abundantes restándole fuertemente la calidad visual al paisaje	La calidad del paisaje se ve completamente dominado por elementos de origen humano que afectan negativamente su valor visual.
<b>Valor</b>	5	4	3	2	1

Se seleccionaron 30 sitios de observaciones distribuidos aleatoriamente a lo largo del eje donde se pretende construir el trazo del camino. En cada sitio se evaluó una distancia aproximada a un radio de 100 metros desde la posición del ponderador, donde se analizaron las condiciones actuales de cada factor en términos visuales y de apreciación en el paisaje local. Únicamente para el factor “fondo escénico” se consideró como distancia de evaluación hasta el infinito (hasta donde la condición del paisaje permitiera la observación). Durante el procedimiento de evaluación se mantuvo un alto nivel de objetividad con la finalidad de garantizar resultados más fiables. Para tener la ubicación precisa de los sitios de evaluación se tomó la coordenada central (UTM) de cada uno de estos.

**Cuadro 80. Coordenadas UTM de los sitios de evaluación del paisaje visual de la zona del proyecto.**

ID	X	Y	ID	X	Y
1	278586	2028509	16	280924	2029192
2	278660	2028322	17	281037	2029037
3	278824	2028223	18	281173	2028492
4	278970	2028346	19	281295	2028814
5	279162	2028403	20	281465	2028726
6	279394	2028479	21	281420	2028564
7	279486	2028624	22	281321	2028495
8	279659	2028551	23	281376	2028347
9	279822	2028557	24	281568	2028332
10	280018	2028593	25	281572	2028179
11	280196	2028655	26	281457	2028049
12	280324	2028801	27	281525	2027936
13	280492	2028907	28	281631	2028021
14	280594	2029097	29	281376	2028347
15	280753	2029171	30	281782	2028102

Para interpretar los resultados obtenidos de una forma simple y clara, se generó una escala de calidad paisajística de cinco niveles, cada cual, con un rango de valores, que representan subniveles de calidad, tomando en consideración el número de factores utilizados para la evaluación. Teóricamente el valor más bajo correspondería a un paisaje completamente modificado y con características naturales de muy bajo atractivo, por otro lado, el valor más alto estaría representado por un paisaje sin intervención humana y con numerosas características naturales de gran atractivo visual.

Clasificación	Rango
<b>Muy alta</b>	33.6 - 40
<b>Alta</b>	27.2 - 33.5
<b>Media</b>	20.8 - 27.1
<b>Baja</b>	14.4 - 20.7
<b>Muy baja</b>	8 - 14.3

De acuerdo con la matriz de evaluación presentada anteriormente, en los siguientes cuadros se presentan los resultados de la evaluación de paisaje en diferentes puntos del trazo del camino.

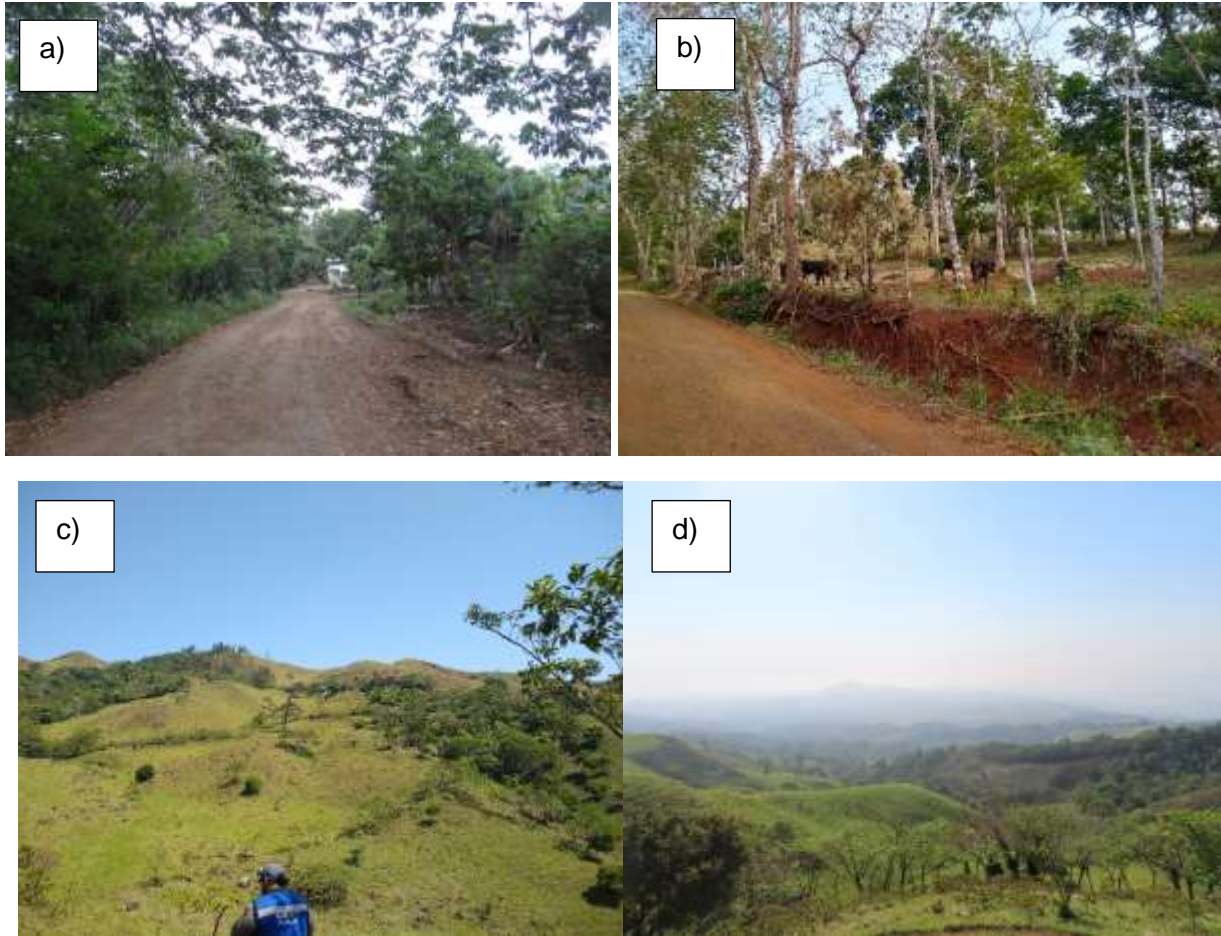
**Cuadro 81. Resultados de la evaluación de calidad de paisaje.**

Factor	Sitios de muestreo															Calidad paisajística por factor
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Geomorfología	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Vegetación	3.0	2.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	2.9
Fauna	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Agua	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	2.7
Color	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.5	2.0	3.0	2.8
Fondo escénico	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Singularidad o rareza	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.5	2.6
Grado de alteración humana	3.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	2.0	2.0	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3
Calidad paisajística por sitio	22.5	20.0	20.5	22.0	22.5	22.0	22.0	21.0	24.0	23.0	23.0	22.0	23.5	21.5	22.5	

Factor	Sitios de muestreo															Calidad paisajística por factor
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
Geomorfología	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.0	4.0	3.0	3.2
Vegetación	3.0	2.0	2.5	3.0	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	2.9
Fauna	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Agua	3.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Color	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.5	3.0	3.0	3.0
Fondo escénico	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Singularidad o rareza	3.0	2.0	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.0	3.5	2.6
Grado de alteración humana	2.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	2.9
Calidad paisajística por sitio	22.5	22.0	22.5	22.0	22.5	24.0	24.0	23.0	24.0	24.0	25.0	24.0	24.5	24.5	24.5	<b>22.83</b>



Con base en los resultados del cuadro anterior, se desprende que la calidad visual del paisaje a nivel local es “Media”. En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, cultivos de café bajo sombra, áreas de ganadería y vegetación de selva alta perennifolia.



**Figura 73. Paisaje en el área de proyecto. a) Vegetación en el área del proyecto b) Terrenos ganaderos en las inmediaciones del proyecto c) Áreas desprovistas de vegetación y d) Vista general del paisaje**

Uno de los principales problemas detectados, que afectan la calidad del paisaje, es la modificación de la vegetación natural, encontrándose zonas con poca vegetación, y por vegetación compuesta de elementos secundarios, y sobre todo por elementos introducidos y malezas, así como las actividades productivas de los pobladores principalmente agricultura y ganadería.

Las actividades de ganadería conducen a la degradación de la vegetación, mayor erosión de los suelos, y el deterioro de su fertilidad y estructura. El pastoreo desmesurado es el resultado del uso excesivo del terreno: el número y tipo de animales supera a la capacidad de carga. Esto causa una reducción en las especies de forrajes favoritos y un aumento en las malezas. Se aumenta la erosión de los suelos, indirectamente, debido a la pérdida de la cobertura vegetal, y, directamente, porque se afloja el suelo, exponiéndolo a la erosión hidráulica y eólica.

Todos estos elementos tienen en común, que afectan directa e indirectamente sobre la calidad de los ecosistemas, eliminando hábitats naturales y creando en las periferias de estas superficies de cambio de uso de suelo un efecto de borde que puede tener secuelas diversas sobre la flora y la fauna a distintas distancias. Sin embargo, el municipio donde se desarrollaría el proyecto, como cualquier otra comunidad, presenta necesidades básicas, de manera que se crean actividades en las zonas adjuntas a estas, tales como la agricultura, la ganadería, y la apertura de vías de comunicación, además de la provisión de los servicios básicos, esquema en el cual se inserta la necesidad de modernizar el trazo carretero actual. No obstante, la modificación que presenta ya el paisaje permite la viabilidad del proyecto, en el sentido en que este presenta una calidad media hoy en día.

El grado de impacto que podría tener el presente proyecto hacia la calidad visual del paisaje que actualmente se registra, se considera como muy bajo, partiendo del hecho de que las condiciones actuales del paisaje son medias, debido a la presencia del camino actual y por la predominancia de áreas de pastoreo, tala de árboles y agricultura. Aunado a lo anterior, el trazo de la carretera ha sido debidamente planeado y será realizado de acorde a la normatividad ambiental aplicable para garantizar que la afectación sea mínima. En este sentido, el presente proyecto es considerado viable, evidentemente bajo las medidas de mitigación y compensación que se manifiestan en el presente documento.

En conclusión, en la actualidad la calidad del paisaje visual se estima como de categoría “Media”, de acuerdo a la evaluación realizada en campo. Los principales elementos de origen antropogénico que dominan el paisaje local corresponden a asentamientos humanos, tierras agropecuarias, y vías de comunicación existentes. Debido a la presencia de estos factores, a la cuidadosa planeación del proyecto, y a las diferentes medidas de mitigación propuestas, se concluye que el proyecto es viable.

## IV.7 Diagnóstico ambiental

En este apartado se establece como se encuentran los diferentes componentes del ambiente, previo a la ejecución del proyecto, mediante su análisis y valoración.

### IV.7.1 Inventario ambiental

La zona donde se desarrolla el proyecto es una zona con diferentes matices, es decir existen áreas completamente perturbadas por presiones demográficas, agrícolas y pecuarias que se ven reflejados principalmente en la cobertura vegetal y en contraste hay áreas que se encuentran en un estado de recuperación, mostrando una mejor cobertura vegetal y presencia de estratos arbóreo, arbustivo, epifitas y herbáceo.

Como un primer paso en el análisis e interpretación de la calidad actual de los factores que conforma el inventario ambiental, se procede a identificar aquellos que se encuentran presentes en la zona donde se pretende llevar a cabo el Proyecto. En este caso los elementos considerados serán los componentes ambientales presentes susceptibles de ser impactados por el Proyecto.

**Cuadro 82. Componentes ambientales susceptibles para impactar**

Componente	Factor
<b>Agua</b>	Cantidad
	Calidad
<b>Suelo</b>	Calidad
	Conservación (erosión y compactación)
<b>Aire</b>	Calidad
	Sonido (ruido)
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad
	Conectividad (fragmentación)
<b>Fauna</b>	Hábitat
	Anfibios y reptiles
	Aves y quirópteros
	Mamíferos terrestres
<b>Paisaje</b>	Calidad visual
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social
	Bienestar económico

#### IV.7.2 Valoración de los componentes

Para valorar la calidad del ambiental de cada factor o componente, sin Proyecto, se utilizó la metodología propuesta por Battelle Columbus (1973), la cual inicialmente ha sido enfocada a estructuras hidráulicas, pero que puede aplicarse a otro tipo de proyectos mediante la modificación de los componentes y sus unidades de importancia. En este caso se consideraron 15 factores dentro de 7 componentes.

Para calcular el índice de calidad ambiental, la metodología sugiere que a cada parámetro se le asigne un valor de 1 al valor óptimo y un valor de 0 al valor pésimo. En este caso se planteó la subdivisión de los valores de calidad entre 0 y 1, quedando de la siguiente forma:

**Cuadro 83. Rangos de calidad de los componentes**

Calidad	Nivel
Muy alta/Optima	1
Alta	0.75
Media	0.50
Baja	0.25
Muy baja/Pésima	0

A continuación, se presenta la valoración de los componentes ambientales:

**Cuadro 84. Valoración de los componentes ambientales**

Componente	Factor	Valor	Descripción
<b>Agua</b>	Cantidad	0.50	De acuerdo con las normales climatológicas, la precipitación media anual para el SAR es de 274.87, la precipitación máxima mensual se registra en el mes de mayo. De tal manera que, la temporada con mayor registro de precipitaciones se encuentra entre los meses de julio a septiembre. Con respecto al eje que constituye el proyecto en cuestión, cabe destacar que éste es atravesado por 2 corrientes de tipo intermitente.
	Calidad	0.50	
<b>Suelo</b>	Calidad	0.50	En algunas inmediaciones del área de proyecto se tienen zonas habitadas y otras áreas ocupadas por actividades de agricultura y ganadería. Así mismo es de notarse que el camino actual es de terracería y se encuentra en un estado de calidad media.
	Conservación (erosión y compactación)	0.50	Dentro del SAR, según el mapa de Degradación del suelo de INEGI, se identifica degradación física y química en el SAR, en grado ligero. De acuerdo con SEMARNAT, la degradación química involucra procesos que conducen a la disminución o eliminación de la productividad biológica del suelo y está fuertemente asociado con el incremento de la agricultura, mientras que la degradación física se refiere a un cambio en la estructura del suelo cuya manifestación más notable es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua. En el área de estudio la degradación del suelo es provocada principalmente por la pérdida de la cubierta forestal y el fomento a las actividades agrícolas y ganaderas; se emplean técnicas inadecuadas que, aunadas a la accidentada topografía de la región, favorecen este proceso y a su vez provocan el asolvamiento de ríos, arroyos y lagunas, con afectación directa en la actividad pesquera.
<b>Aire</b>	Calidad	0.50	Se considera como en condiciones cotidianas a una zona predominantemente rural. Debido a que el camino es de terracería existe levantamiento de polvos al transitar sobre el mismo, principalmente en las áreas fuera de los asentamientos humanos y particularmente en las zonas identificadas como agropecuarias, las desprovistas de vegetación y las de matorral submontano.
	Sonido (ruido)	0.50	
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.50	<b><u>Vegetación en el SAR</u></b> Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el SAR, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 42 especies distribuidas en 31 familias diferentes, de las cuales Araceae (5 spp) es la que presenta el mayor número de especies, seguida de Arecaceae (3 spp),
	Conectividad (fragmentación)	0.50	



Componente	Factor	Valor	Descripción
			<p>Aspleniaceae (3 spp) y Fabaceae (2 spp.). La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el SAR es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (18 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (20 spp), herbáceas (8 spp) y epífitas (5 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Virola guatemalensis</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Goeppertia microcephala</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Trichila hirta</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron cinco especies, de las cuales <i>Monstera acuminata</i> es la más abundante.</p> <p>con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Chamaedora oblongata</i> está en la categoría de A (Amenazada).</p> <p><b><u>Vegetación en el AI</u></b></p> <p>Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AI, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 51 especies distribuidas en 36 familias diferentes, de las cuales Araceae (6 spp) es la que presenta el mayor número de especies, seguida de Arecaceae (3 spp) y Fabaceae (3 spp).</p> <p>La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el AI está formada mayormente por especies arbóreas (27 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (18 spp), epífitas (7 spp) y herbáceas (6 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Dialium guianense</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Mickelia bernoullii</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Astrocaryum mexicanum</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron siete especies, de las cuales <i>Monstera acuminata</i> es la que presenta mayor dominancia.</p> <p>Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Chamaedora oblongata</i> están en la categoría de A (Amenazada).</p> <p><b><u>Vegetación en el AP</u></b></p> <p>Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AP, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas</p>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			<p>con una composición florística de 29 especies distribuidas en 22 familias diferentes, de las cuales Araceae (3 spp) y Arecaceae (3 spp) son las que presentan el mayor número de especies, seguidas de Fabaceae (2 spp.), Meliaceae (2 spp.) y Piperaceae (2 spp). En la figura siguiente se observa la distribución de especies por familia</p> <p>La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el área de proyecto es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (16 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (11 spp), herbáceas (3 spp) y epífitas (3 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Daphnopsis brevifolia</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Chameodora tepejilote</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Chameodora tepejilote</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron dos especies: <i>Peperomia obtusifolia</i>, <i>Monstera acuminata</i> y <i>Syngonium chiapense</i>.</p> <p>Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Chamaedora oblongata</i> están en la categoría de A (Amenazada).</p>
Fauna	Hábitat	0.50	<b><u>Fauna en SAR</u></b>
	Anfibios y reptiles	0.50	Para el SAR se contabilizaron un total de 80 individuos, repartidos entre 25 especies, de las cuales 19 pertenecen al grupo de avifauna, 8 al grupo de herpetofauna y 5 al grupo de mastofauna
	Aves y quirópteros	0.50	<b><u>Avifauna en SAR y AI</u></b>
	Mamíferos terrestres	0.50	<p>El grupo con mayor riqueza es el de Avifauna, el cual está representado por 19 especies, de las cuales <i>Micrastur ruficollis</i> y <i>Psarocolius Montezuma</i>, se encuentran en la categoría de especies Sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar que las especies con mayor abundancia son <i>Cathartes aura</i> con 13 ejemplares, <i>Bubulcus ibis</i> con 7 ejemplares, y <i>Piranga rubra</i>, <i>Basileuterus rufifrons</i> y <i>Myiozetetes similis</i>, con 5 ejemplares de cada especie.</p> <p><b><u>Herpetofauna en SAR y AI</u></b></p> <p>Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales <i>Aspidoscelis guttatus</i> (Ticuiliche mexicano) es la más abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			<p><b><u>Mastofauna en SAR y AI</u></b>                      En el SAR se registraron tres especies de este grupo faunístico (<i>Sciurus deppei</i>, <i>Urocyon cinereoargenteus</i>, <i>Canis latrans</i>), es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Fauna en AP</u></b>                      Para el AP se contabilizaron un total de 70 individuos, repartidos entre 22 especies pertenecientes a los 3 grupos faunísticos estudiados. Para el grupo de avifauna se contabilizaron un total 59 ejemplares distribuidos en 17 especies, para el grupo de herpetofauna se contabilizaron 7 ejemplares de 3 especies diferentes y finalmente para el grupo de mastofauna se identificaron 4 ejemplares de 2 especies diferentes</p> <p><b><u>Avifauna en AP</u></b>                      El grupo de Avifauna es el que presenta mayor riqueza, al estar representado por 17 especies, ninguna se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies con mayor abundancia son: <i>Bubulcus ibis</i> con 10 ejemplares y <i>Cathartes aura</i> con 8 ejemplares.</p> <p><b><u>Herpetofauna en AP</u></b>                      Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales <i>Sceloporus variabilis</i> (Lagartija espinosa vientre rosado) es la más abundante con 3 ejemplares. Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Mastofauna en AP</u></b>                      En el AP se registraron dos especies de este grupo faunístico (<i>Sciurus deppei</i>, y <i>Canis latrans</i>), es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.50	<p>La calidad visual del paisaje a nivel local es “Media”. En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, cultivos de café bajo sombra, áreas de ganadería y vegetación de selva alta perennifolia.</p> <p>Uno de los principales problemas detectados, que afectan la calidad del paisaje, es la modificación de la vegetación natural, encontrándose zonas con poca vegetación, y por vegetación compuesta</p>

Componente	Factor	Valor	Descripción
			<p>de elementos secundarios, y sobre todo por elementos introducidos y malezas, así como las actividades productivas de los pobladores principalmente agricultura y ganadería.</p> <p>Las actividades de ganadería conducen a la degradación de la vegetación, mayor erosión de los suelos, y el deterioro de su fertilidad y estructura. El pastoreo desmesurado es el resultado del uso excesivo del terreno: el número y tipo de animales supera a la capacidad de carga. Esto causa una reducción en las especies de forrajes favoritos y un aumento en las malezas. Se aumenta la erosión de los suelos, indirectamente, debido a la pérdida de la cobertura vegetal, y, directamente, porque se afloja el suelo, exponiéndolo a la erosión hidráulica y eólica.</p>
<b>Socioeconómico</b>	Empleo	0.50	<p>El proyecto se ubica en el municipio de Catemaco, el cual, limita al norte con el Golfo de México, al este con el municipio de Mecayapan, al sureste con Soteapan, hacia el sur con Hueyapan de Ocampo y al oeste con el municipio de San Andrés Tuxtla. Su extensión territorial es de 710.67 km<sup>2</sup>. De acuerdo con el censo de INEGI (2010), la población total de Catemaco es 48,593 habitantes, de los cuales el 51.73% (24,894) son mujeres y 48.27% (23,456) son hombres y representa un 0.63% del total del Estado, distribuidos en 258 localidades.</p> <p>De acuerdo con el CONEVAL, en 2010, 29,384 individuos (64.5% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 23,407 (51.4%) presentaban pobreza moderada y 5,977 (13.1%) estaban en pobreza extrema. En 2015, Catemaco tenía un grado de marginación Alto ocupando a nivel Nacional el lugar 1,076 y el 124 a nivel Estatal; su Índice de Rezago Social es 0.075 lo que significa que tiene un grado de rezago social Medio ocupando la posición 961 a nivel Nacional mientras que a nivel Estatal ocupa el lugar 106; cabe mencionar que en la declaratoria de Zonas de Atención Prioritaria (ZAP) emitida por el Poder Ejecutivo, publicada en el DOF con fecha de 29 de noviembre del 2017, se declara al municipio Catemaco como una ZAP Rural.</p>
	Comercio	0.50	

Cada factor representa solo una parte del componente ambiental y a su vez del medio ambiente, por lo que es importante disponer de un mecanismo según el cual todos ellos se pueden contemplar en conjunto y, además ofrezca una imagen coherente de la situación al hacerlo. Con este fin se atribuye a cada parámetro un peso o índice ponderal expresado en forma de “unidades de importancia”. Para la valoración se asignaron un total de 200 unidades de importancia. En el siguiente Cuadro se muestra las unidades de importancia por factor y componente:

**Cuadro 85. Unidades de importancia**

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	Valor del Componente
<b>Agua</b>	Cantidad	0.5	10	20
	Calidad	0.5	10	
<b>Suelo</b>	Calidad	0.5	15	30
	Conservación (erosión y compactación)	0.5	15	
<b>Aire</b>	Calidad	0.5	10	20
	Sonido (ruido)	0.5	10	
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.5	15	30
	Conectividad (fragmentación)	0.5	15	
<b>Fauna</b>	Hábitat	0.5	20	50
	Anfibios y reptiles	0.5	10	
	Aves y quirópteros	0.5	10	
	Mamíferos terrestres	0.5	10	
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.5	30	30
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social	0.5	10	20
	Bienestar económico	0.5	10	
<b>Total</b>		7.5	200	200

Para conocer de manera integral la calidad de cada parámetro y de acuerdo con su importancia en el medio, se calcularon las UIA, considerando como línea base el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto con el total de sus unidades de importancia. La fórmula para el cálculo de las unidades de impacto ambiental es:

$$UIA = (CA)^i * X * UIP$$

Donde:

UIA: Unidades de Impacto Ambiental

(CA) i: Valor de la calidad de cada factor

(UIP) I: Unidades de importancia para cada factor

En el siguiente Cuadro se presentan las unidades de impacto ambiental para cada factor considerado:



**Cuadro 86. Unidades de importancia**

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del factor
<b>Agua</b>	Cantidad	0.5	10	5
	Calidad	0.5	10	5
<b>Suelo</b>	Calidad	0.5	15	7.5
	Conservación (erosión y compactación)	0.5	15	7.5
<b>Aire</b>	Calidad	0.5	10	5
	Sonido (ruido)	0.5	10	5
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.5	15	7.5
	Conectividad (fragmentación)	0.5	15	7.5
<b>Fauna</b>	Hábitat	0.5	20	10
	Anfibios y reptiles	0.5	10	5
	Aves y quirópteros	0.5	10	5
	Mamíferos terrestres	0.5	10	5
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.5	30	15
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social	0.5	10	5
	Bienestar económico	0.5	10	5
<b>Total</b>		7.5	200	100

Para conocer de manera integrada la calidad de los componentes, se calcularon las UIA de cada uno y se estimó su valoración en porcentaje respecto a la línea base. La línea base se consideró como el estado óptimo de los parámetros y por lo tanto el total de sus unidades de importancia.

$$\text{Calidad del componente} = \frac{(\text{UIA del componente}) * 100}{(\text{UI del componente})}$$

En el siguiente Cuadro se presentan las unidades de importancia establecidas se colocan al lado del componente correspondiente.

**Cuadro 87. Valoración de la calidad por componente**

Componente	Factor	Valor de la calidad	Valor del Factor	UIA del factor	Valor del Componente	Calidad (%)
<b>Agua</b>	Cantidad	0.5	10	5	20	25
	Calidad	0.5	10	5		25
<b>Suelo</b>	Calidad	0.5	15	7.5	30	25
	Conservación (erosión y compactación)	0.5	15	7.5		25
<b>Aire</b>	Calidad	0.5	10	5	20	25
	Sonido (ruido)	0.5	10	5		25
<b>Flora</b>	Abundancia y diversidad	0.5	15	7.5	30	25
	Conectividad (fragmentación)	0.5	15	7.5		25
<b>Fauna</b>	Hábitat	0.5	20	10	50	20
	Anfibios y reptiles	0.5	10	5		10
	Aves y quirópteros	0.5	10	5		10
	Mamíferos terrestres	0.5	10	5		10
<b>Paisaje</b>	Calidad visual	0.5	30	15	30	50
<b>Socioeconómico</b>	Bienestar social	0.5	10	5	20	25
	Bienestar económico	0.5	10	5		25
<b>Total</b>		7.5	200	100	200	

Los resultados obtenidos se calificaron con una escala cualitativa en porcentaje, según los rangos mínimos y máximos de lo que sería una calidad baja u óptima respectivamente.

**Cuadro 88. Rangos de calidad**

Calidad	Nivel	Porcentaje
Muy alta/Óptima	5	81-100%
Alta	4	61-80%
Media	3	41-60%
Baja	2	21-40%
Muy baja/Pésima	1	Menor al 20%

A continuación, se presenta la calidad de cada componente

**Cuadro 89. Calidad de cada componente**

Componente	Calidad (%)	Clasificación
Agua	50	Media
Suelo	50	Media
Aire	50	Media
Flora	50	Media
Fauna	50	Media
Paisaje	50	Media
Socioeconómico	50	Media

### IV.7.3 Conclusión

En conclusión, el diagnóstico ambiental, que se tiene en la zona es clasificada como con calidad MEDIA alterada con un origen antropogénico, debido a que cuenta con superficies utilizadas como asentamientos humanos, agricultura y ganadería.

El Área del Proyecto (AP) se encuentra situado en una zona donde la vegetación original ha sido modificada por asentamientos humanos y otras actividades como agricultura y ganadería. Sin embargo, en la superficie que ocuparía el DDV existe vegetación forestal, particularmente de Selva Alta Perennifolia, de la que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 0.3756 ha. Derivado del trabajo de campo se concluyó que el uso del suelo y vegetación reportado por INEGI tuvo diferencias con lo observado en campo, por lo que en el siguiente cuadro se presenta el uso del suelo y vegetación reportado de acuerdo con el trabajo de campo en la zona del proyecto. En general se tienen seis clasificaciones, de las cuales el camino existente es el más representativo con el 70.84% de ocupación en la superficie a aprovecharse por la modernización del proyecto, seguido por terrenos pecuarios 9.52%, agrícola (3.15%) asentamientos humanos (1.83%), sistema silvo pastoril (0.90%) y plantaciones forestales (0.28%). En cuanto a la vegetación forestal solo el 2.11% corresponde a Selva alta perennifolia.

Con base a lo anterior se concluye que la vegetación en el área de proyecto (AP) presenta una condición variada, en algunas áreas se encuentra relativamente conservada, mientras que en otras la vegetación ha sido removida para establecer cultivos como el café bajo sombra y áreas pecuarias. Es importante destacar que el camino a modernizar se encuentra en condiciones óptimas de terracería y se encuentra funcionando.

Considerando la superficie de afectación directa y las especies que se desarrollan (incluyendo especies de flora y fauna bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010) se provee la posibilidad de realizar cambio de uso de uso en terrenos forestales. En todo caso en el capítulo de medidas de mitigación y compensación ambiental se propone un “Programa de rescate de flora”, donde se especifican los protocolos a seguir en caso de encontrarse con especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o de importancia ecológica.

En el Capítulo V se presenta la evaluación de impactos ambientales para el proyecto y en el Capítulo VI las medidas de control, prevención y mitigación de los impactos ambientales.



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# **CAPÍTULO V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**



## CONTENIDO

V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL..	1
V.1 Identificación de impactos.....	1
V.1.1 Listas de control. ....	1
V.1.2 Matriz de interacción.....	4
V.2 Valoración de los impactos. ....	7
V.2.1 Matriz de Leopold modificada.....	7
V.2.2 Método Conesa.....	7
V.3 Caracterización de los impactos. ....	21
V.3.1 Caracterización de los impactos generados por etapa de proyecto. ....	21
V.3.2 Caracterización de los impactos generados por factor ambiental. ....	22
V.4 Impactos residuales. ....	26
V.5 Impactos acumulativos.....	28
V.6 Conclusiones .....	29

## CUADROS

Cuadro 1. Factores Ambientales.....	2
Cuadro 2. Actividades del Proyecto .....	4
Cuadro 3. Ejemplo de matriz de interacción.....	4
Cuadro 4. Matriz de identificación de impactos ambientales.....	5
Cuadro 5. Atributos del método Conesa .....	7
Cuadro 6. Matriz de Leopold modificada.....	10
Cuadro 7. Evaluación de impactos ambientales con método Conesa .....	12
Cuadro 8. Impactos ambientales moderados.....	19
Cuadro 9. Descripción de los impactos residuales para el proyecto.....	26
Cuadro 10. Descripción de los impactos acumulativos para el proyecto .....	28

## FIGURAS

Figura 1. Impactos ambientales por naturaleza.....	16
Figura 2. Impactos ambientales por etapa de proyecto.....	16
Figura 3. Impactos ambientales por actividad .....	17
Figura 4. Impactos ambientales por factor ambiental.....	18

## ANEXOS

## V. IDENTIFICACIÓN, CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### V.1 Identificación de impactos

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto, se tomó en cuenta la siguiente información:

- **Capítulo II.** Relativo a la descripción del proyecto y sus alternativas, de donde se obtuvo información sobre las obras y actividades que pudieran provocar modificaciones en el medio.
- **Capítulo IV.** Concerniente a la descripción del Sistema Ambiental Regional (SAR) y señalamiento de la problemática detectada en el área de influencia del proyecto que permiten visualizar un estado inicial (línea base o cero) de las características de los componentes<sup>1</sup> y factores ambientales<sup>2</sup>. Así como los servicios ambientales que pudieran ponerse en riesgo por el cambio de uso de suelo propuesto.

Una vez disponible y analizada la información mencionada, se determinaron las interacciones entre el proyecto y el medio ambiente mediante el uso de una matriz de identificación para determinar las actividades que pueden generar desequilibrios ecológicos y que por su magnitud e importancia provocarán modificaciones permanentes al ambiente y/o contribuirán en la consolidación de los procesos de cambio existentes.

Posteriormente los impactos identificados son evaluados a través de dos métodos: Matriz de Leopold modificada y Método Conesa. Se decidió emplear diferentes métodos debido a las características y criterios que maneja cada uno, de esta manera se pretende que se puedan complementar para presentar una mejor identificación y evaluación de impactos que reduzca la subjetividad y aproveche toda la información disponible.

#### V.1.1 Listas de control.

Con la finalidad de realizar la identificación de impactos ambientales, el grupo de trabajo desarrollo un listado general de los componentes ambientales y sus respectivos factores que potencialmente pudieran ser susceptibles de ser modificados por el desarrollo del Proyecto (nótese que un impacto se define como el cambio en las características de cierto factor ambiental y puede ser benéfico o perjudicial), resultando en un total de 24 factores ambientales (Cuadro 1)

---

<sup>1</sup> El término *componente ambiental* se refiere a una subdivisión subjetiva del medio ambiente, dividiéndolo en suelo, geología y geomorfología, hidrología superficial, aire, fauna, vegetación, socioeconómico y paisaje, elementos que forman parte del SAR.

<sup>2</sup> El término *factor ambiental* se refiere a un concepto de descripción sencilla y excluyente de otros, propio de la subdivisión para cada componente ambiental, se trata de un elemento del ambiente afectado, o potencialmente afectado por un agente de cambio.



Asimismo, derivado del análisis de la información del Capítulo II de la presente MIA-R se realizó un listado de las fuentes de cambio que constituyen básicamente las actividades del proyecto por etapas, y también algunos aspectos derivados de las mismas como pueden ser la generación de residuos y emisiones (Cuadro 2).

**Cuadro 1. Factores Ambientales**

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
<b>Suelo</b>	F01	Tipo de Suelo	Comprende las características físicas del suelo como la estructura, la composición de horizontes, porosidad etc.
	F02	Uso de Suelo	Se refiere a la vocación del suelo en términos de su potencial de aprovechamiento antropogénico o de conservación.
	F03	Procesos Erosivos	Favorecimiento o inhibición de la degradación natural del suelo.
	F04	Calidad del Suelo	Se refiere a la modificación en la composición del suelo debido a la introducción de materiales externos (contaminantes u otro tipo de materiales).
<b>Geología y geomorfología</b>	F05	Relieves	Se refiere a las características topográficas naturales del terreno.
<b>Hidrología superficial</b>	F06	Cauces	Se refiere a la presencia de cuerpos de agua superficiales, escurrimientos, y sus características de dirección, profundidad, temporalidad etc.
	F07	Calidad del agua superficial	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua superficiales debido a la introducción de materiales externos.
<b>Hidrología subterránea</b>	F08	Recarga media	Modificación en la capacidad de infiltración del agua a nivel subterránea en una zona específica.
	F09	Calidad del agua subterránea	Se refiere a la modificación en la composición de cuerpos de agua subterráneos debido a la introducción de materiales externos.
	F10	Vulnerabilidad	Se refiere al estatus del acuífero y a su capacidad para mantenerse inalterado.
<b>Aire</b>	F11	Calidad del aire	Se refiere a la modificación en la composición del aire debido a la emisión de contaminantes externos, incluyendo la presencia de polvos fugitivos.
	F12	Microclima	Se refiere a las características, dentro de una extensión reducida y homogénea, de los factores climáticos tales como temperatura, precipitación, fenómenos climáticos (tormentas, lluvias, granizadas, humedad, etc.).
	F13	Ruido y vibraciones	Presencia de niveles de ruido y emisiones vibratorias perceptibles.

Componente ambiental	Factor ambiental		Descripción cualitativa
<b>Fauna</b>	F14	Abundancia de fauna	Número de individuos presentes de cada especie animal.
	F15	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia y distribución de especies animales en estatus de protección o riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	F16	Distribución de fauna	Presencia física de individuos de fauna dentro de un área determinada ya sea como hábitat o en tránsito.
<b>Flora</b>	F17	Abundancia de la vegetación	Número de individuos presentes de cada especie vegetal.
	F18	Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Abundancia y distribución de especies vegetales catalogadas en algún estatus de protección o riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
	F19	Distribución de vegetación	Presencia física de individuos vegetales dentro de un área determinada.
<b>Socioeconómico</b>	F20	Servicios básicos	Existencia de infraestructura de servicios para proporcionar transporte, agua potable, energía eléctrica, manejo integral de residuos y aguas residuales entre otros.
	F21	Empleo y activación económica	Oferta de empleo dirigido a la población económicamente productiva y detonación de actividades productivas y mercantiles.
<b>Paisaje</b>	F22	Calidad Visual	Se refiere a la armonía natural del paisaje.
	F23	Fragilidad visual	Se refiere a la capacidad del entorno de amortiguación de elementos ajenos al paisaje existente.
	F24	Visibilidad	Se refiere a la extensión del terreno que puede apreciarse desde puntos de observación definidos en función del concepto de cuenca visual.

**Cuadro 2. Actividades del Proyecto**

Etapa	Actividad
<b>Preparación del sitio</b>	Desmante
	Despalme
<b>Construcción</b>	Cortes y excavaciones
	Formación y compactación de terraplenes
	Mezclado, tendido y compactación de la subrasante
	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base
	Revestimiento y colocación de la carpeta asfáltica
	Construcción de obras de drenaje
<b>Operación y mantenimiento</b>	Tránsito vehicular diurno y nocturno
	Programa de mantenimiento

### V.1.2 Matriz de interacción.

Para la identificación de los impactos ambientales, se aplicó una matriz de doble entrada, que permite relacionar las actividades del proyecto (columnas) con los factores ambientales (filas). De manera visual la estructura empleada en la matriz de interacción se presenta a continuación:

**Cuadro 3. Ejemplo de matriz de interacción**

		ACTIVIDADES DEL PROYECTO
		$A_i \dots A_j$
FACTOR AMBIENTAL	$F_{01\dots}, F_n$	Interacciones entre Factores y Actividades

La matriz de interacción resultante de la información de las características del proyecto y la caracterización ambiental se muestra a continuación.



**Cuadro 4. Matriz de identificación de impactos ambientales**

Factores ambientales	Preparación del sitio			Construcción					Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento	
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	
Tipo de Suelo		<b>PS-11</b>	<b>CO-01</b>	<b>CO-08</b>				<b>CO-23</b>			<b>4</b>
Uso de Suelo		<b>PS-12</b>									<b>1</b>
Procesos Erosivos		<b>PS-13</b>									<b>1</b>
Calidad del Suelo					<b>CO-12</b>	<b>CO-15</b>	<b>CO-18</b>	<b>CO-24</b>		<b>OP-08</b>	<b>5</b>
Relieves			<b>CO-02</b>								<b>1</b>
Cauces			<b>CO-03</b>					<b>CO-25</b>			<b>2</b>
Calidad del agua superficial			<b>CO-04</b>							<b>OP-09</b>	<b>2</b>
Recarga media		<b>PS-14</b>		<b>CO-09</b>			<b>CO-19</b>	<b>CO-26</b>			<b>4</b>
Calidad del aire	<b>PS-01</b>	<b>PS-15</b>	<b>CO-05</b>	<b>CO-10</b>	<b>CO-13</b>	<b>CO-16</b>	<b>CO-20</b>	<b>CO-27</b>	<b>OP-01</b>		<b>9</b>
Microclima							<b>CO-21</b>				<b>1</b>
Ruido y vibraciones	<b>PS-02</b>	<b>PS-16</b>	<b>CO-06</b>	<b>CO-11</b>	<b>CO-14</b>	<b>CO-17</b>	<b>CO-22</b>	<b>CO-28</b>	<b>OP-02</b>		<b>9</b>
Abundancia de fauna	<b>PS-03</b>								<b>OP-03</b>		<b>2</b>
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	<b>PS-04</b>								<b>OP-04</b>		<b>2</b>
Distribución de fauna	<b>PS-05</b>								<b>OP-05</b>		<b>2</b>
Abundancia de la vegetación	<b>PS-06</b>										<b>1</b>

Factores ambientales	Preparación del sitio			Construcción				Operación y mantenimiento		Interacciones por factor ambiental	
	Desmante	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno		Programa de mantenimiento
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09		A10
Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	<b>PS-07</b>										<b>1</b>
Distribución de vegetación	<b>PS-08</b>										<b>1</b>
Servicios básicos									<b>OP-06</b>		<b>1</b>
Empleo y activación económica	<b>PS-09</b>		<b>CO-07</b>						<b>OP-07</b>		<b>3</b>
Calidad Visual	<b>PS-10</b>										<b>1</b>
Interacciones por actividad	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	

## V.2 Valoración de los impactos.

Una vez identificados los impactos ambientales, se procedió a su valoración. Para el caso de este proyecto se ha optado por utilizar:

### V.2.1 Matriz de Leopold modificada.

En este método se utilizan dos tipos de matrices en etapas sucesivas de análisis (1) Matriz de identificación de impactos ambientales a partir de la relación entre las acciones del proyecto y los factores a ser evaluados y (2) Matriz de Importancia como primera valoración cualitativa de los impactos ambientales identificados sobre los factores ambientales. Esta matriz permite valorar tanto la agresividad de las acciones como los factores ambientales que sufrirán en mayor o menor grado las consecuencias de la actividad en cuestión. Este método considera los siguientes valores:

- a) Magnitud. - Valoración del impacto o de la alteración potencial a ser provocada; grado, extensión o escala; se coloca en la mitad superior izquierda de cada interacción. Hace referencia a la intensidad, a la dimensión del impacto en sí mismo y se califica del 1 al 10 de menor a mayor, anteponiendo un signo + para los efectos positivos y – para los negativos.
- b) Importancia. - Valor ponderal, que da el peso relativo del impacto potencial, se escribe en la mitad inferior derecha de cada interacción. Hace referencia a la relevancia del impacto sobre la calidad del medio, y a la extensión o zona territorial afectada, se califica también del 1 al 10 en orden creciente de importancia.

### V.2.2 Método Conesa

Este método propone una matriz causa-efecto o matriz de impacto, similar a la propuesta en el método de Leopold. Una vez identificados los impactos y las causas que los producen se caracterizan cada uno de los impactos identificados de acuerdo con una serie de atributos y valores, para determinar su importancia.

**Cuadro 5. Atributos del método Conesa**

Atributo y descripción
Naturaleza (NT). Hace referencia al carácter benéfico o perjudicial del impacto. El valor puede ser Benéfico (+1) o perjudicial (-1)
Intensidad (IN). Expresa el grado de incidencia de la acción sobre el factor, que puede considerarse desde un efecto mínimo hasta la destrucción total del factor. La intensidad puede ser Baja (1), Media (2), Alta (4), Muy Alta (8) o Total (12)
Extensión (EX). Representa el área de influencia esperada en relación con el entorno del Proyecto, que puede ser expresada en términos porcentuales. Si el área está muy localizada, el impacto será puntual, mientras que si el área corresponde a todo el entorno el impacto será total. Los valores que puede tomar son Puntual (1), Parcial (2), Extenso (4) o Total (8)



Atributo y descripción
<p><b>Momento (MO).</b> Se refiere al tiempo que transcurre entre el inicio de la acción y el inicio del efecto que ésta produce. Puede expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, y suele considerarse que el Corto Plazo corresponde a menos de un año, el Medio Plazo entre uno y cinco años, y el Largo Plazo a más de cinco años.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Largo plazo (1) = <math>MO &gt; 5</math> años                      Medio plazo (2) = <math>1 \text{ año} \leq MO \leq 5</math> años                      Inmediato (4) = <math>MO &lt; 1</math> años</p>
<p><b>Persistencia (PS).</b> Se refiere al tiempo que se espera que permanezca el efecto desde su aparición. Puede expresarse en unidades de tiempo generalmente en años, y suele considerarse que es <i>Fugaz</i> si permanece menos de un año, el <i>Temporal</i> si lo hace entre uno y diez años, y el <i>Permanente</i> si supera los diez años.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Fugaz (1) = <math>PS &lt; 1</math> año                      Temporal (2) = <math>1 \text{ año} \leq PS \leq 10</math> años                      Permanente (4) = <math>PS &gt; 10</math> años</p>
<p><b>Reversibilidad (RV).</b> Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor ambiental afectado por medios naturales, y en el caso que sea posible, al intervalo de tiempo que se tardaría en lograrlo.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">No aplica (0)                      Corto plazo (1) = <math>RV &lt; 1</math> año                      Medio plazo (2) = <math>1 \text{ año} \leq RV \leq 10</math> años                      Irreversible (4) = <math>RV &gt; 10</math> años</p>
<p><b>Sinergia (SI).</b> Se dice que dos efectos son sinérgicos si su manifestación conjunta es superior a la suma de las manifestaciones que se obtendrían si cada uno de ellos actuase por separado (la manifestación no es lineal respecto a los efectos). Puede visualizarse como el reforzamiento de dos efectos simples.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Sin sinergismo (1)                      Sinérgico (2)                      Muy sinérgico (4)</p>
<p><b>Acumulación (AC).</b> Si la presencia continuada de la acción produce un efecto que crece con el tiempo, se dice que el estudio es acumulativo.</p> <p>Los valores que puede tomar son Simple (1) o Acumulativo (4)</p>
<p><b>Relación Causa-Efecto (EF).</b> La relación causa-efecto puede ser directa o indirecta; es Directa si es la acción misma la que origina el efecto, mientras que es Indirecta si es otro efecto el que lo origina, generalmente por la interdependencia de un factor sobre otro.</p> <p>Los valores que puede tomar son Indirecto (1) o Directo (4)</p>
<p><b>Periodicidad (PR).</b> Se refiere a la regularidad de la manifestación del efecto, pudiendo ser periódico, continuo, o irregular.</p> <p>Los valores que puede tomar son:</p> <p style="text-align: center;">Irregular o aperiódico y discontinuo (1)                      Periódico (2)                      Continuo (4)</p>
<p><b>Recuperabilidad (MC).</b> Se refiere a la posibilidad de reconstruir el factor afectado por medio de la intervención humana (la <i>reversibilidad</i> se refiere a la reconstrucción por medio naturales). Puede</p>

**Atributo y descripción**

expresarse en unidades de tiempo, generalmente años, De manera inmediata si corresponde a menos de un año, a Mediano Plazo entre uno y diez años, y Mitigable a más de 10 años hasta los 60. Los valores que puede tomar son:

No aplica (0)

De manera inmediata (1) =  $MC < 1$  año

A mediano plazo (2) =  $1 \text{ año} \leq MC \leq 10$  años

Mitigable (4) =  $10 \text{ año} < MC \leq 60$  años

Irrecuperable (8) =  $MC > 60$  años

La importancia tomará valores entre 13 y 100 en función de las variaciones dadas a cada atributo. Los impactos con valores menores de 25 se consideran compatibles. Aquellos que toman valores comprendidos entre 25 y 50 se clasifican como moderados. Se definen como severos aquéllos cuyo valor se encuentre entre 50 y 75 y, para valores por encima de 75, se considera que el impacto es crítico (Conesa, 1997).

Para este método, el resultado de los impactos se caracteriza mediante su importancia que se obtiene mediante la ecuación:

$$I = \pm (3 \text{ IN} + 2 \text{ EX} + \text{MO} + \text{PS} + \text{RV} + \text{SI} + \text{AC} + \text{EF} + \text{PR} + \text{MC})$$

A continuación, se presentan los resultados de la evaluación de los impactos con los métodos propuestos, así como el análisis de los mismos.

**Cuadro 6. Matriz de Leopold modificada**

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción							Operación y mantenimiento		Número de impactos por factor ambiental	Relación mag/imp por factor ambiental
	Desmonte	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento			
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10			
Tipo de Suelo		-4/4	-5/5	-5/5				-4/4			4	18/18	
Uso de Suelo		-10/4									1	10/4	
Procesos Erosivos		-4/4									1	4/4	
Calidad del Suelo					-5/5	-5/5	-10/7	-4/4		-4/4	5	28/25	
Relieves			-10/5								1	10/5	
Cauces			-4/4					-4/4			2	8/8	
Calidad del agua superficial			-4/4							-4/4	2	8/8	
Recarga media		-4/4		-5/5			-5/5	-4/4			4	18/18	
Calidad del aire	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4		9	36/36	
Microclima							-10/7				1	10/7	
Ruido y vibraciones	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4	-4/4		9	36/36	
Abundancia de fauna	-4/4								-4/4		2	8/8	

Factores ambientales	Preparación del sitio		Construcción							Operación y mantenimiento		Núm de impactos por factor ambiental	Relación mag/imp por factor ambiental
	Desmante	Despalme	Cortes y excavaciones	Formación y compactación de terraplenes	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Construcción de obras de drenaje	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Programa de mantenimiento			
	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10			
Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-4/4									-4/4		2	8/8
Distribución de fauna	-4/4									-4/4		2	8/8
Abundancia de la vegetación	-4/4											1	4/4
Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-6/4											1	6/4
Distribución de vegetación	-4/4											1	4/4
Servicios básicos										+6/5		1	6/5
Empleo y activación económica	+4/4		+4/4							+4/4		3	12/12
Calidad Visual	-4/4											1	4/4
Núm de impactos por actividad	10	6	7	4	3	3	5	6	7	2			
Relación mag/imp por actividad	42/40	30/24	35/30	18/18	13/13	13/13	33/27	24/24	30/29	8/8			

**Cuadro 7. Evaluación de impactos ambientales con método Conesa**

ID	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)	INTESIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PS)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	RELACION CAUSA-EFECTO (EF)	PERIORIZACIÓN (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	Importancia
PS-01	Desmante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-02	Desmante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-03	Desmante	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-04	Desmante	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	Alta	Parcial	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Moderado
PS-05	Desmante	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	Media	Parcial	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-06	Desmante	Abundancia de la vegetación	Perjudicial (-)	Alta	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Permanente (PS > 10 años)	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	Sin sinergismo	Simple	Directo (primario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	Moderado
PS-07	Desmante	Especies de flora en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	Alta	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Permanente (PS > 10 años)	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	Sin sinergismo	Simple	Directo (primario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	Moderado
PS-08	Desmante	Distribución de vegetación	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	Sin sinergismo	Simple	Directo (primario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	Compatible
PS-09	Desmante	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	Media	Parcial	Inmediato (MO < 1 años)	Temporal (1 año < PS < 10 años)	No aplica	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	No Aplica	Compatible
PS-10	Desmante	Calidad Visual	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Permanente (PS > 10 años)	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	Compatible
PS-11	Despalme	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	Media	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Permanente (PS > 10 años)	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	Sin sinergismo	Simple	Directo (primario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	Moderado
PS-12	Despalme	Uso de Suelo	Perjudicial (-)	Alta	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Permanente (PS > 10 años)	Medio plazo (1 año < RV < 10 años)	Sin sinergismo	Simple	Directo (primario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	A mediano plazo (1 año>MC>10 años)	Moderado
PS-13	Despalme	Procesos Erosivos	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-14	Despalme	Recarga media	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-15	Despalme	Calidad del aire	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible
PS-16	Despalme	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC < 1 año)	Compatible

ID	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)		INTESIDAD (IN)	EXTENSION (EX)		MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PS)		REVERSIBILIDAD (RV)		SINERGIA (SI)		ACUMULACIÓN (AC)	RELACION CAUSA-EFECTO (EF)		PERIORICIDAD (PR)		RECUPERABILIDAD (MC)		Importancia			
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	-39	Moderado
CO-02	Cortes y excavaciones	Relieves	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	-39	Moderado
CO-03	Cortes y excavaciones	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-26	Moderado
CO-04	Cortes y excavaciones	Calidad del agua	Perjudicial (-)	-1	Media	2	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-20	Compatible
CO-05	Cortes y excavaciones	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-06	Cortes y excavaciones	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-07	Cortes y excavaciones	Empleo y activación económica	Benéfico (+)	1	Media	2	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	No aplica	0	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	No Aplica	0	20	Compatible
CO-08	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-27	Moderado
CO-09	Formación y compactación de terraplenes	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-10	Formación y compactación de terraplenes	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-11	Formación y compactación de terraplenes	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-12	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-13	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-14	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-15	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-16	Mezclado, tendido y	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible



ID	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)	INTESIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PS)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	RELACION CAUSA-EFECTO (EF)	PERIORIZIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	Importancia											
	compactado de subrasante más la base																								
CO-17	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-18	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Alta	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Alta	4	Parcial	2	Inmediato (MO < 1 años)	4	Permanente (PS > 10 años)	4	Irreversible (RV > 10 años)	4	Sin sinergismo	1	Simple	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	Mitigable (10 año>MC> 60 años)	4	-39	Moderado
CO-20	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-21	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Microclima	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-22	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-23	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-24	Construcción de obras de drenaje	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-25	Construcción de obras de drenaje	Cauces	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Temporal (1 año < PS < 10 años)	2	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Directo (primario)	4	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-20	Compatible
CO-26	Construcción de obras de drenaje	Recarga media	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-27	Construcción de obras de drenaje	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
CO-28	Construcción de obras de drenaje	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del aire	Perjudicial (-)	-1	Baja	1	Puntual	1	Inmediato (MO < 1 años)	4	Fugaz (PS < 1 año)	1	Corto plazo (RV < 1 año)	1	Sin sinergismo	1	Simple	Indirecto (secundario)	1	Irregular o aperiódico y discontinuo	1	De manera inmediata (MC <1 año)	1	-16	Compatible

ID	Actividad	Factor ambiental	NATURALEZA (NT)	INTESIDAD (IN)	EXTENSION (EX)	MOMENTO (MO)	PERSISTENCIA (PS)	REVERSIBILIDAD (RV)	SINERGIA (SI)	ACUMULACIÓN (AC)	RELACION CAUSA-EFECTO (EF)	PERIORICIDAD (PR)	RECUPERABILIDAD (MC)	Importancia
OP-02	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Ruido y vibraciones	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC <1 año)	Compatible
OP-03	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Abundancia de fauna	Perjudicial (-)	Muy Alta	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	No aplica	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	No Aplica	Moderado
OP-04	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	Perjudicial (-)	Muy Alta	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	No aplica	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	No Aplica	Moderado
OP-05	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Distribución de fauna	Perjudicial (-)	Media	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC <1 año)	Compatible
OP-06	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Servicios básicos	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC <1 año)	Compatible
OP-07	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Empleo y activación económica	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC <1 año)	Compatible
OP-08	Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC <1 año)	Compatible
OP-09	Programa de mantenimiento	Calidad del agua superficial	Perjudicial (-)	Baja	Puntual	Inmediato (MO < 1 años)	Fugaz (PS < 1 año)	Corto plazo (RV < 1 año)	Sin sinergismo	Simple	Indirecto (secundario)	Irregular o aperiódico y discontinuo	De manera inmediata (MC <1 año)	Compatible

El resultado de la identificación de impactos presentada arrojó un total de 53 impactos potenciales (49 negativos y 4 positivos) de los cuales 16 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 28 en la etapa de construcción y 9 para la etapa de operación y mantenimiento.

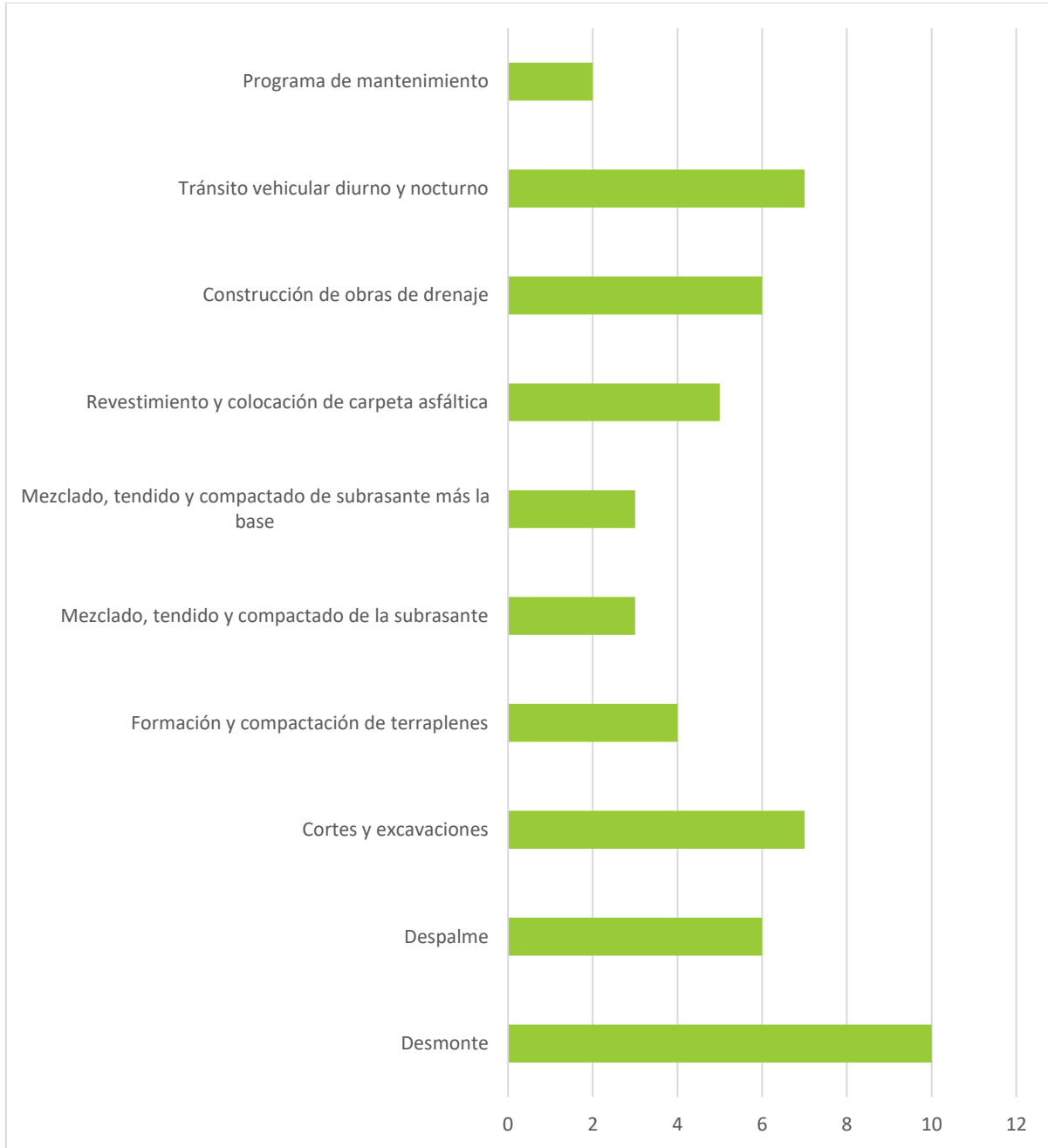


**Figura 1. Impactos ambientales por naturaleza**

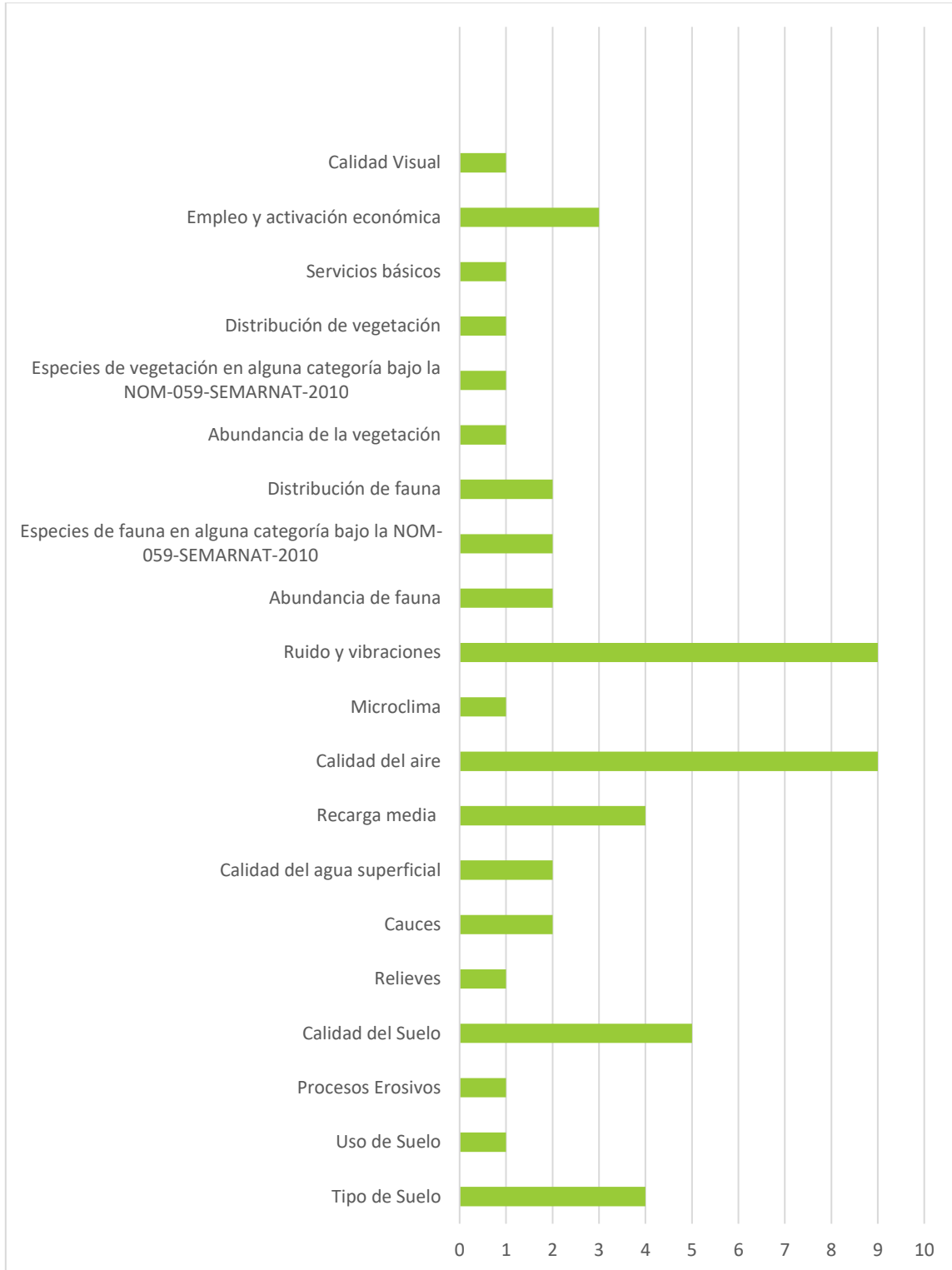


**Figura 2. Impactos ambientales por etapa de proyecto**

De manera general, las actividades que presentan el mayor número de impactos potenciales son: Desmante con 10, cortes y excavaciones con 7 seguido por Tránsito vehicular también con 7. Para el caso de los factores ambientales que presentan el mayor número de interacciones se destacan Calidad del aire y Ruido y vibraciones ambos con 9 impactos, seguidos por calidad del suelo con 5 y tipo de suelo con 4.



**Figura 3. Impactos ambientales por actividad**



**Figura 4. Impactos ambientales por factor ambiental**

Según la relación magnitud/importancia que brinda la matriz de Leopold modificada, se destacan las actividades Desmonte con 42/40, despalme con 30/24, Cortes y excavaciones con 35/30 y Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con 33/27. Para el caso de los factores ambientales, los que presentaron un valor mayor en la relación de magnitud/importancia son Calidad del aire y ruido y vibraciones, ambos con 36/36, seguidos de calidad del suelo con 28/25 y tipo de suelo con 18/18.

Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 41 compatibles y 12 moderados. No se determinaron impactos severos o críticos.

A continuación, se presentan los impactos catalogados como moderados:

**Cuadro 8. Impactos ambientales moderados**

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
PS-04	Desmonte	Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	El retiro de vegetación repercute de manera indirecta en la abundancia de especies de fauna ya que se altera el hábitat provocando el desplazamiento temporal de individuos de los distintos grupos faunísticos. Específicamente para el SAR se registró la presencia del Halcón selvático barrado ( <i>Micrastur ruficollis</i> ) y la Oropéndola de Moctezuma ( <i>Psarocolius montezuma</i> ) que se encuentran sujetas a protección especial (Pr) según la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo que hace altamente posible su presencia en el AP.
PS-06		Abundancia de la vegetación	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales repercute de manera directa en la abundancia de la flora en términos de remoción de individuos de distintas especies en los estratos arbóreo arbustivo, epífitas y herbáceo para la Selva Alta Perennifolia.
PS-07		Especies de flora en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	El retiro de vegetación por el necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales en Selva Alta Perennifolia repercute de manera directa en la abundancia de la flora en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 en términos de remoción de individuos de distintas especies en los estratos arbóreo arbustivo, epífitas y herbáceo. La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el área de proyecto es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (16 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (11 spp), herbáceas (3 spp) y epífitas (3 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Daphnopsis brevifolia</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Chameodora tepejilote</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Chameodora tepejilote</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron dos especies: <i>Peperomia obtusifolia</i> , <i>Monstera acuminata</i> y <i>Syngonium chiapense</i> .



ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
			Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Chamaedora oblongata</i> están en la categoría de A (Amenazada).
PS-11	Despalme	Tipo de Suelo	El retiro de la capa superficial del suelo repercute en la modificación de las características físicas del mismo. En algunas inmediaciones del área de proyecto se tienen zonas habitadas y otras áreas ocupadas por actividades de agricultura y ganadería. Así mismo es de notarse que el camino actual es de terracería y se encuentra en un estado de calidad media.
PS-12		Uso de Suelo	El retiro de la capa superficial del suelo repercute de manera directa en el cambio de uso de suelo ya que en primera instancia se tiene un cambio de un camino tipo E a un camino tipo D que incluye revestimiento y colocación de carpeta asfáltica y por otro lado se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales que perderá su vocación “natural” (de Selva Alta Perennifolia) para incluirse en el uso de suelo con las características del camino tipo D.
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	Los cortes y excavaciones provocan movimiento de tierras lo que modifica aún más las características físicas del suelo.
CO-02		Relieves	Los cortes y excavaciones modifican de manera directa el relieve ya que es necesario realizar movimientos de tierra para estabilizar el relieve para la modernización carretera.
CO-03		Cauces	Para el tema de los cauces, corrientes o escurrimientos, el proyecto cruza con dos, mismos que se verán modificados de manera temporal durante la construcción de obras de drenaje y del camino propuesto tipo D.
CO-08	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	De manera general estas actividades modifican de manera gradual las características físicas del suelo, la infiltración o recarga a los acuíferos, y por la colocación de materiales distintos al suelo natural se considera modificación a la calidad del suelo
CO-19	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Recarga media	Esta actividad presenta parte de los impactos más significativos negativos por el desarrollo del proyecto, en primera instancia la colocación de carpeta asfáltica significa el aislamiento parcial del suelo que se encuentra por debajo de todo el tramo carretero, ya que estará recubierto de revestimiento y carpeta asfáltica. Además de lo anterior el suelo se ve compactado y de manera indirecta se modifica de manera negativa la capacidad de infiltración de agua específicamente en todo el tramo.

ID	ACTIVIDAD	FACTOR AMBIENTAL	JUSTIFICACIÓN DEL VALOR DE IMPORTANCIA
OP-03		Abundancia de fauna	Durante la operación del proyecto se puede presentar el atropellamiento accidental de la fauna incluidas especies bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010.
OP-04	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Especies de fauna en alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010	

### V.3 Caracterización de los impactos.

En este apartado se realiza un análisis de los impactos ambientales resultantes de la evaluación correspondiente por etapa de proyecto y por el componente ambiental afectado.

#### V.3.1 Caracterización de los impactos generados por etapa de proyecto.

##### a) Etapa de Preparación del sitio

En la preparación del sitio para la construcción del proyecto se consideran las obras y acciones necesarias para ejecutar el desmonte y despalme en las zonas que serán sujetas a corrección de trazo o de curvas y aquellas en las que exista presencia de vegetación. Es importante destacar que la mayoría de las obras se realizarán sobre el camino existente y que previo a la ejecución de actividades para esta etapa se debe realizar el rescate y reubicación de flora y fauna según correspondan los Programas a ejecutar. Se deberá tener cuidado especial en las áreas sujetas a CUSTF de la Selva Alta Perennifolia para evitar impactos ambientales más allá de los identificados y en su caso autorizados.

##### b) Construcción

Esta etapa del proyecto se caracteriza por la realización de cortes, excavaciones y terraplén y el revestimiento del camino, lo cual implica movimientos de materiales, vehículos y maquinaria, construcción de obras de drenaje menor, así como la colocación de la carpeta asfáltica. Estas actividades provocarán una modificación sobre las características geomorfológicas y del suelo provocando cambios principalmente en su estructura y la capacidad de infiltración de agua debido a la compactación. Lo anterior considerando la ampliación del camino actual.

Asimismo, se contempla la generación de emisiones de gases producto de la combustión de gasolina, diésel y de otros derivados del petróleo utilizado para calentamiento de la mezcla asfáltica y vapores de sustancias volátiles utilizadas como aditivos. También se considera la generación de residuos tales como residuos de construcción, cartón, alambres, acero, madera, bolsas de plásticos, envases de PET, estopas impregnadas de grasas o pintura entre otros, los cuáles serán colocados en contenedores de residuos (tambos rotulados de acuerdo a la naturaleza del residuo depositado).

### c) Operación y mantenimiento

Durante esta etapa se contempla la generación de residuos por actividades de mantenimiento y por el uso de la vialidad.

El constante tráfico vehicular por la zona provocará una compactación del suelo, así como la cimentación de los elementos que integran al proyecto, provocaran la impermeabilidad de este componente. Es importante mencionar que también se contempla la posible afectación a individuos de fauna por atropellamiento accidental.

Cuando entre en operación el camino tendrá un beneficio significativo para las comunidades cercanas favoreciendo la circulación y seguridad, y permitiendo el acceso a diferentes servicios.

Para el mantenimiento de la obra se contempla la reparación de la carpeta asfáltica con material mejorado y bacheo, limpieza de obras de drenaje, así como reposición de señalamientos.

### **V.3.2 Caracterización de los impactos generados por factor ambiental.**

#### a) Impactos al suelo

El primer impacto al suelo se manifiesta por el desmonte y despalle ya que se requerirá la remoción de la cubierta vegetal y el suelo superficial para comenzar a adecuar los sitios para las actividades de construcción.

Posteriormente la calidad del suelo y sus características físicas se verán modificadas por la colocación de material de revestimiento y compactación del mismo en el tramo del proyecto a modernizar.

#### b) Impactos a la geología y geomorfología

En este respecto, se considera la modificación del relieve actual ya que será necesario realizar movimientos de tierra y adecuaciones al terreno que incluyen excavaciones, corte y terraplén para preparar el sitio para la construcción del proyecto.

#### c) Impactos al agua

En cuanto a las aguas superficiales, su calidad no se verá afectada de manera significativa, ya que no se descargarán aguas contaminadas a algún afluente o al suelo, sin embargo, existe la posibilidad que por algún descuido algún material de construcción pueda caer en los escurrimientos.

#### d) Impactos al aire

En este componente se pueden considerar las variantes de calidad del aire que pueden ser afectadas, al realizarse actividades de movimientos de tierra y materiales, así los impactos adversos para este factor son los generados por las actividades de operación de la maquinaria, equipos de construcción y transporte, tales actividades arrojarán gases como producto de la combustión de la maquinaria y vehículos a utilizar, partículas y polvo por la demolición y limpieza en la preparación del sitio. Por otra parte, durante esta misma etapa, se generarán emisiones sonoras (ruido), que serán de carácter temporal.

#### e) Impactos a la fauna

Para este componente se ha identificado que debido al desmonte y despalme la fauna terrestre cercana al área de proyecto se desplace a sitios aledaños donde no se presente perturbación al entorno, lo que podría modificar la abundancia de fauna en el área de proyecto, aunque es importante mencionar que en el área del proyecto se presenta modificación antropogénica por pastoreo de bovinos y cultivos.

#### **Fauna en SAR**

Para el SAR se contabilizaron un total de 80 individuos, repartidos entre 25 especies, de las cuales 19 pertenecen al grupo de avifauna, 8 al grupo de herpetofauna y 5 al grupo de mastofauna

#### **Avifauna en SAR y AI**

El grupo con mayor riqueza es el de Avifauna, el cual está representado por 19 especies, de las cuales *Micrastur ruficollis* y *Psarocolius Montezuma*, se encuentran en la categoría de especies Sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar que las especies con mayor abundancia son *Cathartes aura* con 13 ejemplares, *Bubulcus ibis* con 7 ejemplares, y *Piranga rubra*, *Basileuterus rufifrons* y *Myiozetetes similis*, con 5 ejemplares de cada especie.

#### **Herpetofauna en SAR y AI**

Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales *Aspidoscelis guttatus* (Ticuiliche mexicano) es la más abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **Mastofauna en SAR y AI**

En el SAR se registraron tres especies de este grupo faunístico (*Sciurus deppei*, *Urocyon cinereoargenteus*, *Canis latrans*), es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### **Fauna en AP**

Para el AP se contabilizaron un total de 70 individuos, repartidos entre 22 especies pertenecientes a los 3 grupos faunísticos estudiados. Para el grupo de avifauna se contabilizaron un total 59 ejemplares distribuidos en 17 especies, para el grupo de

herpetofauna se contabilizaron 7 ejemplares de 3 especies diferentes y finalmente para el grupo de mastofauna se identificaron 4 ejemplares de 2 especies diferentes.

### **Avifauna en AP**

El grupo de Avifauna es el que presenta mayor riqueza, al estar representado por 17 especies, ninguna se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies con mayor abundancia son: *Bubulcus ibis* con 10 ejemplares y *Cathartes aura* con 8 ejemplares.

### **Herpetofauna en AP**

Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales *Sceloporus variabilis* (Lagartija espinosa vientre rosado) es la más abundante con 3 ejemplares. Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.

### **Mastofauna en AP**

En el AP se registraron dos especies de este grupo faunístico (*Sciurus deppei*, y *Canis latrans*), es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

#### f) Impactos a la flora

Los impactos a este componente son puntuales ya que se considera la necesaria remoción de vegetación forestal para adecuar el trazo del proyecto y realizar la construcción del mismo, aunque se determinó que la vegetación a afectar se trata principalmente de maleza siempre se debe tener en cuenta la posible presencia de especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 o de importancia ecológica para el sitio, por lo que se deberán llevar a cabo acciones de rescate y reubicación previo al ingreso de la maquinaria.

El Área del Proyecto (AP) se encuentra situado en una zona donde la vegetación original ha sido modificada por asentamientos humanos y otras actividades como agricultura y ganadería. Sin embargo, en la superficie que ocuparía el eje propuesto y su línea de ceros existe vegetación forestal, particularmente de Selva Alta Perennifolia, de la cual se ha estimado una superficie para CUSTF de 0.3756 ha.

Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AP, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 29 especies distribuidas en 22 familias diferentes, de las cuales Araceae (3 spp) y Arecaceae (3 spp) son las que presentan el mayor número de especies, seguidas de Fabaceae (2 spp.), Meliaceae (2 spp.) y Piperaceae (2 spp). En la figura siguiente se observa la distribución de especies por familia

La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el área de proyecto es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (16 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (11 spp), herbáceas (3 spp) y epífitas (3 spp). En el estrato arbóreo destaca *Daphnopsis brevifolia* como la especie más abundante. Por su parte, *Chameodora tepejilote* es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo *Chameodora tepejilote* es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron dos especies: *Peperomia obtusifolia*, *Monstera acuminata* y *Syngonium chiapense*.

Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que *Calophyllum brasiliense* y *Chamaedora oblongata* están en la categoría de A (Amenazada). Sin embargo, es importante mencionar que, de acuerdo a la bibliografía consultada, estas especies tienen una distribución amplia en el estado y en el país. Asimismo, esta situación se toma en cuenta en el capítulo VI donde estas especies se consideran para su rescate y reubicación.

#### g) Impactos al componente socioeconómico

Para este componente los impactos son de naturaleza benéfica. El escenario de la implementación del proyecto contempla los siguientes objetivos:

- Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar artículos varios
- Proveer de una vía de acceso pavimentada y en buenas condiciones que evite la apertura de brechas en lugares inadecuados o de cubierta vegetal importante
- Detonar el crecimiento socio-económico de la región con la provisión de una vialidad más adecuada para disminuir los tiempos de traslado
- Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.

#### h) Impactos al paisaje

Con base en los resultados del análisis de paisaje, se desprende que la calidad visual del paisaje a nivel local es MEDIA. En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, así como de aquellas con presencia de Selva Alta Perennifolia. El impacto al paisaje derivado de las obras y las operaciones del proyecto puede ser compensado con la restauración y/o compensación de áreas perturbadas o en proceso de recuperación natural.



#### V.4 Impactos residuales.

Con la aplicación de medidas de prevención y mitigación es factible que un impacto que puede alterar el funcionamiento o la estructura de cierto componente o proceso ecosistémico dentro del sistema ambiental regional reduzca su efecto o significancia. Sin embargo, invariablemente, existen impactos cuyos efectos persisten aún con la aplicación de medidas, y que son denominados como residuales. La identificación y valoración de este tipo de impactos ambientales es fundamental, ya que en última instancia representan el efecto inevitable y permanente del proyecto sobre el ambiente, en consecuencia, el resultado de esta sección aporta la definición y el análisis del “costo ambiental” del proyecto, entendiendo por tal la disminución real y permanente en calidad y/o cantidad de los bienes y servicios ambientales en el sistema ambiental regional.

##### ***Cuadro 9. Descripción de los impactos residuales para el proyecto***

**CO-02 (Actividad Cortes y excavaciones sobre Factor Relieve).** De manera general este impacto persistirá posterior a la implementación de medidas debido a la necesidad de realizar cortes en superficies necesarias para adecuar el trazo, modificando así parte del relieve o de los taludes naturales presentes en esas áreas de corte.

El impacto es considerado de naturaleza negativa o perjudicial, con una importancia alta debido a la necesidad de realizar cortes para adecuar curvas en la modernización del proyecto, se contempla con una extensión parcial, la manifestación del impacto es de manera inmediata al realizar las actividades, persistirá de manera permanente, se contempla como un impacto simple, directo que se presentara derivado de la actividad de manera irregular o en una sola ocasión, en cuanto a la recuperación de las características de este factor previas a la modificación deriva del proyecto se contempla que de manera natural tardaría más de 10 años en recuperarse, y si la modificación fuera mitigada se podría compensar en un periodo no mayor a 10 años. Se considera un impacto moderado.

**CO-18 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica con Factor Calidad del suelo).** De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica se presenta como un material ajeno al suelo natural modificando sus características físicas.

El impacto es considerado de naturaleza negativa con una calificación como alta, la magnitud del impacto se considera total y con una extensión extensa considerando que la pavimentación se llevara a cabo en la totalidad del trazo, aunque el camino se encuentra en operación y se trata de una terracería, la calidad del suelo cambiara drásticamente. La manifestación del impacto se presentará de manera inmediata al realizar esta actividad y será permanente, se considera un impacto simple, directo, irregular y para el caso de que el factor pudiera recuperar las características previas a su modificación derivadas del proyecto se considera que de manera natural sería irreversible y si se tratase de actividades de mitigación el periodo podría llegar hasta los 10 años.

**CO-19 (Actividad revestimiento y colocación de carpeta asfáltica sobre Factor Recarga media).** De manera general este impacto persistirá debido a que la carpeta asfáltica puede impedir la permeabilidad del suelo y con ello la recarga media a los mantos acuíferos.

El impacto es de naturaleza perjudicial y con una clasificación de Alto considerando que derivado de la modificación de la calidad del suelo por la colocación de la carpeta asfáltica de manera indirecta se afecta la capacidad de infiltración y por ende la recarga media a los acuíferos, la extensión se considera extensa, tomando en cuenta que esto se realizara en la totalidad del proyecto. Se considera permanente, irreversible, simple y mitigable.

**OP-03 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Abundancia de fauna).**

Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia alta, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar “recuperar” individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.

**OP-04 (Actividad Tránsito vehicular diurno y nocturno sobre Factor Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010).**

Este impacto se considera residual debido a que al tratarse de una infraestructura vial la incidencia de atropellamientos de fauna silvestre (especialmente aquella considerada bajo algún estatus de protección según la NOM-059-SEMARNAT-2010) persistirá mientras exista el Camino de esta forma se estaría afectando en la abundancia en términos de individuos y de accidentes fatales para estos. Este impacto se presentará a lo largo de la vida útil del proyecto, se considera de importancia alta, extensión puntual ya que se trataría de eventos no deseados en ciertos sitios sin tanta presencia de la población y con mayores características de hábitat de la fauna silvestre, la manifestación de este impacto se dará de manera inmediata en la puesta en marcha del proyecto, se considera un impacto indirecto importante con una periodicidad esperada de manera irregular. De manera general se puede mencionar que para este impacto no se puede considerar “recuperar” individuos fatales, por lo que se deberán de tomar todas las medidas necesarias para prevenir estos eventos.

## V.5 Impactos acumulativos

El análisis de los impactos ambientales debe basarse en la determinación de las desviaciones de “línea base o cero”. Para lo anterior, no es suficiente con evaluar los impactos ambientales del proyecto como si éste fuera la única fuente de cambio en el sistema ambiental regional, es importante que el consultor identifique los cambios ocasionados en el ambiente que se están generando o que ocurrieron como resultado de otras actividades humanas en la región, y que pueden tener un efecto aditivo o acumulativo sobre los mismos componentes ambientales con lo que el proyecto interactúa. En este sentido para identificar los impactos acumulativos se tomó en cuenta:

- Los efectos de actividades pasadas y presentes y futuros que han modificado a los ecosistemas de la región.
- Los cambios predecibles sobre el ambiente que podrían razonablemente esperarse del proyecto propuesto, en combinación con las otras actividades humanas en el SAR.
- Evaluación de la suma total de alteraciones similares a aquéllas relacionadas con el proyecto propuesto, independientemente de su origen.

### ***Cuadro 10. Descripción de los impactos acumulativos para el proyecto***

#### **PS-06 (Actividad Desmonte sobre el Factor Abundancia de la vegetación).**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP (eje proyectado) se distribuye la Selva Alta Perennifolia. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La línea de ceros y es variable, en el trazo proyectado existe vegetación forestal, particularmente Selva Alta Perennifolia, de las que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 0.3756 ha.

La remoción de individuos derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales o el retiro de individuos en los márgenes potencializa o aumenta las condiciones de deterioro de la flora, particularmente la disminución de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceas y epifitas en este tipo de vegetación. Sin embargo, se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.

#### **PS-07 (Actividad Desmonte sobre Factor Especies de Flora bajo alguna categoría de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010),**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye Selva Alta Perennifolia. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales. La línea de ceros es variable para el trazo existe vegetación forestal, de las que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales para un total de 0.3756 ha.

La remoción de individuos (particularmente aquellos enlistados en la NOM-059-SEMARNAT-2010) derivado del cambio de uso de suelo en terrenos forestales o el retiro de individuos en los márgenes potencializa o aumenta las condiciones de deterioro de la flora, particularmente la disminución de individuos de los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceas y epifitas para Selva Alta Perennifolia.

Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que *Calophyllum brasiliense* y *Chamaedora oblongata* están en la categoría de A (Amenazada).

Se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.

**PS-08 (Actividad Desmonte sobre Factor Distribución de la vegetación).**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye Selva Alta Perennifolia. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en 0.3756 ha. Se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.

**PS-12 (Actividad Despalme sobre el Factor Uso de suelo).**

Este factor se considera acumulativo con respecto a las condiciones del SAR toda vez que, en el SAR, AI y AP se distribuye Selva Alta Perennifolia. De lo anterior se destaca que será necesario el cambio de uso de suelo en terrenos forestales en 0.3756 ha. Lo anterior incide en la pérdida de uso de suelo de vegetación forestal a nivel del SAR reduciendo superficies naturales o que proveen algunos servicios ambientales y aumentando el uso de suelo sin vegetación aparente, sin embargo, se reitera que en el capítulo VI se presentan las medidas necesarias para atender este factor ambiental, asimismo se incluye un Programa de Rescate y reubicación de flora, así como un Programa de Reforestación.

## V.6 Conclusiones

El presente proyecto consistente en la modernización de un camino de terracería a un camino tipo D pavimentado es un beneficio para las localidades vecinas ya que mejora la infraestructura carretera y brinda mayor seguridad para un tránsito vehicular necesario para el intercambio de bienes y servicios, social y económicamente es un proyecto necesario para mejorar la calidad de vida de los habitantes de las localidades involucradas y para el estado de Veracruz.

En cuanto a los impactos negativos derivados del desarrollo del mismo se tiene que existe presencia de especies catalogadas bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 (para flora *Calophyllum brasiliense* y *Chamaedora oblongata*; para fauna en SAR y potencialmente en AP *Micrastur ruficollis* y *Psarocolius Montezuma*, se encuentran en la categoría de especies Sujeta a protección especial (Pr) y a que se requiere cambio de uso de suelo en terrenos forestales en un total de 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia, la importancia de los impactos ambientales en términos del método de evaluación de impactos empleado en este capítulo son significativos por lo que para el desarrollo ambientalmente viable del proyecto se proponen las medidas encaminadas a controlar, prevenir, mitigar, compensar o restaurar los impactos ambientales entre las que se destacan acciones de rescate y reubicación de flora, rescate y reubicación de fauna, propuesta de pasos de fauna, protección a componentes hídricos, conservación de suelo, reforestación y restauración ambiental (Véase Capítulo VI).



**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# **CAPÍTULO VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.**



---

## CONTENIDO

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL. ....	1
VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental .....	1
VI.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación.....	3
VI.2 Plan de vigilancia ambiental.....	15
VI.3 Programa de Capacitación ambiental .....	16
VI.4 Programa de rescate y reubicación de flora .....	17
VI.4.1 Especies sujetas a rescate, manejo y reubicación.....	17
VI.5 Programa de reforestación.....	18
VI.5.1 Selección de especies y criterios de selección .....	19
VI.5.2 Adquisición de planta.....	20
VI.5.3 Responsables de la Ejecución del Programa.....	20
VI.5.4 Época de plantación .....	20
VI.5.5 Método de plantación .....	20
VI.5.6 Preparación del terreno .....	20
VI.5.7 Revisión de la calidad de planta y su transporte .....	21
VI.5.8 Traslado de la planta .....	21
VI.5.9 Diseño y trazo de la plantación.....	22
VI.5.10 Apertura de cepas .....	22
VI.5.11 Plantación.....	22
VI.5.12 Construcción de terrazas individuales (cajetes) .....	23
VI.5.13 Actividades de mantenimiento .....	23
VI.5.14 Riegos de auxilio .....	24
VI.5.15 Reposición de planta muerta .....	24
VI.5.16 Control de plagas o enfermedades.....	24
VI.5.17 Control de malezas.....	24
VI.6 Programa de rescate y reubicación de fauna .....	24
VI.6.1 Metodología.....	25
VI.6.2 Selección de especies susceptibles de rescate .....	26
VI.6.3 Implementos y herramientas básicas para sujeción de animales silvestres .....	27
VI.7 Programa de manejo de residuos .....	28
VI.7.1 Residuos sanitarios .....	29



VI.8 Programa de conservación de suelo .....	29
VI.9 Programa de control de emisión de partículas y ruido .....	30
VI.9.1 Uso de equipos menos contaminantes .....	30
VI.9.2 Reducción de la emisión de partículas .....	30
VI.9.3 Control de emisiones de polvo.....	31
VI.9.4 Medidas de reducción de ruido.....	32
VI.10 Indicadores ambientales .....	32

### **CUADROS**

Cuadro 1. Impactos identificados para el proyecto.....	1
Cuadro 2. Medidas de mitigación para el proyecto. ....	4
Cuadro 3. Especies seleccionadas para rescate y conservación .....	18
Cuadro 4. Especies potenciales para reforestación. ....	19
Cuadro 5. Listado de especies de fauna susceptibles de rescate .....	26
Cuadro 6. Listado de Indicadores ambientales .....	33

## VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

### VI.1 Descripción de la medida o programa de medidas de la mitigación o correctivas por componente ambiental

De acuerdo con lo establecido en la Guía para la presentación de la Manifestación de Impacto Ambiental Modalidad Regional, la presente sección se construye mediante la identificación de las medidas de mitigación o correctivas de los impactos ambientales, bajo la premisa de que siempre es mejor no producirlos que establecer medidas correctivas.

Para este capítulo es importante reiterar que el resultado de la identificación de impactos presentada arrojó un total de 53 impactos potenciales (49 negativos y 4 positivos) de los cuales 16 se presentan en la etapa de preparación del sitio, 28 en la etapa de construcción y 9 para la etapa de operación y mantenimiento. Según el método Conesa, del total de impactos identificados se determinaron 41 compatibles y 12 moderados. No se determinaron impactos severos o críticos. (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Impactos identificados para el proyecto.**

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia	
PS-01	Desmonte	Calidad del aire	-16	Compatible
PS-02		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
PS-03		Abundancia de fauna	-16	Compatible
PS-04		Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-27	Moderado
PS-05		Distribución de fauna	-21	Compatible
PS-06		Abundancia de la vegetación	-33	Moderado
PS-07		Especies de flora en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-33	Moderado
PS-08		Distribución de vegetación	-21	Compatible
PS-09		Empleo y activación económica	20	Compatible
PS-10		Calidad Visual	-21	Compatible
PS-11	Despalme	Tipo de Suelo	-27	Moderado
PS-12		Uso de Suelo	-33	Moderado
PS-13		Procesos Erosivos	-16	Compatible
PS-14		Recarga media	-16	Compatible
PS-15		Calidad del aire	-16	Compatible
PS-16		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
CO-01	Cortes y excavaciones	Tipo de Suelo	-39	Moderado
CO-02		Relieves	-39	Moderado

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia	
CO-03		Cauces	-26	Moderado
CO-04		Calidad del agua	-20	Compatible
CO-05		Calidad del aire	-16	Compatible
CO-06		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
CO-07		Empleo y activación económica	20	Compatible
CO-08	Formación y compactación de terraplenes	Tipo de Suelo	-27	Moderado
CO-09		Recarga media	-16	Compatible
CO-10		Calidad del aire	-16	Compatible
CO-11		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
CO-12	Mezclado, tendido y compactado de la subrasante	Calidad del Suelo	-16	Compatible
CO-13		Calidad del aire	-16	Compatible
CO-14		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
CO-15	Mezclado, tendido y compactado de subrasante más la base	Calidad del Suelo	-16	Compatible
CO-16		Calidad del aire	-16	Compatible
CO-17		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
CO-18	Revestimiento y colocación de carpeta asfáltica	Calidad del Suelo	-16	Compatible
CO-19		Recarga media	-39	Moderado
CO-20		Calidad del aire	-16	Compatible
CO-21		Microclima	-16	Compatible
CO-22		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
CO-23	Construcción de obras de drenaje	Tipo de Suelo	-16	Compatible
CO-24		Calidad del Suelo	-16	Compatible
CO-25		Cauces	-20	Compatible
CO-26		Recarga media	-16	Compatible
CO-27		Calidad del aire	-16	Compatible
CO-28		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
OP-01	Tránsito vehicular diurno y nocturno	Calidad del aire	-16	Compatible
OP-02		Ruido y vibraciones	-16	Compatible
OP-03		Abundancia de fauna	-35	Moderado
OP-04		Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	-35	Moderado
OP-05		Distribución de fauna	-19	Compatible

ID	Actividad	Factor ambiental	Importancia	
OP-06		Servicios básicos	-16	Compatible
OP-07		Empleo y activación económica	-16	Compatible
OP-08	Programa de mantenimiento	Calidad del Suelo	-16	Compatible
OP-09		Calidad del agua superficial	-16	Compatible

### VI.1.1 Clasificación de las medidas de mitigación

La posible generación de los impactos ambientales mencionados crea la necesidad de definir aquellas medidas que permitan la prevención, mitigación o compensación de los mismos. Las medidas agrupadas dentro del concepto de “mitigación” buscan moderar, aplacar o disminuir el efecto negativo de las obras realizadas por la construcción de proyectos. Estas medidas pueden ser agrupadas de acuerdo a los siguientes términos:

- **Prevención.** Aquellas obras o acciones tendientes a evitar que el impacto se manifieste.
- **Mitigación.** Aquellas obras o acciones propuestas para lograr que el factor ambiental bajo análisis se mantenga en una condición similar a la existente antes de la ejecución del proyecto, procurando que sea afectado lo menos posible por la incidencia del mismo.
- **Restauración.** Acciones o medidas que buscan recuperar, en la medida de lo posible, las condiciones ambientales anteriores a la perturbación, remediando los cambios al ambiente, por lo que su aplicación es posterior a la aparición de los efectos del impacto ambiental.
- **Compensación.** Acciones o medidas que compensen el impacto ocasionado cuando no existen alternativas para su prevención, mitigación o restauración. Estas medidas deberán ser proporcionales al impacto ocasionado.
- **Control.** Su propósito es asegurar el cumplimiento de acciones correctivas sobre ciertos factores ambientales y/o acciones del proyecto.

La importancia de las medidas de mitigación está dada por diferentes aspectos. Las medidas preventivas adquieren gran relevancia porque su correcta ejecución evitará que ocurran ciertos impactos. En este sentido, las medidas de prevención son prioritarias, no obstante, las medidas de mitigación son de gran importancia para tratar de minimizar los impactos producidos por las acciones que propicien los impactos más significativos.

Para el proyecto se contemplan las siguientes medidas (Cabe señalar que para demostrar el cumplimiento de las medidas de mitigación será necesario contar con bitácoras y evidencia fotográfica):

**Cuadro 2. Medidas de mitigación para el proyecto.**

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Construcción de obras de drenaje	Construcción de obras de drenaje conforme al diseño del proyecto cuales favorecerán el libre paso de los flujos hidrológicos principalmente los generados en época de lluvias.	Durante la etapa de construcción, aunque el efecto preventivo se reconocerá durante la operación del proyecto	Construcción de obras de drenaje conforme al diseño del proyecto mismas que deberán estar sujetas a mantenimiento conforme la empresa contratista considere.	Disminuir la contaminación de escurrimientos y minimizar el impacto al componente hidrológico para establecer el proyecto de manera sustentable conforme a las características del AP
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Se evitará la localización de cualquier instalación a menos de 100 m de distancia de cualquier escurrimiento perenne	Se evitará la localización de cualquier instalación a menos de 100 m de distancia de cualquier escurrimiento perenne. Estableciendo un distanciamiento o una barrera física de protección entre el área de trabajo y el cauce de agua, a fin de evitar cualquier afectación o contaminación	Durante la etapa de construcción y con especial énfasis en las actividades realizadas cerca de cualquier escurrimiento perenne	Delimitar por lo menos con un señalamiento la distancia mínima para instalar temporalmente cualquier disposición de residuos o material de construcción a no menos de 100 m de cualquier escurrimiento perenne	Disminuir la contaminación de cualquier escurrimiento perenne
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Se vigilará que no existan vertimientos de aguas residuales y desechos de obra en las corrientes	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca a cualquier escurrimiento o cuerpo de	Durante la etapa de construcción y con especial énfasis en las actividades realizadas cerca de cualquier escurrimiento perenne	Realizar acciones de supervisión en cuanto al manejo, disposición, transporte y ubicación temporal de residuos o material de construcción cerca a cualquier escurrimiento	Disminuir la contaminación de cualquier escurrimiento perenne



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
			intermitentes del lugar.	agua permanente o temporal		o cuerpo de agua permanente o temporal	
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Vigilar el comportamiento de los escurrimientos de agua. Recuperación de forma manual de los materiales que pudiera contener los escurrimientos.	Se deberá realizar un monitoreo del adecuado manejo de residuos y disposición, transporte y ubicación temporal de material de construcción cerca a cualquier escurrimiento o cuerpo de agua permanente o temporal. En caso de que previo a las actividades de preparación del sitio y construcción se encuentre evidencia de residuos o posibles contaminantes ajenos a las actividades del proyecto se deberán almacenar y manejar dichos residuos para evitar la contaminación de cualquier escurrimiento perenne. Recuperar de forma manual de cualquier material caído accidentalmente en los escurrimientos.	Durante la preparación del sitio y construcción	Realizar acciones de recolección y manejo de residuos o materiales ajenos al proyecto previo a la preparación del sitio y construcción en los escurrimientos.	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de evitar arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Programación de las actividades de preparación del sitio y construcción evitando la temporada de lluvia, con el fin de minimizar el arrastre de material a cuerpos de agua o escurrimientos cercanos	Previo a la realización de actividades de preparación del sitio y construcción, principalmente para la construcción de obras de drenaje o actividades cerca de los escurrimientos.	Planeación de actividades evitando la temporada de lluvias	Disminuir la contaminación de los escurrimientos previo a la realización de actividades



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Prohibición de derrame de residuos en los escurrimientos	Quedará estrictamente prohibido arrojar, verter o derramar residuos peligrosos y/o de manejo especial sobre los escurrimientos que se localizan en la zona del proyecto, estos tipos de residuos deberán ser depositados en sus contenedores correspondientes para posteriormente hacer su adecuada disposición final.	Durante la preparación del sitio y construcción	Adecuado manejo de residuos	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la ejecución de actividades
<b>Agua</b>	Modificación a los escurrimientos cercanos o inmediatos al proyecto	Preventiva	Monitoreo periódico de los escurrimientos con los que cruza el proyecto y actividades de mantenimiento de obras de drenaje	Una vez que el camino este totalmente en operación se deberán monitorear constantemente los escurrimientos por los que cruza el proyecto, principalmente el escurrimiento perenne para verificar que las escorrentías no se encuentren azolvadas y en caso de que alguna obra de drenaje requiera mantenimiento o reparación se actúe de inmediato.	Operación y mantenimiento	Monitoreo de las características de los escurrimientos y mantenimiento de obras de drenaje	Disminuir la contaminación de los escurrimientos durante la operación del proyecto
<b>Agua</b>	Modificación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de carpeta asfáltica	Compensación	Actividades de Reforestación	La compactación de las superficies que ocupará el camino reducirá la infiltración de agua hacia los mantos acuíferos de la superficie que ocupará el camino, por ello y para evitar la pérdida de superficie de captación se llevarán a cabo Acciones de Reforestación acorde al tipo de vegetación existente que	Se Puede realizar desde la etapa de construcción	Ejecución de un Programa de Reforestación	Compensar la afectación a la recarga media por la compactación del suelo y colocación de la carpeta asfáltica

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
				potencializarán la regeneración de nuevas zonas forestales y por ende la infiltración al suelo.			
<b>Agua</b>	Erosión hídrica por eliminación de la cubierta vegetal.	Control y Prevención	Construcción de terrazas individuales	Desviar escorrentía antes de adquirir velocidad que provoque erosión, se deberán construir terrazas o bermas.	Se Puede realizar desde la etapa de construcción	Ejecución de un Programa de Conservación de Suelo	Controlar y prevenir la erosión hídrica provocada por la eliminación de la cubierta vegetal
<b>Agua</b>	Modificación a la calidad del suelo y a la calidad del agua subterránea	Preventiva	Uso de sanitarios portátiles	Instalar y dar mantenimiento a sanitarios portátiles	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Dar mantenimiento oportuno a los sanitarios portátiles (responsabilidad de la empresa contratista)	Disminuir la contaminación al suelo y al agua subterránea
<b>Agua</b>	Modificación a la calidad del agua superficial de escurrimientos.	Preventiva	Buenas prácticas de transporte y almacenamiento de material	Colocar carpas en los vehículos de carga de material para evitar dispersión de polvos así como sobre el material de construcción cercano a escurrimientos para evitar su dispersión.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire
<b>Agua</b>	Modificación en la dirección del patrón normal de escorrentía	Preventiva	Construir las obras de drenaje evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escorrentía	Se deberá de construir las obras de drenaje conforme al diseño del proyecto pero evitando modificar de manera significativa el patrón normal de escorrentía	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de la construcción de obras de drenaje que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Agua</b>	Modificación en la calidad del agua superficial	Preventiva	Acciones preventivas y de control para evitar contaminación en escurrimientos	Se deberá realizar un adecuado manejo y almacenamiento de residuos así como materiales de construcción con la finalidad de evitar la contaminación de los escurrimientos	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión del manejo y almacenamiento de residuos y material de construcción que deberá tomar evidencia de las buenas prácticas de construcción (bitácoras, fotografías y/o video)	Disminución en la contaminación de los escurrimientos
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-041-SEMARNAR- 2015	Disminuir la contaminación atmosférica
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire por emisión de ruido	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-080-SEMARNAR-1994	Disminuir la contaminación atmosférica
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen gasolina como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen gasolina como combustible	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen gasolina como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-041-SEMARNAR-2015	Disminuir la contaminación atmosférica



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen diésel como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen diésel como combustible	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen diésel como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-045-SEMARNAR-2006	Disminuir la contaminación atmosférica
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire por la emisión de gases de combustión	Preventiva	Mantenimiento preventivo de equipo. Maquinaria y vehículos que usen Gas L.P. como combustible	Revisar y dar mantenimiento preventivo a todos los vehículos y maquinarias que usen Gas L.P. como combustible	En las fechas establecidas en un programa de mantenimiento para vehículos y maquinaria que usen Gas L.P. como combustible.	Los vehículos automotores deben apegarse a los establecido en la NOM-050-SEMARNAR-1993	Disminuir la contaminación atmosférica
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire por emisión de partículas y polvos	Correctiva	Riego en zonas de obra con agua tratada	Evitar o disminuir el levantamiento de polvos fugitivos y material particulado	Durante las etapas de preparación del sitio y construcción	Regar con agua tratada si y solo si es necesario para evitar el levantamiento y dispersión de polvos.	Disminuir la contaminación atmosférica
<b>Aire</b>	Modificación a la calidad del aire por emisión de partículas y polvos	Preventiva	Buenas prácticas de transporte y almacenamiento de material	Colocar carpas en los vehículos de carga de material para evitar dispersión de polvos así como sobre el material de construcción cercano a escurrimientos para evitar su dispersión.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable de la supervisión de las buenas prácticas de transporte de material	Disminución en la contaminación del aire



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Fauna</b>	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Fauna	Preventiva	Rescate y reubicación de Fauna (incluyendo especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o especies de importancia ecológica en el sitio del proyecto)	Realización del rescate y reubicación de individuos faunísticos principalmente de aquellos de lento desplazamiento. Asimismo se contempla el ahuyentamiento de posibles ejemplares de reptiles, aves y mamíferos que se alejaran del sitio principalmente por la presencia del personal.	Previa a la preparación del sitio	Designar a un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de fauna	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
<b>Fauna</b>	Modificación a la abundancia de fauna	Preventiva	Prohibición de aprovechamiento o extracción de fauna	Prohibición del aprovechamiento o extracción de ejemplares de fauna en el sitio del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de la ocurrencia de eventos no deseados relacionados con la fauna en el sitio del proyecto	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
<b>Fauna</b>	Modificación en la abundancia de individuos de fauna	Preventiva	Integrar en las obras de drenaje cruces de fauna	Integrar en las obras de drenaje cruces de fauna	Construcción y operación	Integrar en las obras de drenaje cruces de fauna	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Flora</b>	Modificación en la abundancia y distribución de especies de Flora	Preventiva	Rescate y reubicación de Flora (incluyendo especies bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 y/o especies de importancia ecológica en el sitio del proyecto)	Realizar el rescate y reubicación de individuos florísticos que se encuentren catalogados bajo algún estatus de riesgo según la NOM-059-SEMARNAT-2010 o que se consideren de importancia ecológica en el sitio pudiendo extraer el individuo completo o partes de estos, que se encuentren en condiciones para ser reubicados en otro sitio.	Previo a la preparación del sitio	Designar un responsable que supervise la ejecución del rescate y reubicación de flora	100% del rescate de los individuos que se planteen en el Programa de Rescate y Reubicación de Flora para este proyecto
<b>Flora</b>	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Prohibición de aprovechamiento o extracción de flora	Prohibición del aprovechamiento o extracción de ejemplares de flora en el sitio del proyecto	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de la ocurrencia de eventos no deseados relacionados con la flora en el sitio del proyecto	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.
<b>Flora</b>	Modificación a la abundancia de flora	Remediación	Inducir vegetación nativa en las zonas aledañas a los desmontes y despalmes mediante actividades de reforestación.	Promover el desarrollo de vegetación nativa en las zonas aledañas al proyecto preferentemente dentro del derecho de vía mediante actividades de reforestación	Construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de las actividades de reforestación	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades. Debe tenerse en cuenta un índice de supervivencia estimado para los individuos a reforestar con ese dato se verificará la eficacia de la medida.





Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Flora</b>	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Eliminar la vegetación de forma manual, mediante el uso de motosierra y con un derribo direccional, siempre dirigido hacia el interior del derecho de vía, nunca utilizar maquinaria o sustancias químicas.	Minimizar la afectación a la flora y eliminar la vegetación únicamente las áreas autorizadas. Promover el reuso del material vegetal resultante.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de buenas prácticas en el desmonte y despalme	Disminución en la afectación a las superficies con vegetación fuera de las áreas autorizadas
<b>Flora</b>	Modificación a la abundancia de flora	Preventiva	Realizar el troceo de árboles y arbustos en el lugar de caída; posteriormente retirar y triturar la vegetación para mezclarla con el material edáfico derivado del despalme e incorporar esta mezcla en zona de interés, como áreas verdes, sitios degradados o áreas de rehabilitación o mejoramiento ambiental.	Minimizar la afectación a la flora y eliminar la vegetación únicamente las áreas autorizadas. Promover el reuso del material vegetal resultante.	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de buenas prácticas en el desmonte y despalme	Disminución en la afectación a las superficies con vegetación fuera de las áreas autorizadas



Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Seguridad</b>	Modificación al suelo, agua, flora y fauna	Preventiva	Concientización ambiental al personal	Realización de talleres de concientización ambiental al personal involucrado en las actividades de preparación del sitio y construcción	Preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable o grupo de responsables que supervise la ejecución de los procedimientos operativos durante la preparación del sitio y la construcción	Disminución en la ocurrencia de contaminación al suelo y agua y disminución en la ocurrencia de eventos no deseados con flora y fauna
<b>Seguridad</b>	Ocurrencia de eventos no deseados (accidentes laborales)	Preventiva	Buenas prácticas de preparación del sitio y construcción	Realizar las actividades correspondientes únicamente en el horario y lugar previamente asignado	Etapas de preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable para dar seguimiento y supervisión al cumplimiento de los distintos manuales.	100% con el apoyo de los trabajadores y el supervisor de actividades, en apego a los horarios de trabajo previamente establecidos.
<b>Seguridad</b>	Ocurrencia de eventos no deseados (accidentes laborales)	Preventiva	Colocación de señalamientos	Colocación de señalamientos en el área de proyecto (incluye señalamientos viales, de seguridad y operativos)	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión de la colocación de señalamientos adecuados a las áreas o actividades que se estén realizando o se realizarán	Disminución en la ocurrencia de accidentes laborales
<b>Suelo</b>	Modificación a la estructura del suelo, su calidad y al relieve	Preventiva	Contar con un manual de uso de equipos y maquinaria para la ejecución de las actividades de preparación del sitio y construcción	Se deberá contar con un manual de uso para cada equipo y maquinaria a emplear para las distintas actividades	Etapas de preparación del sitio y construcción	Designar a un responsable para dar seguimiento y supervisión al cumplimiento de los distintos manuales.	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.

Componente ambiental	Impacto	Naturaleza	Medida propuesta	Descripción	Etapas de implementación	Acción	Eficacia
<b>Suelo</b>	Generación de residuos de manejo especial (residuos de la construcción o de excavaciones)	Preventiva	Adecuar un área exclusiva para el depósito temporal de residuos resultantes de las excavaciones o aquellos residuos de la construcción.	Asignar un área exclusiva de almacenamiento temporal de material resultante de excavaciones que puede tratarse de suelo o de residuos de la construcción	Al iniciar las actividades y hasta completar la construcción	Designar un responsable que gestione con una empresa contratista acreditada el adecuado manejo de residuos de manejo especial	100% con el adecuado almacenamiento temporal tomando en cuenta la participación de los trabajadores.
<b>Suelo</b>	Modificación al suelo	Preventiva	Manejo, almacenamiento y disposición de residuos de acuerdo a su naturaleza	Colocar recipientes en sitios accesibles, rotulados y con tapa para disposición de residuos sólidos urbanos, residuos de manejo especial y residuos peligrosos	Preparación del sitio, construcción y operación	Designar a un responsable de la supervisión del manejo de los residuos de acuerdo a su naturaleza	100% con el apoyo de los trabajadores capacitados y el supervisor de actividades.

## VI.2 Plan de vigilancia ambiental

Los impactos ambientales que potencialmente pueden presentarse por la ejecución del proyecto fueron analizados y considerando la clasificación de las medidas previamente mencionadas se establece un Plan de Vigilancia Ambiental (PVA) con los siguientes objetivos:

- Ejecutar las actividades y obras del proyecto en un marco de conservación y uso sostenible de los ecosistemas, los bienes y servicios ambientales involucrados con la finalidad de que el proyecto se caracterice por ser una estrategia de desarrollo ambientalmente viable y responsable.
- Contar con un instrumento práctico e integral como base para llevar a cabo el desarrollo del proyecto con la adecuada ejecución de medidas de mitigación de los impactos ambientales esperados, con la finalidad de prevenir, controlar, disminuir, mitigar y/o compensar las modificaciones al ambiente derivadas del desarrollo del proyecto.
- Integrar en este instrumento mecanismos específicos y acciones programadas que permitan dar atención y estricto cumplimiento a los procedimientos, términos y condicionantes ambientales que la SEMARNAT u otras dependencias impongan en caso de que el presente proyecto sea autorizado.

El PVA se conforma por los siguientes programas mismos que se detallan a continuación:

- Programa de Capacitación ambiental
- Programa de Rescate y reubicación de Flora
- Programa de Reforestación
- Programa de Rescate y reubicación de Fauna
- Programa de Manejo de residuos
- Programa de Conservación de suelo
- Programa de Control de emisión de partículas y ruido

Asimismo, se consideran el siguiente Plan y Propuestas:

- Propuesta de Protección a Cuerpos de Agua
- Propuesta de Pasos de Fauna

### **VI.3 Programa de Capacitación ambiental**

Con estas acciones se pretende concientizar a los trabajadores acerca de la importancia de mantener en buen estado las condiciones ambientales, promoviendo el desarrollo del proyecto sin afectar el medio ambiente para volverlo socialmente aceptable y ecológicamente viable. Por esta razón la empresa constructora deberá realizar campañas de capacitación y concientización ambiental, para los trabajadores antes de iniciar la obra.

Estas acciones generaran buenas prácticas ambientales en lo referente a manejo de residuos y uso de sanitarios, así como dar conocimiento de la presencia de especies animales y vegetales de importancia regional (mediante folletos informativos).

Los mecanismos para la comunicación de los procedimientos y la concientización sobre el medio ambiente se realizarán de acuerdo a lo siguiente:

- 1) Lograr acuerdos con el encargado, residente de obra, supervisor o responsable de la construcción del proyecto y prestadores de servicio, para organizar sesiones de capacitación sobre los procedimientos a utilizar durante el desarrollo del proyecto.
- 2) Asignar responsabilidades en diferentes niveles, para la realización de las medidas de prevención y conservación ambiental (particularmente en la conservación y rescate de flora y fauna silvestre y del suelo orgánico)
- 3) Considerando la moderada rotación del personal en este tipo de obras, es necesaria, por lo menos, una campaña de concientización ambiental cada tres meses durante el tiempo que dure la obra, incluyendo al personal nuevo al inicio de cada etapa, como herrero, carpinteros, soldadores, etc. Con enfoque en la actividad que desarrollan dentro de la obra.
- 4) Considerar un lugar y las fechas para llevar a cabo las pláticas de concientización sobre la protección de flora, fauna, suelo y agua, así como el manejo de residuos generados por los trabajadores involucrados en la etapa de construcción del proyecto.
- 5) Determinar el número de sesiones de capacitación para presentar los diferentes procedimientos de acuerdo al nivel de conocimiento de los involucrados.
- 6) Definir los medios de comunicación precisos para una mejor comprensión de cada programa por parte de los involucrados.
- 7) Distribuir material impreso (folletos, trípticos, carteles, catálogo ilustrado de las especies en la NOM-059-SEMARNAT-2010, etc.) sobre la importancia del cuidado del medio ambiente entre el personal que participe en la ejecución de las distintas etapas del proyecto, así como a la gente de las comunidades o poblados aledaños al proyecto.
- 8) Establecer los controles posibles sobre las actividades que se realizarán para la comunicación de los planes (listas de asistencia, notificación, conocimiento de los procedimientos, etc.)
- 9) Iniciada la etapa de la construcción del proyecto se designará el personal que será capacitado y se darán a conocer los programas y procedimientos necesarios de acuerdo al nivel jerárquico de su estructura administrativa.

- 10) Se recomienda la contratación de un especialista en flora y fauna (sobre todo durante las etapas iniciales de la modernización), con la finalidad de dirigir y ejecutar las medidas propuestas, llevar a cabo una mejor aplicación y obtener buenos resultados.
- 11) Negociar y establecer los controles sobre las amonestaciones por el NO cumplimiento de una actividad entre los trabajadores en las diferentes etapas del proyecto.
- 12) Se deberán registrar todas las actividades de rescate, conservación y buenas prácticas ambientales en una bitácora y tomar evidencias fotográficas, con la finalidad de comprobar el cumplimiento ambiental que haya establecido la autoridad competente.

#### **VI.4 Programa de rescate y reubicación de flora**

Antes de iniciar la obra se propone el rescate de las especies de flora silvestre que se llegaran a encontrar durante el inicio de las actividades de construcción. Las especies consideradas como susceptibles a rescate, que se localicen dentro de la línea de ceros, deberán rescatarse y reubicarse a otros sitios fuera de las áreas de trabajo a no más de 100 m. del sitio de rescate bajo condiciones ambientales similares para facilitar su desarrollo, para que no sean afectadas por las diferentes obras y/o actividades pretendidas. Se resalta que los rescates deberán realizarse posterior a un recorrido previo de la zona para identificación de la existencia de especies que pudieran ser candidatas a rescate. En algunos casos si existieran algunos ejemplares al alcance se extraerán, para facilitar las actividades, ya que escalar puede ser muy peligroso para los trabajadores; sin embargo, todo esto mediante la asesoría y capacitación de personal especializado en estas actividades. Será importante conocer la ecología de cada especie para valorar la factibilidad de manejo de los ejemplares considerados.

##### **VI.4.1 Especies sujetas a rescate, manejo y reubicación**

Las especies consideradas dentro de estas acciones susceptibles a rescate, manejo y reubicación serán elegidas debido a la importancia y función ecológica que cumplen y ejercen dentro del ecosistema en la zona del proyecto o SAR tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Considerada bajo alguna categoría de protección en la NOM-059-SEMARNAT-2010
- Especies de lento crecimiento y/o de distribución restringida.
- Endémicas.
- De difícil regeneración
- Aquellas que representen un valor ecológico/cultural.

Es importante mencionar que es imposible y poco factible rescatar en su totalidad los ejemplares que serán afectados por las actividades propias del proyecto, de tal manera que el rescate deberá de centrarse en aquellos ejemplares que reúnan los elementos necesarios para su protección (importancia ecológica, tamaño, tipo de hábito de



crecimiento). Por tal motivo en el siguiente cuadro se muestran las especies que se contemplan susceptibles de ser atendidas por el programa de rescate y reubicación de la flora silvestre.

**Cuadro 3. Especies potenciales a emplear en para rescate y conservación**

ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia
<b>ESTRATO ARBOREO</b>	
<i>Cnidocolus multilobus</i>	3.0048
<i>Virola guatemalensis</i>	9.39
<i>Dussia mexicana</i>	9.39
<i>Calophyllum brasiliense</i>	6.0096
<i>Bursera simaruba</i>	6.0096
<i>Trichilia hirta</i>	3.0048
<i>Ampelocera hottlei</i>	6.0096
<i>Piper amalago</i>	3.0048
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	18.78
<i>Ilex costaricensis</i>	24.7896
<i>Genipa americana</i>	52.9596
<i>Miconia argentea</i>	28.17
<i>Trophis mexicana</i>	21.7848
<i>Dialium guianense</i>	49.9548
<i>Guarea glabra</i>	81.1296
<i>Daphnopsis brevifolia</i>	103.29
<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	
<i>Alpinia purpurata</i>	12.3948

ESPECIE	Individuos a remover en 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia
<i>Chamaedorea oblongata</i>	6.0096
<i>Picramnia antidesma</i>	37.56
<i>Pteris altissima</i>	87.5148
<i>Heliconia schiedeana</i>	24.7896
<i>Blechnum occidentale</i>	143.8548
<i>Anthurium schelechtendalii</i>	93.9
<i>Ctenitis excelsa</i>	62.3496
<i>Dialium guianense</i>	125.0748
<i>Costus scaber</i>	231.3696
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	262.92
<b>ESTRATO HERBACEO</b>	
<i>Syngonium chiapense</i>	3756
<i>Monstera acuminata</i>	1878
<i>Chamaedorea tepejilote</i>	11268
<b>ESTRATO EPIFITAS</b>	
<i>Peperomia obtusifolia</i>	24.7896
<i>Syngonium chiapense</i>	244.14
<i>Monstera acuminata</i>	206.58

### VI.5 Programa de reforestación

De acuerdo a la naturaleza del proyecto se requiere del desmonte y despalme en sitios específicos que presentan vegetación, en este respecto se pretende implementar un programa de reforestación con la finalidad de mitigar y compensar el impacto causado a la vegetación. Se contempla un programa de reforestación que se ubicara en áreas aledañas al de proyecto dentro del derecho de vía.

### VI.5.1 Selección de especies y criterios de selección

Algunos criterios que se deben tomar en cuenta al momento de seleccionar las especies para cualquier programa de vegetación, reforestación o plantación, son:

- Especies representativas de la región con énfasis en las especies nativas, bajo la premisa de que estas especies poseen los fenotipos y genotipos más aptos para sobrevivir bajo estas condiciones ambientales.
- Especies que sean capaces de propagarse vegetativamente, considerando que, bajo estas condiciones, esta cualidad proporciona una importante ventaja con respecto a la reproducción sexual.
- Especies que además de cumplir con los efectos restauradores que les caracteriza, sean capaces de proveer adicionalmente productos o servicios (especies de usos múltiples) de importancia para la región.
- Especies que funjan como especies sombrilla y permitan el desarrollo de una adecuada sucesión ecológica.
- Especies de importancia ecológica para los ecosistemas con base en los índices de diversidad, de tal manera que se conserve la estructura y composición florística, con el propósito de caracterizar a los ecosistemas nativos.

Considerando la lista de especies registradas en áreas aledañas a la zona del proyecto y los criterios de selección antes expuestos, se realizó una revisión bibliográfica intensiva que arrojó el siguiente resultado con especies de alto potencial para reforestación.

**Cuadro 4. Especies potenciales para reforestación.**

ESPECIE	ESPECIE	ESPECIE
<b>ESTRATO ARBOREO</b>	<i>Trophis mexicana</i>	<i>Dialium guianense</i>
<i>Cnidocolus multilobus</i>	<i>Dialium guianense</i>	<i>Costus scaber</i>
<i>Viola guatemalensis</i>	<i>Guarea glabra</i>	<i>Chamaedorea tepejilote</i>
<i>Dussia mexicana</i>	<i>Daphnopsis brevifolia</i>	<b>ESTRATO HERBACEO</b>
<i>Calophyllum brasiliense</i>	<b>ESTRATO ARBUSTIVO</b>	<i>Syngonium chiapense</i>
<i>Bursera simaruba</i>	<i>Alpinia purpurata</i>	<i>Monstera acuminata</i>
<i>Trichilia hirta</i>	<i>Chamaedorea oblongata</i>	<i>Chamaedorea tepejilote</i>
<i>Ampelocera hottlei</i>	<i>Picramnia antidesma</i>	<b>ESTRATO EPIFITAS</b>
<i>Piper amalago</i>	<i>Pteris altissima</i>	<i>Peperomia obtusifolia</i>
<i>Astrocaryum mexicanum</i>	<i>Heliconia schiedeana</i>	<i>Syngonium chiapense</i>
<i>Ilex costaricensis</i>	<i>Blechnum occidentale</i>	<i>Monstera acuminata</i>
<i>Genipa americana</i>	<i>Anthurium schelechtendalii</i>	
<i>Miconia argentea</i>	<i>Ctenitis excelsa</i>	

### **VI.5.2 Adquisición de planta**

Para la adquisición de la planta serán adquiridos en los viveros locales, cercanos al área donde se ubica el proyecto, y en caso dado de que no se encuentren las especies enlistadas el proveedor las deberá producir en un vivero temporal.

### **VI.5.3 Responsables de la Ejecución del Programa**

Para la realización del Programa es necesario contar con equipo básico conformado por 10 personas que se encargarán de realizar las acciones de mejoramiento de la cobertura, actividades que incluyen desde la preparación del terreno hasta el apisonamiento, así como las actividades de seguimiento, control y vigilancia de los trabajos.

### **VI.5.4 Época de plantación**

Considerando el periodo de lluvias en la zona del proyecto, la plantación se realizará en la siguiente temporada:

Junio – Octubre: esta época suele ser adecuada para el establecimiento de las hojosas pues resultan ser especies que necesariamente demandan cierta cantidad de agua para lograr su establecimiento en campo.

### **VI.5.5 Método de plantación**

La ejecución de esta actividad necesariamente requiere de seguir una lógica que considere aspectos tales como: acarreo de planta, apertura de cepa, colocación de la planta, relleno y compactación de la planta, apertura de cajetes y aplicación de riegos periódicos.

### **VI.5.6 Preparación del terreno**

El objeto de preparar el sitio es mejorar las condiciones del suelo para asegurar una mayor sobrevivencia y facilitar las labores de plantación. Esta actividad se realizará en forma manual procurando realizar dicha preparación en los espacios abiertos entre la vegetación del área destinada para tal fin, esto con el objeto de realizar el menor impacto posible en esta zona y garantizar la estabilidad de la biodiversidad existente.

La limpieza del terreno (deshierbe o chaponeo), es la actividad destinada a eliminar la maleza existente en el lugar donde se establecerá la planta para que no haya competencia por luz, agua y nutrientes. Se realizará de manera manual, con machete azadón, pala, talacho, barreta, pico, coa, hacha, entre otras, pero exclusivamente en el punto de reubicación de la planta. Y se realizará solo si es estrictamente necesario, de lo contrario no se efectuará, para evitar alteraciones en el suelo.

### **VI.5.7 Revisión de la calidad de planta y su transporte**

Se revisará que los ejemplares no presenten daños, que estén vigorosas, libres de plagas y enfermedades, además de que cuenten con un sistema radical bien desarrollado.

Es ampliamente recomendable realizarles riego un día antes de su traslado a campo con el fin de abatir los efectos negativos causados por las ásperas condiciones ambientales que prevalecen en esta región. Antes de iniciar con las labores de plantación, se deberá constatar que las plántulas presenten cierto grado de calidad; las características que se verificarán en cada plántula serán:

- Ramas saludables
- Libre de plagas y enfermedades
- Hidratación óptima
- Raíces vigorosas, abundantes y blanquecinas.
- Sin presencia de raíces estranguladoras
- Sin raíces expuestas.
- Color del follaje propio de la especie.
- Aspecto vigoroso.

### **VI.5.8 Traslado de la planta**

Esta actividad se realizará en camiones medianos durante las primeras horas de la mañana para evitar el estrés de las plantas, debido al alto grado de transpiración que suelen realizar. Se tomarán en cuenta las siguientes indicaciones:

- Para el traslado de la planta se deberá elegir una hora determinada y velocidad adecuada para evitar que las plantas sean expuestas al sol y a corrientes de aire.
- Durante el traslado se deben evitar movimientos bruscos.
- Transportar la cantidad óptima de planta por viaje de acuerdo con las características del vehículo, sin sobrecargarlo para evitar daños.
- Se protegerá la carga con malla sombra encima de la estructura del camión.
- La descarga se hará en un lugar plano, teniendo cuidado con los movimientos bruscos que pudieran originar pérdida de la tierra del cepellón.
- El traslado de la planta al sitio en donde se pretende su establecimiento se realizará tal cual se ha implementado en otros proyectos que la SCT ha llevado a cabo, pues el personal cuenta –hasta cierto punto- con experiencia, la cual se complementará con la capacitación y la supervisión.

### **VI.5.9 Diseño y trazo de la plantación**

La distribución de la planta será de manera irregular considerando principalmente aquellos espacios que actualmente están libres de algún tipo de vegetación con el objeto de minimizar los efectos de la competencia e incrementar la probabilidad de sobrevivencia de cada individuo. Y de ser posible, si el espacio lo permite, será conveniente una distribución en “tresbolillo”, por los beneficios que esta representa respecto al marco real.

En tres bolillos las plantas se colocan formando triángulos equiláteros (lados iguales). La distancia entre planta y planta dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta. Este arreglo se utiliza generalmente en terrenos con pendientes mayores a 20 por ciento, aunque también se puede utilizar en terrenos planos. Preferentemente las líneas de plantación deben seguir las curvas de nivel. Con este tipo de diseño se logra minimizar el arrastre de suelo y a su vez aprovechar los escurrimientos.

### **VI.5.10 Apertura de cepas**

El sistema de plantación que se implementará será el de la cepa común, con dimensiones mínimas de 40 x 40 x 40 cm, largo, ancho y alto respectivamente, esto con el objeto de permitir el desarrollo de un sistema radical de calidad. No obstante, el criterio definitivo para la cepa será el tamaño del ejemplar, se les quitará el envase y se procederá a su plantación. Se recomienda podar las raíces y colocar la planta en el centro de la cepa, dejando el cuello de las plantas al nivel del suelo. Se apisonará alrededor a su alrededor para asegurar que la humedad se mantenga.

### **VI.5.11 Plantación**

La plantación se hará una vez concluida la fase de preparación del sitio, teniendo las siguientes consideraciones:

- Previo a la plantación, se recomienda hacer una poda de raíz si ésta es necesaria, recortando las puntas para evitar que se doblen y crezcan hacia arriba o en forma circular. Si se poda la raíz es necesario podar un poco el follaje lateral para compensar la pérdida de raíces y evitar la deshidratación de los ejemplares arbóreos, en tanto se arraiga en el terreno.
- Antes de colocar el individuo en la cepa, se agrega la tierra superficial (más fértil) para que la planta tenga mejor disposición de nutrientes.
- Después de haber colocado el ejemplar, se rellena con la tierra más profunda y se compacta la tierra de tal forma que no quede tan fuerte para permitir la aireación y drenaje en el suelo.
- Se apisonará ligeramente el suelo para que no queden espacios de aire en la cepa y evitar la deshidratación de la raíz de la planta, ya que desde su extracción hasta la plantación está sujeta al estrés físico por el traslado.

### **VI.5.12 Construcción de terrazas individuales (cajetes)**

Dado la naturaleza de los ejemplares, se prevé la construcción de terrazas individuales para incrementar los porcentajes de supervivencia de la planta en el área de incremento, tanto de los ejemplares rescatados como de los ejemplares complementarios, para ello se contempla la construcción de terrazas individuales.

Al respecto debemos decir que estas terrazas son terraplenes de forma circular u ovalado de un metro de diámetro en promedio y se usan principalmente para la conservación de suelo y agua, en el presente estudio se utilizarán para la captura de agua, y fomentar su infiltración en la zona sujeta a cambio de uso de suelo y para la retención de sedimentos resultados de la erosión hídrica.

Esta actividad estará basada en el sistema español, el cual suele caracterizarse por la construcción de un cajete cuyas dimensiones son de 1 m de diámetro por 0.10 m de profundidad, procurando que la planta no quede en la parte más profunda de dicho cajete, sino a un costado en la parte inclinada del mismo. Adicionalmente se colocan tres o más piedras a la base de cada planta con el objetivo de conservar una mayor humedad, controlar el desarrollo de malezas, evitar daños por incendios, protegerla contra el pisoteo de los animales y como amortiguamiento de las temperaturas extremas.

El procedimiento de construcción será el siguiente:

1. Para su construcción se utilizará una estaca y una cuerda de 0.5 metros de largo con la cual se trazará un círculo de un metro de diámetro.
2. Después se excavará en la parte superior del círculo, depositando y conformando un bordo circular con el suelo excavado que permita almacenar el agua de lluvia.
3. Preferentemente se colocarán piedras en las paredes internas de cada una de las terrazas individuales para disminuir la evaporación del agua contenida en ellas.

### **VI.5.13 Actividades de mantenimiento**

Este tipo de actividades son de vital importancia para el buen desarrollo de las plantas. Entre las principales actividades de mantenimiento que inevitablemente se llevarán a cabo, a efecto de lograr una supervivencia del 80% que garantice el incremento de la cobertura, son:



#### **VI.5.14 Riegos de auxilio**

Dado que las condiciones ambientales que prevalecen en la región son muy severas, durante los primeros meses después de haberse concluido la plantación, se efectuarán riegos periódicos de auxilio, de tal manera que haya humedad suficiente que les permita lograr su establecimiento en este tipo de ambientes e incrementar los niveles de sobrevivencia.

#### **VI.5.15 Reposición de planta muerta**

Se resalta la necesidad de que las actividades a rescate y posteriormente las de plantación se lleven a cabo conforme a lo establecido en sus programas, además que estén acompañadas de la supervisión y capacitación adecuada, a efecto de que la cantidad de planta a reponer por pérdidas sea la menor posible. No obstante, de ser necesario, esta actividad se llevará a cabo para lograr y mantener el 100% de supervivencia, ya que, si existen pérdidas, estas se repondrán con nuevos ejemplares, por ejemplo, si el resultado de la evaluación determina una supervivencia del 80%, la reposición será del 20% para alcanzar nuevamente el 100%.

#### **VI.5.16 Control de plagas o enfermedades**

Durante los primeros meses de su establecimiento, la plantación será monitoreada con el objetivo de identificar la posible existencia de plagas o enfermedades que pudiesen incrementar los porcentajes de mortalidad de dicha plantación y determinar los tratamientos a aplicar.

#### **VI.5.17 Control de malezas**

Esta actividad consiste en eliminar todas las hierbas identificadas como maleza, las cuales serán muy frecuentes como consecuencia de los riegos periódicos que se aplicarán a la plantación. Dicha actividad se realizará manualmente y toda vez que se requiera, puesto que, bajo la presencia de humedad, en este tipo de ambientes, el estrato herbáceo suele ser muy dinámico.

#### **VI.6 Programa de rescate y reubicación de fauna**

Para todos los grupos de animales, tanto reptiles, aves, mamíferos grandes y medianos e insectos, se requiere que se encienda la maquinaria 20 minutos antes de hacerla avanzar (que es lo que se llevan los trabajadores en calentar la maquinaria) y evitar que los trabajadores estén cerca y/o desplazándose en la zona para que no les corten el paso a los organismos, esto les dará tiempo suficiente para retirarse de la zona.

Se propone esta medida, ya que al colectarlos y reubicarlos se les lastima más que si únicamente se fomenta su huida, y el ruido es una de las mejores estrategias para ahuyentarlos.

Para el caso particular de mamíferos pequeños, se deben utilizar trampas Sherman y colectarlas para removerlas, debido a que difícilmente se alejan de su madriguera aun cuando no tengan crías. En el derecho de vía se deberá supervisar que las madrigueras no tengan crías, pero aun con ruido, movimiento y gente estas especies son difíciles de ahuyentar.

Para el traslado de mamíferos medianos se pueden emplear trampas Tomahawk de diferentes tamaños, las cuales deberán ser cebadas con plátano, atún o carne. Una vez capturados los individuos de fauna cercanos o en el área de influencia del proyecto, serán liberados en zonas que presenten las mismas características fuera del área de construcción.

Todas las trampas deberán revisarse cada tres horas para evitar la deshidratación y alteración de aquellos animales que sean capturados y que puedan sufrir hipertermia, hipotermia y/o ahogamiento. Las trampas de barrera y los transectos para la colocación de trampas Tomahawk se deberán disponer en forma paralela al eje del camino, las trampas deben colocarse con una separación de 300 m entre cada una.

Las serpientes también son especies difíciles de remover, pero a pesar de lo que se cree, no son difíciles de manejar, a las serpientes se les debe de colectar de manera directa (con las manos, o con ayuda de un bastón y pinzas herpetológicas). Pero no se les debe de trampear, ya que estas técnicas son demasiado agresivas para ellas y usualmente se les lastima demasiado, produciendo un rescate ineficiente.

En este sentido, se pretende el rescate de la fauna que se localice dentro del área de influencia del proyecto la cual será reubicada en la zona fuera del área de influencia de dicho proyecto en zonas conservadas.

### **VI.6.1 Metodología**

Considerando los procedimientos propuestos por Guillén et al., (2004) para el manejo de fauna silvestre en cautiverio, el proceso para el rescate y regreso de fauna al medio silvestre debe cumplir con las siguientes condiciones básicas:

- a) Tener claros los criterios de selección de fauna a rescatar en el área que será intervenida por las obras.
- b) Contar con el equipo y medios adecuados para sujetar, confinar, mantener y transportar al animal sin causarle daño (como vehículo, implementos adecuados para la sujeción o confinamiento y jaulas de transporte).
- c) El equipo de rescate deberá tener conocimientos básicos sobre la forma correcta de sujetar, confinar y mantener al animal.
- d) Disponer de tiempo suficiente para el manejo de los animales.
- e) Proporcionar condiciones de cautiverio adecuadas.
- f) Tener determinado el o los lugares donde se reubicarán a los animales.
- g) Mantener comunicación con el personal encargado de la preparación del terreno y la construcción.

- h) Determinar lugares de captura una vez que se hayan realizado los recorridos por las zonas de desmonte y que se hayan localizado madrigueras o colonias activas de fauna previa a la construcción de las obras, realizando el procedimiento de rescate de fauna antes mencionado.

### VI.6.2 Selección de especies susceptibles de rescate

Los criterios de selección de especies a rescatar son:

- Se realizará el rescate de todas las especies susceptibles de reubicación que se encuentren en el área de influencia del proyecto, principalmente la fauna enlistada en alguna categoría de riesgo de la NOM-059-SEMARNAT-2010.
- Fauna de lento desplazamiento como anfibios y réptiles con énfasis en cualquier especie que este en algún estatus de protección.
- Fauna que se encuentre imposibilitada para desplazarse como aves o mamíferos enfermos o accidentados.
- Fauna en condiciones de recuperarse o de ser reintegrada al medio.

A continuación, se muestra los registros de las especies presentes en el AP

**Cuadro 5. Listado de especies de fauna susceptibles de rescate**

Nombre científico	Nombre común
<b>Avifauna</b>	
<i>Dives dives</i>	Tordo Cantor
<i>Piranga rubra</i>	Piranga Roja
<i>Columbina talpacoti</i>	Tortolita Rojiza
<i>Pheucticus ludovicianus</i>	Picogordo Degollado
<i>Icterus galbula</i>	Calandria de Baltimore
<i>Basileuterus rufifrons</i>	Chipe Gorra Canela
<i>Tiaris olivaceus</i>	Semillero Oliváceo
<i>Melanerpes aurifrons</i>	Carpintero Cheje
<i>Aimophila ruficeps</i>	Zacatonero Corona Canela
<i>Myiozetetes similis</i>	Luisito Común
<i>Myiarchus tyrannulus</i>	Papamoscas Gritón
<i>Rupornis magnirostris</i>	Aguililla Caminera
<i>Chaetura vauxi</i>	Vencejo de Vaux
<i>Sturnella magna</i>	Pradero Tortillaconchile
<i>Patagioenas flavirostris</i>	Paloma morada
<i>Bubulcus ibis</i>	Garza Ganadera
<i>Cathartes aura</i>	Zopilote Aura

<b>Herpetofauna</b>	
<i>Sceloporus variabilis</i>	La lagartija espinosa vientre rosado
<i>Aspidoscelis guttatus</i>	Ticuiliche mexicano
<i>Holcosus undulatus</i>	Lagartija Arcoíris
<b>Mastofauna</b>	
<i>Canis latrans</i>	Coyote
<i>Sciurus deppei</i>	Ardilla Tropical

### VI.6.3 Implementos y herramientas básicas para sujeción de animales silvestres

El equipo básico para la sujeción o el confinamiento de animales silvestres deberá contar como mínimo, los siguientes implementos y herramientas:

- Guantes de carnaza
- Redes de aro
- Lonas y mantas gruesas pero suaves
- Pinzas y/o gancho herpetológico
- Jaulas-trampa
- Cuerdas de diferente tamaño y diámetro
- Ligas planas y tiras de hule
- Recipientes plásticos y de vidrio con tapa
- Bolsas de tela con cierre tipo ahorcador
- Jaulas de transporte

Para la captura de las especies presentes en el área del proyecto se realizará un recorrido por la zona de influencia del proyecto y se ubicarán los sitios posibles de pasos de fauna.

Para la captura de mamíferos se colocarán trampas Tomahawk, cebadas con fruta (plátano y manzana), atún o carne (pollo) en descomposición, estos cebos son utilizados por los olores que despiden los cuales son atractivos para una gran cantidad de especies de mamíferos. Posteriormente las trampas son cubiertas con vegetación natural para camuflaje. Asimismo, se colocaron trampas Sherman para la posible captura de mamíferos de menor tamaño (roedores).

Las trampas deberán ser colocadas dentro del derecho de vía de la carretera tipo “B”, para tratar de reubicar a la mayor fauna posible de la zona evitando la fragmentación de las comunidades faunísticas de la zona.

Los mamíferos capturados serán llevados inmediatamente a la zona de reubicación en la zona elegida previamente, el traslado se realizará dentro de las trampas Tomahawk o Sherman para evitar el manejo y estrés de los individuos capturados.

Por otra parte, los reptiles como lagartijas y serpientes serán capturados con la mano desnuda mediante la habilidad y destreza del personal.

Las especies de reptiles capturadas serán trasladadas en contenedores de plástico con una tapa con pequeños hoyos que permitirán el paso del aire para evitar que el individuo muera asfixiado.

Otro componente faunístico importante, corresponde a la comunidad de aves, en este sentido cabe mencionar que la avifauna no presenta grandes riesgos de afectación directa por la construcción del proyecto ya que este generará estados sucesionales en la vegetación que proporcionará una diversidad de alimento importante y de resguardo para las aves; además, debido a que el desplazamiento de las mismas es aéreo, el proyecto no representa un riesgo para las aves.

### **VI.7 Programa de manejo de residuos**

Los residuos sólidos no peligrosos deberán disponerse en apego a lo establecido por la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como las disposiciones y requerimientos que disponga el municipio.

- Se deberán colocar para su uso en diferentes sitios de la obra, contenedores adecuados y rotulados. A fin de reducir el volumen de residuos por manejar, se deben prever mecanismos de reaprovechamiento de los residuos de obra y urbanos, por lo que su clasificación y separación son importantes.
- Se debe definir anticipadamente el sitio hacia donde serán llevados estos, en estricto apego a la autorización que emitan para el efecto las autoridades correspondientes.
- Se deberá contar con una recolección periódica de los residuos de toda índole de los frentes de trabajo y su transporte por la contratista a un sitio determinado de acopio, de donde serán colectados para su disposición final por el servicio de limpieza municipal. Este acopio temporal deberá realizarse en instalaciones y contenedores adecuados según se señala en la legislación correspondiente.
- Se deberá establecer con la autoridad competente la recolección periódica de los residuos en estos sitios de acopio estratégicos.

Los residuos clasificados como peligrosos son aquellos que se señalan en la NOM-052-SEMARNAT-2005. Para su manejo y disposición temporal y final se deberán tomar en consideración las medidas señaladas en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos. Se deberá contar con la autorización correspondiente como generador de residuos peligrosos, en caso de generar este tipo de residuos.

Además, deberá presentar ante la Dirección General de Impacto y Riesgo Ambiental para su autorización, un Programa de Mantenimiento Periódico de Equipo y Maquinaria de Obra en el que se incluya el manejo, almacenamiento temporal y disposición final de residuos peligrosos en los términos señalados por la legislación.

### **VI.7.1 Residuos sanitarios**

Aunque en varios Reglamentos de Construcción a nivel nacional se considera la colocación de un sanitario portátil por cada 20 trabajadores, se estima que este número de sanitarios es reducido para las condiciones en que se realizan este tipo de obras; lo que implica mayores problemas para mantenerlo aseado y para hacer obligatorio su uso. Por ello se sugiere la colocación de por lo menos 6 sanitarios portátiles por cada 20 trabajadores en todas las instalaciones provisionales y frentes de obra.

El contrato con el prestador del servicio de sanitarios portátiles deberá considerar acciones de limpieza y recolección periódica de los mismos, papel necesario y aseo continuo, para que estos sanitarios se encuentren en condiciones adecuadas de uso, a fin de evitar problemas de propagación de enfermedades, además de mantener condiciones que promuevan su utilización.

### **VI.8 Programa de conservación de suelo**

Para la protección del suelo orgánico se deberá elaborar para su autorización y ejecución un programa de manejo de residuos peligrosos y tóxicos. Estos Programas deberán considerar como mínimo el manejo y maniobra de estos residuos al realizar labores de carga de combustible y reparación mecánica. Su recolección temporal y su almacenamiento en sitio de confinamiento. Asimismo, deberá incluir el contrato correspondiente con alguna empresa autorizada para la recolección y disposición final de estos residuos o en su defecto contar con las autorizaciones correspondientes por las delegaciones o municipios involucrados.

La empresa constructora deberá seleccionar un sitio para el acopio y almacenamiento temporal de los residuos peligrosos. Este sitio deberá ser techado, ventilado, con piso de cemento y contenedores adecuados para cada tipo de residuo (estopas con combustible y aceite gastado, baterías y acumuladores). Deberá contar con señalamientos correspondientes y dispositivos para atención a contingencias (derrame e incendios).

Las reparaciones de maquinaria y equipo que deban hacerse *in situ*; así como las maniobras de carga de combustible, deberán contemplar la colocación de lonas impermeables bajo el equipo por reparar o cargar, y la limpieza y recolección total de los residuos generados sobre esta superficie una vez concluidas las acciones, de tal forma que se garantice que no habrá contaminación del suelo o agua durante las mismas.

En caso de accidente o derrame, se deberán seguir los señalamientos establecidos en la NOM-138-SEMARNAT/SS-2003, que establece los límites máximos permisibles de hidrocarburos en suelos y las especificaciones para su caracterización y remediación.

Otra medida de mitigación para la construcción del proyecto es la reutilización del material producto del desmonte y despalme; mediante la trituración de este material y el composteo creando un material que puede ser utilizado en la reforestación como abono orgánico o en su caso como capa protectora de suelos propensos a degradación, toda vez que este



material contiene semillas que pueden contribuir al proceso de revegetación natural del sitio.

Una vez triturada la vegetación se deberá arropar las zonas desprovistas de vegetación sobre el derecho de vía, para que de esta forma se evite la erosión del suelo.

La protección del suelo como la protección a la vegetación resulta importante ya que estas son complementarias de acuerdo a la asociación que existe suelo-planta. Bajo este contexto la construcción del proyecto pretende conservar o en su caso mejorar las condiciones ambientales actuales de la zona llevando a cabo todas y cada una de las medidas de mitigación, restauración y compensación que se proponen en el presente capítulo.

En este sentido, es importante considerar que la recarga de combustible de vehículos automotores, se deberá procurar el uso de estaciones de servicio franquicias PEMEX en los centros urbanos más próximos.

En frentes e instalaciones localizadas alejadas de estaciones de servicio, se utilizarán vehículos proveedores de combustibles (orquesta) siempre que cumplan con las regulaciones para el almacenamiento y manejo de combustibles establecidas por la autoridad. Estos vehículos deberán además contar con señalamientos y aditamentos adecuados para el despacho de combustible y atención a contingencias.

El sitio de carga de combustible deberá ser fijado con antelación dentro del área considerada para la construcción de instalaciones provisionales, y deberá ser el mismo sitio a lo largo de la vida útil de dichas instalaciones.

En caso de abastecimiento de combustibles in situ, previo al mismo se deberá colocar un geotextil o lona resistente e impermeable bajo el vehículo por abastecer para proteger el suelo de cualquier derrame accidental.

Asimismo, antes de realizar el despacho de combustible se debe asegurar que existan aditamentos para atención a contingencias.

En caso de derrame accidental sobre el suelo, éste se deberá recoger inmediatamente y se deberán seguir las indicaciones señaladas en la Normatividad Oficial correspondiente.

## **VI.9 Programa de control de emisión de partículas y ruido**

### **VI.9.1 Uso de equipos menos contaminantes**

Todos los vehículos automotores utilizados en la obra deberán estar en óptimas condiciones y con mantenimiento periódico.

### **VI.9.2 Reducción de la emisión de partículas**

Todos los vehículos automotores deberán apegarse a la normatividad vigente en lo que se refiere a la emisión de partículas.

### **VI.9.3 Control de emisiones de polvo**

Se debe garantizar que la maquinaria y los vehículos estén homologados en lo referente a la normatividad sobre emisión de gases. Como medida de prevención se deberá cumplir la NOM-041-SEMARNAT-2006, Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. De la misma forma la norma NOM-045-SEMARNAT-2006, que indica los límites máximos permisibles referentes a la opacidad del humo emitido por vehículos que usan como combustible el diésel.

Puesta a punto y control de las emisiones de la maquinaria y vehículos: Los vehículos contarán con un programa de mantenimiento periódico y adecuado. La contratista NO podrá darle mantenimiento directo en el sitio de la obra a sus vehículos automotores, deberá buscar un taller particular o llevar a cabo las reparaciones en los sitios previamente asignados para ello dentro de la obra (talleres de servicio y/o patios de maquinaria debidamente habilitados) así mismo se deberá contar con un almacén temporal de residuos peligrosos con tambos para depositar aceites quemados, llantas, filtros y baterías producto de la sustitución hecha a las unidades vehiculares. Se debe llevar una bitácora con el registro de mantenimiento de cada vehículo y maquinaria pesada en la que se demuestren condiciones adecuadas de operación y su mantenimiento periódico.

Cuando el terreno esté muy seco y se cree un ambiente polvoriento excesivo por el movimiento de la maquinaria, se procederá a un regado periódico de las zonas de paso de maquinaria con el objeto de evitar la formación de nubes de polvo.

El suelo sobrante producto de la excavación que no vaya a ser utilizado será dispuesto temporalmente en el sitio y trasladado lo más pronto posible a donde la autoridad correspondiente lo determine, en vehículos adecuados cerrados o protegidos con lonas que impidan la contaminación del entorno por polvos o eviten derrames.

El manejo adecuado tanto de la capa de suelo vegetal como del sobrante de la excavación es una medida compensatoria que evita las afectaciones a los factores ambientales citados y con ello a la salud tanto de los trabajadores del proyecto como de los pobladores de las colonias cercanas. Con ello se espera que la afectación potencial no se presente o sea mínima.

Se debe establecer un plan de circulación de la maquinaria y vehículos pesados en las zonas urbanas y especialmente de la obra.

En el transporte de materiales derivado de las excavaciones o para la construcción de la carretera se deberán colocar lonas que cubran completamente el material a transportar o en su defecto humedecer su superficie para evitar suspensión de partículas en el aire durante su traslado.

---

#### **VI.9.4 Medidas de reducción de ruido**

Los vehículos y maquinaria a utilizar en la ejecución del presente Proyecto deberán contar con silenciadores. Lo anterior, para dar cumplimiento a la NOM-080-SEMARNAT-1994, a cuál establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido proveniente del escape de los vehículos automotores, motocicletas y triciclos motorizados en circulación.

#### **VI.10 Indicadores ambientales**

Un Sistema de Indicadores Ambientales tiene como objetivo medir en el tiempo los logros alcanzados por las medidas establecidas para la prevención, control y mitigación de los impactos del proyecto, y están enfocados a determinar la calidad ambiental y la protección de los recursos ambientales.

Cabe mencionar que, si bien el sistema de indicadores ambientales será muy útil para monitorear el progreso hacia los objetivos del Programa de Vigilancia Ambiental, su utilidad se apreciará en mayor grado en el largo plazo, en donde se evidenciarán tendencias y se podrá concluir en cuanto a la efectividad de las medidas aplicadas.

**Cuadro 6. Listado de Indicadores ambientales**

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Reubicación de individuos de flora</b>	Mitigación	Eficiencia en la reubicación, esto es: Número de individuos vivos entre número de individuos reubicados, este valor debe ser igual o mayor 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
<b>Adquisición o producción de individuos forestales para reforestación</b>	Compensación	Efectividad en la reubicación, esto es: número de individuos rescatados entre número de individuos reubicados, este valor debe ser igual o mayor a 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
<b>Rescate de individuos de flora</b>	Mitigación	Eficiencia en la reubicación, esto es: Número de individuos vivos entre número de individuos reubicados, este valor debe ser igual o mayor 85%	Censo después del trasplante, bitácora de ejecución de la acción, fotografías	Reposición de planta muerta
<b>Rescate y reubicación de fauna</b>	Prevención	Eficiencia del rescate, esto es: número de individuos de rescatados entre el número de individuos reubicados, este valor debe ser de un 85%	Uso de bitácoras, formatos de campo, evidencias fotográficas.	Sanciones al contratista y ejecución de acciones correctivas
<b>Manejo integral de residuos solidos</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Manejo integrado de residuos peligrosos</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Manejo integrado de residuos sanitarios</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Manejo integrado de residuos de las obras</b>	Prevención	Número de veces que se realiza la recolección de los materiales (en función de las visitas previstas)	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Limpieza de zonas (obras y derrames)</b>	Prevención	Número de zonas en donde es necesario realizar labores de limpieza/ número de zonas en donde se realizó la limpieza	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Sanción al contratista. Planificar recolección para materiales que se encuentren fuera de tiempo
<b>Construcción de terrazas individuales</b>	Compensación	Número total de terrazas construidas entre número de terrazas planeadas	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Cumplir con el número de construcciones y de no ser posible la conclusión de estas obras, intensificar otras acciones del "Programa de manejo y conservación de suelos."
<b>Mantenimiento (desazolve) de las terrazas individuales</b>	Compensación	Número total de terrazas a las cuales se le está realizando el mantenimiento	Formatos de campo, Bitácoras de ejecución y acción con evidencia fotográfica	Cumplir con el número de obras en mantenimiento y de no ser posible la conclusión de estas actividades, intensificar otras acciones del "Programa de manejo y conservación de suelos."

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Riego periódico (en temporada de secas)</b>	Mitigación	Riego periódico (en función de número de humectaciones realizadas por jornada)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Aumentar el número de humectaciones
<b>Apagado de motores de equipos inactivos o con tiempos mayores a 5 min.</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Registro interno en las obras de horas de trabajo-consumo de energía de los equipos.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas.
<b>Prohibición de quema de materiales o residuos</b>	Prevención	Eventos de quema de material o residuos (en función de la ocurrencia o no ocurrencia del evento)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Disminuir los eventos de quema de material o residuos
<b>Monitoreo de los niveles de ruido</b>	Prevención	Realización de monitorios de los niveles de ruido (en función de la realización o no de los monitorios)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados del monitoreo en cuestión	Aumentar los monitorios de los niveles de ruido
<b>Monitoreo de los niveles de ruido</b>	Prevención	Realización de monitorios de ruido para conocer los niveles (contemplando los límites máximos permisibles de la NOM-081-SEMARNAT-1994)	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además, deberá tenerse el registro y resultados del monitoreo en cuestión	Aumentar los monitorios de los niveles de ruido. En caso de que los resultados de los monitorios de los niveles de ruido se encuentren por encima de los límites máximos permisibles según la NOM-081-SEMARNAT-1994 será necesario realizar acciones correctivas.



Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Buenas prácticas de transporte de material</b>	Prevención	Número de vehículos que cumplieron con el uso de cubierta de material a transportar.	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Fomentar la cubierta de material al transportar.
<b>Mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos</b>	Prevención	Número de equipos, maquinaria y vehículos que cumplieron con el mantenimiento preventivo en un centro autorizado. (Considerando las normas NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, y NOM-080-SEMARNAT-1994).	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo. Además deberá tenerse el registro y resultados de la verificación en un centro autorizado.	Aumentar el mantenimiento preventivo de equipos, maquinaria y vehículos. Ejecución de acciones correctivas en caso de rebasar los límites máximos permisibles de las normas de referencia NOM-041-SEMARNAT-2006, NOM-044-SEMARNAT-2006, NOM-045-SEMARNAT-2006, NOM-050-SEMARNAT-1993, y NOM-080-SEMARNAT-1994.
<b>Señalización</b>	Prevención	Número de actividades con señalización visualizada y registrada	Bitácora de ejecución de la acción, fotografías y (de ser el caso) el respectivo formato de campo.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de la acción previo a la realización de otras actividades
<b>Elaboración de un reglamento de contratistas, en el que se incluirá reglas para el tránsito de vehículos.</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Reglamento de contratistas.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas.



Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Capacitación sobre la aplicación del reglamento.</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Registros de capacitación sobre el reglamento de contratistas. Registro de sanciones.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas. De ser el caso repetir el o los cursos de capacitación necesarios.
<b>Capacitación sobre los criterios generales necesarios que permitan reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo</b>	Prevención	Número de sanciones/mes	Registros de capacitación sobre los criterios generales necesarios para reconocer, evitar y prevenir riesgos de seguridad y salud en el lugar de trabajo. Registro de sanciones.	Sanciones para el contratista y fomento de ejecución de acciones correctivas. De ser el caso repetir el o los cursos de capacitación necesarios.
<b>Instalación de letreros preventivos sobre la carretera, para disminuir problemas de flujo vehicular.</b>	Prevención	Número de letreros preventivos/áreas que requieran señalización	Bitácora de ejecución de la acción y fotografías	Aumentar el esfuerzo para la señalización de las áreas de trabajo que lo requieran
<b>Acciones para minimizar la afectación a salud y calidad de vida en el lugar de trabajo</b>	Prevención	Número de accidentes/unidad de tiempo	Reporte de accidentes de trabajo	Evaluación de causa raíz e Implementar las acciones correctivas que indique el especialista. Sanción al contratista
<b>Ahorro de agua cruda y potable</b>	Prevención	No. de pipas/jornada de trabajo	Bitácora de riego de áreas	Reforzamiento de capacitación/Sanción
<b>Capacitación en tema de seguridad en el trabajo</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de Biodiversidad</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación

Medida	Tipo de medida	Indicador de efectividad y cumplimiento	Tipo de registro	Medida en caso de desviación
<b>Capacitación en tema de atmosfera y aire</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de agua</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de suelo</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de residuos</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación
<b>Capacitación en tema de normatividad</b>	Prevención	Evaluaciones y reporte de incidencias	Lista de asistencia	Actualizar y aplicar de nuevo la capacitación





**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# CAPÍTULO VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.



## CONTENIDO

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS. ....	1
VII.1 Pronóstico del escenario.....	1
VII.2 Programa de vigilancia ambiental .....	12
VII.2.1 Objetivos .....	14
VII.2.2 Indicadores y umbrales de evaluación por factor ambiental.....	15

## CUADROS

Cuadro 1. Criterios cualitativos para los pronósticos de los escenarios del Proyecto.....	1
Cuadro 2. Pronósticos de los escenarios para el proyecto.....	2
Cuadro 3. Valoración de los pronósticos de los escenarios para el proyecto. ....	10
Cuadro 4. Medidas para la calidad del aire. ....	15
Cuadro 5. Medidas para el suelo. ....	16
Cuadro 6. Medidas para el cuidado del consumo de agua.....	20
Cuadro 7. Medidas para la vegetación.....	21
Cuadro 8. Medidas para fauna silvestre.....	23



## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

### VII.1 Pronóstico del escenario.

Para el desarrollo del presente capítulo se ha considerado la identificación de impactos potenciales del proyecto que hayan resultado de la evaluación de impactos presentada en el Capítulo V. Tomando como referencia el análisis del sistema ambiental regional presentado en el Capítulo IV.

Conforme a lo anterior se propone presentar una valoración cualitativa de los factores ambientales que potencialmente puedan presentar una modificación derivada del desarrollo del proyecto. Para esto, se toman en cuenta los criterios presentados en el siguiente cuadro (donde a mayor valor se presenta menor modificación al factor ambiental derivado del proyecto):

**Cuadro 1. Criterios cualitativos para los pronósticos de los escenarios del Proyecto**

Criterio	Valoración
Sin perturbación	5
Escasamente modificado	4
Moderadamente modificado	3
Altamente modificado	2
Totalmente modificado	1

Además, se toma en cuenta la descripción de los posibles escenarios para cada componente ambiental sin proyecto, con proyecto y sin la implementación de medidas, y con el proyecto con medidas

**Cuadro 2. Pronósticos de los escenarios para el proyecto.**

Suelo		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>Con base en la carta edafológica del INEGI (en escala 1:50,000), en el SAR se presentan 10 unidades edafológicas, de las cuales la más extensa es Luvisol con 34.13% de la superficie, Vertisol Pelico con 15.27% y Feozem Haplico con 13.62%. La superficie restante es ocupada por suelos de tipo Acrisol Ortico, Andosol Humico, Andosol Ocrico, Cambisol Eutrico, Feozem Luvico, Gleysol Vertico y Luvisol Cromico.</p> <p>De manera particular para el SAR, se presenta degradación química (50%) y degradación física (29%), ambas en grado “ligero”.</p> <p>De acuerdo con SEMARNAT, la degradación química involucra procesos que conducen a la disminución o eliminación de la productividad biológica del suelo y está fuertemente asociado con el incremento de la agricultura, mientras que la degradación física se refiere a un cambio en la estructura del suelo cuya manifestación más notable es la pérdida o disminución de su capacidad para absorber y almacenar agua.</p> <p>En el área de estudio la degradación del suelo es provocada principalmente por la pérdida de la cubierta forestal y el fomento a las actividades agrícolas y ganaderas; se emplean técnicas inadecuadas que, aunadas a la accidentada topografía de la región, favorecen este proceso y a su vez provocan el asolvamiento de ríos, arroyos y lagunas, con afectación directa en la actividad pesquera.</p>	<p>Las actividades de preparación del sitio implican el cambio de uso de suelo en todas aquellas áreas en las que según el diseño del proyecto sea necesario derivando en afectaciones al suelo por el desmonte y despalme (0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia). En este sentido, ejecutar el proyecto sin las medidas adecuadas provocaría un aumento en la intensidad de los impactos ambientales descritos sobre el suelo que podrían provocar su deterioro y en un caso extremo se potencializaría la pérdida de las características de este componente en áreas fuera del diseño del proyecto o su derecho de vía.</p> <p>Es importante recalcar que es necesario colocar carpeta asfáltica sobre el trazo del proyecto, lo que provocara una compactación y la presencia de un material que no permitirá la infiltración al suelo cambiando totalmente las características de la capa superficial del mismo, en este sentido el no realizar las actividades referentes a compactación y asfaltado podría derivar en contaminación al suelo por un mal manejo de materiales y/o residuos en áreas que no se contemplaba modificar (nótese que se trata solo de la superficie a modernizar en el ancho de corona.</p>	<p>El desarrollo del proyecto con las respectivas medidas, puede llevar al mismo a la sustentabilidad.</p> <p>Si bien la naturaleza del proyecto no conlleva el aprovechamiento de recursos del suelo y subsuelo, se afectará necesariamente en aquellas zonas que se destinen a la adecuación del trazo.</p> <p>El tomar en cuenta las medidas generales previene el deterioro inmediato y descontrolado del suelo dado la actividad de desmonte y despalme.</p> <p>El eficiente manejo y control de sustancias, materiales e insumos minimizarán las probabilidades de potenciales derrames que, aunque la naturaleza del proyecto no prevé una gran cantidad de los mismos, es importante tomar en cuenta el peor caso.</p> <p>El adecuado manejo de residuos minimizara la contaminación del suelo a causa de los mismos.</p> <p>Como se ha mencionado, la modernización del proyecto consta básicamente de adecuaciones del trazo y asfaltado, en este sentido realizar las actividades contempladas con la ejecución de las medidas de mitigación pertinentes provocara impactos ambientales solo en áreas controladas, ubicadas y específicas con lo cual podrán establecerse las medidas de compensación y/o restauración necesarias.</p> <p>En cuanto a las medidas que mitigan el impacto se encuentran las actividades de reforestación, las actividades de restauración y el control de la erosión con el establecimiento de terrazas individuales.</p>

Geología y geomorfología		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>En cuanto a la geología, de acuerdo a la carta geológica del INEGI, el SAR está representado por rocas de las clases ígnea extrusiva y sedimentarias; las primeras ocupan un 75% de la superficie seguidas por un 3% de rocas sedimentarias.</p>	<p>Ejecutar el proyecto sin las debidas medidas provocaría pérdidas económicas dadas por la inadecuada cimentación o adecuación del terreno, además no implementar las medidas podría también resultar en una mala preparación del sitio lo que podría afectar de más el relieve (dentro y fuera de las áreas destinadas a la modernización del proyecto) y también podría potencializarse la ocurrencia de accidentes.</p>	<p>Ejecutar el proyecto con las medidas pertinentes fomentara que se logre una adecuada preparación del sitio, particularmente en los movimientos de tierra modificando el relieve de manera paulatina. Realizar los trabajos de movimientos de tierra con las medidas adecuadas se traduce en las menores pérdidas económicas para este caso y la reducción de accidentes.</p>

Hidrología		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>De acuerdo con el Mapa de Regiones Hidrológicas de México, el SAR se encuentra inmerso en geográfica el proyecto fue ubicado dentro de los límites de la Región Hidrológica RH28 “Papaloapan” y en la cuenca RH28A “Río Papaloapan”. La Región Hidrológica Número 28 Papaloapan pertenece a la vertiente del Golfo de México, tiene una extensión de 58,269.630 kilómetros cuadrados. La precipitación media anual en la Región es de 1,692.5 milímetros y en ella se produce un escurrimiento medio anual de 47,393.898 millones de metros cúbicos.</p> <p>Respecto a la red hidrográfica dentro del SAR, se tiene que se distribuyen corrientes perennes, las cuales se caracterizan por la presencia de agua durante todo el año. El Río Ameca es la principal corriente de este tipo, mostrando un rumbo noroeste. En la parte central del SAR dicho río se bifurca a la altura de la población de Los Cerritos formando dos corrientes: Atenguillo y Jalapa. Además de las corrientes perennes, también se distribuyen una gran cantidad de escurrimientos intermitentes, es decir que solo tienen agua durante alguna parte del año (por lo general, en la época de lluvias o deshielo).</p>	<p>Si el proyecto se desarrollase sin la construcción de obras de drenaje se podría provocar daños a la vialidad que se traducen en costos económicos por la necesidad de dar mantenimiento a la misma en un menor periodo de tiempo al que se pudiera tener contemplado además de que sin las obras de drenaje pertinentes se podrían provocar inundaciones leves en el camino lo que podría provocar accidentes.</p>	<p>El proyecto contempla desde su diseño y también como medida de mitigación la construcción de obras de drenaje menor por lo que la escorrentía que actualmente se presenta en el sitio tendrá una ligera redirección sin que sea modificada o impedida en su totalidad.</p> <p>El desarrollo del proyecto con la construcción de obras de drenaje permitirá la operación de la vialidad minimizando daños por desgaste debido al intemperismo provocado por lluvias o escorrentía.</p>

Hidrología		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
Respecto a los cuerpos de agua se tiene que, en el SAR se presentan cuerpos de agua intermitentes y perennes, la mayoría de ellos distribuidos en la porción sur del área de estudio. Cabe aclarar que particularmente el trazo del proyecto se intersecta con algunos escurrimientos, sin que esto represente efectos negativos para la red hidrológica de la zona, ya que se desarrollarán las obras de drenaje necesario que garanticen el flujo de dichas corrientes.		

Aire		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
Actualmente el trazo del proyecto se encuentra con las especificaciones de un camino tipo E por lo que existe dispersión de polvos y partículas derivado del tránsito local.	Si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se estarían alterando de manera puntual la calidad del aire por el levantamiento de polvos y partículas principalmente. Por otro lado, se considera que si el desarrollo del proyecto se realizara SIN medidas de mitigación, se incrementarían los niveles de ruido en la región de manera puntual.	Para mitigar la generación y dispersión de polvos, se realizará un mantenimiento a los equipos que potencialmente fueran a utilizarse, además las actividades se llevaran a cabo paulatinamente. Si bien las emisiones y el levantamiento de partículas por la preparación del sitio para el proyecto se consideran mínimas, con las medidas ese nivel podría mantenerse por debajo, garantizando una disminución a la afectación al componente ambiental. Se pronostica que las condiciones de la calidad del aire y de ruido se modifiquen, de acuerdo al comportamiento que tendría el sistema ambiental sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de mitigación propuestas, se espera la minimización de los impactos en este componente.



Flora		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>De acuerdo con la capa de Uso del Suelo y Vegetación serie VI de INEGI, en el SAR se presentan 10 categorías diferentes, entre los que destacan pastizal cultivado con un 56.50% seguido por distintos usos de suelo de agricultura. El uso del suelo de mayor ocupación en el AP es de igual manera Pastizal cultivado con un 84.79%. De acuerdo con el mapa de uso del suelo y vegetación serie VI del INEGI, escala 1:50,000, la superficie del DDV, presenta Pastizal cultivado (81.2%) y Urbano construido (3.76%). No obstante, el uso del suelo y tipo de vegetación reportado por INEGI tuvo algunas diferencias con lo observado en campo, registrando la presencia de Selva Alta Perennifolia, específicamente 0.3756 ha que pasan por el eje del camino proyectado.</p> <p>Con base en los resultados del muestreo de flora, se determinó lo siguiente:</p> <p><b><u>Vegetación en el SAR</u></b></p> <p>Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el SAR, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 42 especies distribuidas en 31 familias diferentes, de las cuales Araceae (5 spp) es la que presenta el mayor número de especies, seguida de Arecaceae (3 spp), Aspleniaceae (3 spp) y Fabaceae (2 spp.). La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el SAR es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (18 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (20 spp), herbáceas (8 spp) y epífitas (5 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Virola guatemalensis</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Goepertia microcephala</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Trichila hirta</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron cinco especies, de las cuales <i>Monstera acuminata</i> es la más abundante.</p> <p>con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Chamaedora oblongata</i> está en la categoría de A (Amenazada).</p>	<p>Las actividades de desmote y el despalme del terreno constituyen las actividades que más afectan de manera directa a este componente. Sin medidas de mitigación se generaría un deterioro a la vegetación presente en los predios, inclusive podría afectarse vegetación que no pertenece a la delimitación del diseño del mismo lo que provocaría una afectación a otros factores como el suelo y la fauna.</p> <p>Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Chamaedora oblongata</i> están en la categoría de A (Amenazada), ejecutar el proyecto sin la implementación de medidas podría afectar la abundancia de estas dos especies..</p>	<p>El retiro de la cobertura vegetal por el desarrollo del proyecto será de forma gradual para evitar la exposición innecesaria de terreno desmontado.</p> <p>Todas las áreas que serán afectadas por desmote y despalme deberán estar debidamente delimitadas y se realizarán los trabajos indicados únicamente donde se deban realizar, garantizando la presencia de un área sin afectación.</p> <p>Los trabajos se realizarán de manera tal que se pueda garantizar la menor perturbación a la vegetación no considerada para retirarla.</p> <p>Se deberán llevar a cabo las medidas de compensación y/o restauración para este componente en áreas cercanas.</p> <p>Para el Proyecto se contempla la ejecución de un Programa de Rescate y reubicación de Flora, Programa de Reforestación y Programa de Restauración para los cuales se pretende privilegiar el uso de individuos de especies que se distribuyen en el SAR con énfasis en</p>

Flora		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p><b><u>Vegetación en el AI</u></b></p> <p>Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AI, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 51 especies distribuidas en 36 familias diferentes, de las cuales Araceae (6 spp) es la que presenta el mayor número de especies, seguida de Arecaceae (3 spp) y Fabaceae (3 spp). La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el AI está formada mayormente por especies arbóreas (27 spp), y en menor cantidad de especies arbustivas (18 spp), epífitas (7 spp) y herbáceas (6 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Dialium guianense</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Mickelia bernoullii</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Astrocaryum mexicanum</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron siete especies, de las cuales <i>Monstera acuminata</i> es la que presenta mayor dominancia.</p> <p>Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Calophyllum brasiliense</i> y <i>Chamaedora oblongata</i> están en la categoría de A (Amenazada).</p> <p><b><u>Vegetación en el AP</u></b></p> <p>Con base en el análisis de los sitios de muestreo de flora en el AP, se determinó que el ecosistema de Selva Alta Perennifolia está conformado por los estratos arbóreo, arbustivo, herbáceo y epífitas con una composición florística de 29 especies distribuidas en 22 familias diferentes, de las cuales Araceae (3 spp) y Arecaceae (3 spp) son las que presentan el mayor número de especies, seguidas de Fabaceae (2 spp.), Meliaceae (2 spp.) y Piperaceae (2 spp). La vegetación de Selva Alta Perennifolia en el área de proyecto es una comunidad forestal formada mayormente por especies arbóreas (16 spp), y en menor cantidad de</p>		<p>especies de importancia ecológica para el tipo de vegetación presente en el AP.</p>



Flora		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>especies arbustivas (11 spp), herbáceas (3 spp) y epífitas (3 spp). En el estrato arbóreo destaca <i>Daphnopsis brevifolia</i> como la especie más abundante. Por su parte, <i>Chameodora tepejilote</i> es la especie arbustiva de mayor importancia ecológica, mientras que en el herbáceo <i>Chameodora tepejilote</i> es la especie de mayor importancia ecológica. En el grupo de epífitas se registraron dos especies: <i>Peperomia obtusifolia</i>, <i>Monstera acuminata</i> y <i>Syngonium chiapense</i>.</p> <p>Con base en la revisión de la NOM-059-SEMARNAT-2010 (última modificación DOF: 14/11/2019), se determinó que <i>Calophyllum brasilense</i> y <i>Chamaedora oblongata</i> están en la categoría de A (Amenazada).</p>		

Fauna		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p><b><u>Fauna en SAR</u></b>                      Para el SAR se contabilizaron un total de 80 individuos, repartidos entre 25 especies, de las cuales 19 pertenecen al grupo de avifauna, 8 al grupo de herpetofauna y 5 al grupo de mastofauna</p> <p><b><u>Avifauna en SAR y AI</u></b>                      El grupo con mayor riqueza es el de Avifauna, el cual está representado por 19 especies, de las cuales <i>Micrastur ruficollis</i> y <i>Psarocolius Montezuma</i>, se encuentran en la categoría de especies Sujeta a protección especial (Pr) de acuerdo con la NOM-059-SEMARNAT-2010. En la siguiente figura se puede observar que las especies con mayor abundancia son <i>Cathartes aura</i> con 13 ejemplares, <i>Bubulcus ibis</i> con 7 ejemplares, y <i>Piranga rubra</i>, <i>Basileuterus rufifrons</i> y <i>Myiozetetes similis</i>, con 5 ejemplares de cada especie.</p> <p><b><u>Herpetofauna en SAR y AI</u></b></p>	<p>La principal actividad del proyecto que podrá afectar a la fauna es el desmonte y despalme del terreno.</p> <p>Por otra parte, la distribución natural de los grupos faunísticos terrestres se verá desplazada hacia fuera del área contemplada para las obras, al darse la modificación del hábitat y por las actividades del proyecto algunas de ellas generadoras de ruido.</p> <p>Por otro lado, las actividades de desmonte y despalme sin una apropiada ejecución de medidas de rescate pondrían en riesgo a los</p>	<p>Con el propósito de que la perturbación a la fauna se limite a las superficie a ocupar por el proyecto, se contempla la preparación y ejecución de medidas encaminadas a la no perturbación de la fauna, para que previo y desde la etapa de preparación del sitio, se rescate y trasladen los individuos de lento desplazamiento hacia las afueras de la superficie de proyecto, así como un programa de desmonte gradual, bajo la</p>

Fauna		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales <i>Aspidoscelis guttatus</i> (Ticuiliche mexicano) es la más abundante. Es importante destacar que ninguna de las especies registradas se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Mastofauna en SAR y AI</u></b>            En el SAR se registraron tres especies de este grupo faunístico (<i>Sciurus deppei</i>, <i>Urocyon cinereoargenteus</i>, <i>Canis latrans</i>), es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Fauna en AP</u></b>            Para el AP se contabilizaron un total de 70 individuos, repartidos entre 22 especies pertenecientes a los 3 grupos faunísticos estudiados. Para el grupo de avifauna se contabilizaron un total 59 ejemplares distribuidos en 17 especies, para el grupo de herpetofauna se contabilizaron 7 ejemplares de 3 especies diferentes y finalmente para el grupo de mastofauna se identificaron 4 ejemplares de 2 especies diferentes</p> <p><b><u>Avifauna en AP</u></b>            El grupo de Avifauna es el que presenta mayor riqueza, al estar representado por 17 especies, ninguna se encuentra enlistada dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010. Las especies con mayor abundancia son: <i>Bubulcus ibis</i> con 10 ejemplares y <i>Cathartes aura</i> con 8 ejemplares.</p> <p><b><u>Herpetofauna en AP</u></b>            Este grupo faunístico está representado por tres especies, de las cuales <i>Sceloporus variabilis</i> (Lagartija espinosa vientre rosado) es la más abundante con 3 ejemplares. Es importante mencionar que ninguna de las especies registradas se encuentra enlistada en la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p> <p><b><u>Mastofauna en AP</u></b>            En el AP se registraron dos especies de este grupo faunístico (<i>Sciurus deppei</i>, y <i>Canis latrans</i>), es importante mencionar que ninguna de las especies que fueron registradas se encuentran dentro de la NOM-059-SEMARNAT-2010.</p>	<p>individuos de lento desplazamiento o a crías de diferentes especies SOLO EN CASO DE QUE DICHOS EJEMPLARES SE ENCUENTREN EN LAS ÁREAS DE AFECTACIÓN DEL PROYECTO.</p>	<p>supervisión de un técnico ambiental que permita el desplazamiento de las especies sin dañarlas.</p> <p>Así mismo, quedará estipulado que todos los empleados del proyecto tienen prohibida la recolección, captura y caza de especies de fauna silvestre, tanto en el área del proyecto como en los alrededores.</p> <p>Se pronostica que con las actividades del proyecto la distribución de la fauna actual se vea levemente modificada, de acuerdo al comportamiento que tendría el AP sin proyecto; sin embargo, tras aplicar las medidas de prevención propuestas, no se prevé una mayor incidencia del proyecto sobre el componente ambiental.</p>

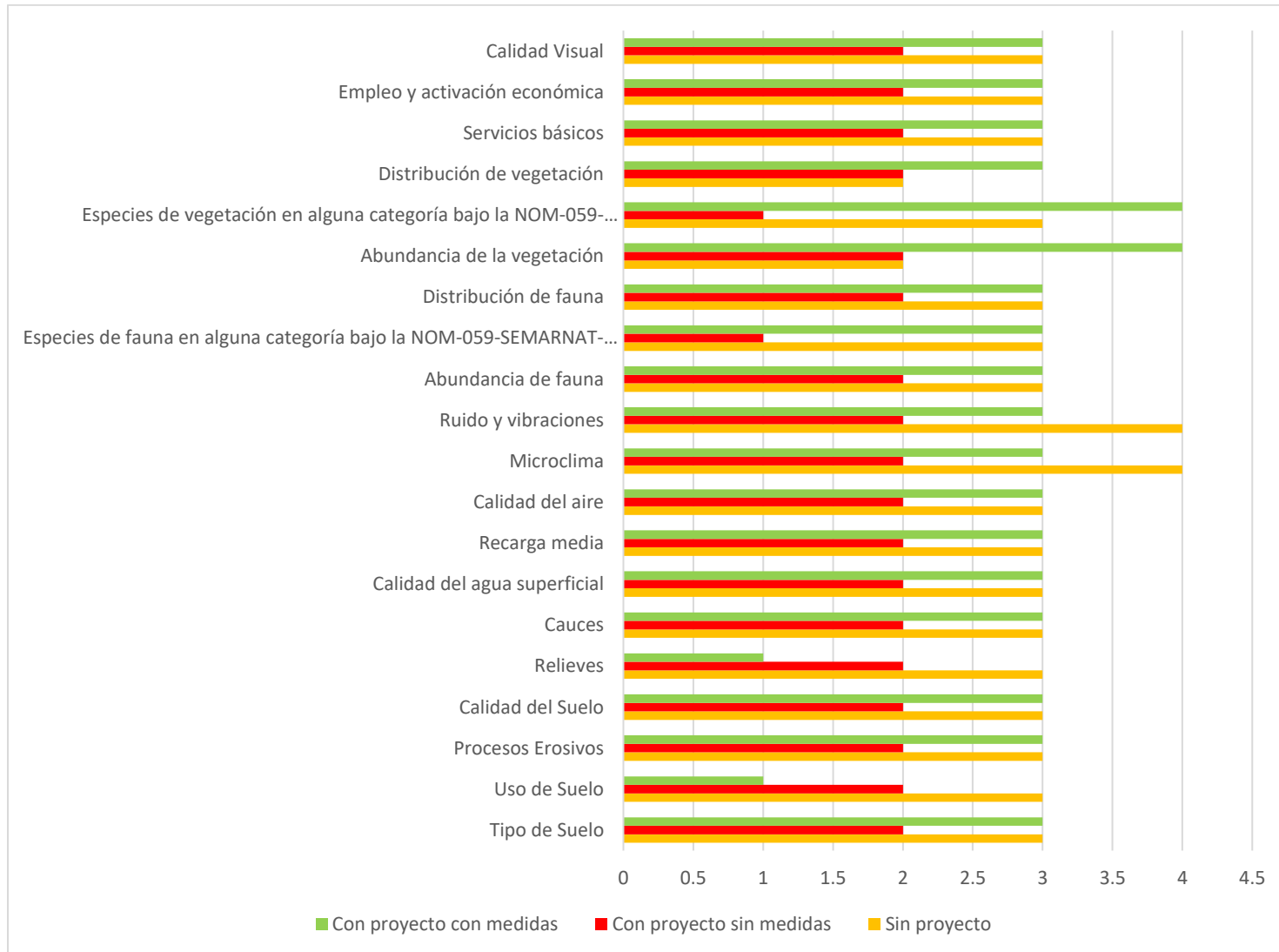
Socioeconómico		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>De acuerdo con el censo de INEGI (2010), la población total de Catemaco es 48,593 habitantes, de los cuales el 51.73% (24,894) son mujeres y 48.27% (23,456) son hombres y representa un 0.63% del total del Estado, distribuidos en 258 localidades En el municipio, para 2010 se censaron 11,908 viviendas particulares, de las cuales el 16.89% (2,011) presentan piso de tierra, 1.61% (92) tienen techos endeblés, 19.79% (2,357) muros endeblés y el 39.85% (4,745) presentan algún grado de hacinamiento. En cuanto a carencia de acceso a servicios básicos, el 3.82% (455) no tienen luz, 9.23% (1099) no tienen agua entubada, 18.04% (2,148) no tienen drenaje y 36.77% (4, 378) usan leña y carbón para cocinar. De acuerdo con el CONEVAL, en 2010, 29,384 individuos (64.5% del total de la población) se encontraban en pobreza, de los cuales 23,407 (51.4%) presentaban pobreza moderada y 5,977 (13.1%) estaban en pobreza extrema. En 2015, Catemaco tenía un grado de marginación Alto ocupando a nivel Nacional el lugar 1,076 y el 124 a nivel Estatal; su Índice de Rezago Social es 0.075 lo que significa que tiene un grado de rezago social Medio ocupando la posición 961 a nivel Nacional mientras que a nivel Estatal ocupa el lugar 106</p>	<p>Para el caso específico de este componente no se consideran medidas de mitigación debido a que la naturaleza de los impactos identificados y evaluados es positiva. El escenario de la implementación del proyecto contempla los siguientes objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permitir el paso de vehículos motorizados que puedan llevar artículos varios</li> <li>• Proveer de una vía de acceso pavimentada y en buenas condiciones que evite la apertura de brechas en lugares inadecuados o de cubierta vegetal importante</li> <li>• Detonar el crecimiento socio-económico de la región con la provisión de una vialidad más adecuada para disminuir los tiempos de traslado</li> <li>• Incrementar las condiciones de seguridad al transitar por un camino con infraestructura que cumple con especificaciones técnicas necesarias para su óptimo funcionamiento.</li> </ul>	

Paisaje		
Escenario actual	Escenario con desarrollo del proyecto SIN implementación de medidas de mitigación	Escenario con desarrollo del proyecto CON implementación de medidas de mitigación
<p>La calidad visual del paisaje a nivel local es "Media". En términos descriptivos la zona del proyecto se encuentra dominada por zonas desprovistas de vegetación, cultivos de café bajo sombra, áreas de ganadería y vegetación de selva alta perennifolia</p>	<p>El desmonte significa una modificación indirecta al paisaje local. Afectando la calidad del paisaje por el retiro de la vegetación en el sitio durante la etapa de preparación del sitio</p>	<p>El impacto al paisaje derivado de las obras y las operaciones del proyecto puede ser compensado con la restauración y/o compensación de áreas perturbadas o en proceso de recuperación natural.</p>

El resultado de la valoración cualitativa se presenta a continuación:

**Cuadro 3. Valoración de los pronósticos de los escenarios para el proyecto.**

Componente ambiental	Factores ambientales	Sin proyecto	Con proyecto sin medidas	Con proyecto con medidas
<b>Suelo</b>	Tipo de Suelo	3	2	3
	Uso de Suelo	3	2	1
	Procesos Erosivos	3	2	3
	Calidad del Suelo	3	2	3
<b>Geología y geomorfología</b>	Relieves	3	2	1
<b>Hidrología superficial</b>	Cauces	3	2	3
	Calidad del agua superficial	3	2	3
	Recarga media	3	2	3
<b>Aire y clima</b>	Calidad del aire	3	2	3
	Microclima	4	2	3
	Ruido y vibraciones	4	2	3
<b>Fauna</b>	Abundancia de fauna	3	2	3
	Especies de fauna en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	3	1	3
	Distribución de fauna	3	2	3
<b>Vegetación y Flora</b>	Abundancia de la vegetación	2	2	4
	Especies de vegetación en alguna categoría bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010	3	1	4
	Distribución de vegetación	2	2	3
<b>Socioeconómico</b>	Servicios básicos	3	2	3
	Empleo y activación económica	3	2	3
<b>Paisaje</b>	Calidad Visual	3	2	3



**Figura 1. Valoración de los pronósticos de los escenarios por factor ambiental**

Como se puede observar en la gráfica anterior de manera general se puede mencionar que los escenarios para los distintos periodos de tiempo se presentan sin cambio aparente en relación a la línea base, ya que en teoría las condiciones ambientales no sufrirán modificaciones si no se lleva a cabo el proyecto, aunque por cuestiones ajenas a este, la calidad ambiental actual puede ser modificada en términos del uso de la tierra que los pobladores de la zona le dan hoy en día, tanto para tala de árboles, pastoreo como para agricultura.

Las tendencias en los cambios ambientales se pueden ver claramente si el proyecto fuera ejecutado sin las medidas de mitigación correspondientes así, por ejemplo, el suelo sufrirá principalmente una pérdida importante de material edáfico en las etapas iniciales y que sería agravado a paso de los años. Donde podría notarse una mayor incidencia del proyecto al medio es sobre el componente vegetación debido al necesario cambio de uso de suelo en terrenos forestales (0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia) que conlleva el retiro de ejemplares bajo la NOM-059-SEMARNAT-2010 (*Calophyllum brasiliense* y *Chamaedora oblongata* están en la categoría de A (Amenazada)).

Analizando los posibles escenarios ante la ejecución del proyecto, pero considerando la aplicación de las medidas de mitigación y prevención propuestas en el capítulo VI, se puede decir que algunos factores ambientales tomarían una calidad similar a la actual como es el caso de la calidad del suelo, el paisaje, fauna y aire. Caso especial sería el de la vegetación que pudiera llevarse a condiciones previas a la modificación (y mejorar la distribución de la vegetación y presencia de individuos) con las actividades de reforestación (de por lo menos 0.3756 ha de Selva Alta Perennifolia).

Con la implementación de medidas el proyecto puede desarrollarse en un contexto donde se puede llegar a un estado funcional en términos ecológicos.

Cual sea la situación que contraiga la ejecución de la carretera, siempre es posible lograr ciertas mejorías en algunos factores importantes del ambiente cuando se aplican en los tiempos indicados las medidas de mitigación que se indican en los proyectos de cambio de uso de suelo.

## **VII.2 Programa de vigilancia ambiental**

Dentro de las estrategias de mitigación y prevención de impactos, se considera indispensable que durante las etapas de instalación del proyecto se cuente con por lo menos un profesional especialista como supervisor ambiental que a su vez cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos socioeconómicos con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados, que se coordinen de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación, desde la óptica ambiental; y en su momento se tenga la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.



Por lo tanto, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en las de acciones de rescate y reubicación flora, las actividades de rescate y reubicación de fauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad en el área de trabajo, lo cual está diseñado para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores ambientales previendo un pronóstico ambiental amigable hacia el SAR en estudio.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

Con la finalidad de establecer un sistema que garantice el cumplimiento de las indicaciones y medidas de mitigación incluidas en la presente MIA, se recomienda a la SCT, como responsable de la adecuada operación y mantenimiento, que una vez autorizado el proyecto se elabore un programa para realizar el monitoreo del comportamiento de los factores ambientales, que indiquen cambios en el comportamiento del Sistema Ambiental Regional como resultado de la interacción con el proyecto.

El programa de monitoreo tendrá que incluir lo siguiente:

- Plan de Mitigación
  - Programa de Reforestación
  - Programa de rescate y reubicación de fauna silvestre
  - Programa de manejo de residuos sólidos
  - Monitoreo base
- Plan de Emergencia para accidentes y emergencias con los siguientes elementos:
  - Construcción y manejo de estructuras,
  - Acciones de Capacitación,
  - Plan de Evacuación Médica,
  - Plan de Control de Derrames,
  - Plan de Accidentes Terrestres,
  - Plan contra Incendios.
- En su caso, Plan de Abandono con los siguientes elementos:
  - Demolición de cimentaciones, retiro de residuos metálicos inertes, retiro de estructuras, etc.
  - Plan de restauración con las acciones de seguimiento

De tal manera que para el cumplimiento normativo y de las medidas de prevención y mitigación propuestas para las etapas de preparación del sitio y construcción, se propone, cumplir con el siguiente programa de vigilancia ambiental:

En ese sentido, para lograr cumplir con los objetivos de prevenir, reducir y mitigar los impactos ambientales identificados, es importante incorporar por lo menos un profesional especialista como Supervisor Ambiental que cuente con el apoyo de profesionales sectoriales: asesor en manejo de fauna, flora y asesor en aspectos socioeconómicos y culturales con el fin de supervisar que las actividades propuestas como medidas de mitigación sean llevadas a cabo correctamente y en los tiempos planeados.

Los especialistas también estarán encargados de que se coordinen de las acciones del personal que participa en la construcción, así como su capacitación. Eventualmente tendrán la capacidad de toma de decisiones en caso de que las medidas propuestas no funcionen como se han previsto y/o que se detecten impactos que por su naturaleza no sean perceptibles en etapas previas.

Así, el equipo de profesionales será responsable de la vigilancia y seguimiento del desarrollo de las diferentes actividades contempladas en las actividades de rescate y reubicación de la fauna, de proporcionar capacitación ambiental y de seguridad e higiene, diseñados para mitigar o prevenir los impactos identificados en diversos factores ambientales previendo un pronóstico ambiental amigable hacia el SAR en estudio.

Será necesario que dicho equipo realice sus trabajos con la suficiente antelación a la ejecución de las tareas por parte del contratista, a fin de controlar y garantizar el cumplimiento de las medidas de mitigación, así como facilitar la evaluación de los impactos reales, para adoptar y de ser necesario modificar las medidas de mitigación propuestas para el proyecto.

### **VII.2.1 Objetivos**

Los objetivos a cumplir dentro del programa son:

- Verificar si durante el desarrollo del mismo se cumple con las disposiciones de las leyes y reglamentos aplicables en materia de impacto ambiental, contaminación atmosférica, residuos peligrosos, contaminación originada por la emisión de ruido y normas oficiales mexicanas aplicables.
- Garantizar que se lleven a cabo las medidas de prevención y mitigación y asegurar su cabal cumplimiento, así como valorar y verificar su eficiencia.
- Llevar a cabo, en su caso, ajustes o modificaciones a dichas medidas para evitar afectaciones ambientales, o establecer nuevas medidas para atender los impactos ambientales

Por otra parte, el programa permitirá también cuantificar los impactos cuya afectación fue difícil prever durante la evaluación del impacto ambiental, para así modificar o establecer las medidas de mitigación adecuadas, en caso de que las ya aplicadas no sean suficientes. Igualmente podrá detectar impactos o alteraciones no previstos en el estudio de impacto ambiental, debiendo en este caso, adoptarse medidas de remediación o compensación.

### VII.2.2 Indicadores y umbrales de evaluación por factor ambiental

El Seguimiento Ambiental se realizará físicamente mediante la supervisión, y se basará en indicadores y umbrales para evaluar la eficiencia del cumplimiento y aplicación de las medidas ambientales.

Los indicadores servirán para medir el grado de integración ambiental logrado por el proyecto y el alcance de los objetivos de cada uno de los instrumentos de aplicación de las medidas ambientales. Por el comportamiento de los indicadores se deducirá la necesidad o no de aplicar medidas correctoras y de carácter complementario.

Los indicadores que se usarán serán de realización y de efectos. Los primeros medirán la aplicación efectiva de las medidas y los segundos, los resultados de tales medidas.

En cuanto a los umbrales, se tendrán de Alerta e Inadmisible: los de alerta señalan el punto en el que deben entrar en funcionamiento las medidas correctoras o complementarias, y los inadmisibles, se refieren al punto en el que será difícil o ya no se puede aplicar la medida ambiental (Gómez Orea, 1999).

Los indicadores y umbrales serán usados en cada comprobación de aplicación de medidas, y el resultado se registrará en Términos de la Conformidad del Cumplimiento y la Aplicación.

#### VII.2.2.1 Aire

El seguimiento ambiental en el aspecto Aire se realizará a partir del registro contenido en el Programa y la Bitácora de mantenimiento de cada unidad de equipo, maquinaria y automotor, y la evaluación se basará en los indicadores señalados en el siguiente cuadro

**Cuadro 4. Medidas para la calidad del aire.**

Factor	Aire
<b>Medida</b>	<b>Supervisión de vehículos y maquinaria sujetos a mantenimiento periódico según las especificaciones del fabricante.</b>
<b>Tipo de medida</b>	Mitigación
<b>Instrumento</b>	Programa y bitácora de mantenimiento de maquinaria y vehicular que atienda las recomendaciones del fabricante y cumpla con la normatividad vigente.
<b>Indicador de Realización</b>	Presencia de humos generados por la operación de vehículos automotores y maquinaria en la ejecución del proyecto, durante la etapa de preparación del sitio y construcción.

Factor		Aire
<b>Indicador de Efectos</b>	Porcentaje de vehículos usados en la construcción, que cumplen la medida preventiva.	
<b>Umbral de Alerta</b>	Entre el 1 y 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.	
<b>Umbral Inadmisibles</b>	Más del 10% del parque vehicular y maquinaria con mantenimiento inadecuado, verificando en la bitácora el mantenimiento periódico de acuerdo con lo indicado por el fabricante.	
<b>Cronograma de comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses para la obra <i>Automotores</i> Primera comprobación con supervisión será en el mes 1 (durante la preparación de sitio) Segunda comprobación con supervisión será seis meses después Tercera comprobación con supervisión en el mes 12, y así sucesivamente cada seis meses. <i>Equipo y maquinaria</i> En el caso de equipo y maquinaria se fijará el periodo de comprobación en función de las recomendaciones de los fabricantes.	
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: El campamento o la sede de la Residencia de Obra En el sitio de construcción. En estos, se encontrará la información documental referente a la verificación del funcionamiento de equipo, maquinaria y automotores.	
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental.	
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos adquiridos por el Encargado de Obra	
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la conformidad. 1. Se establece el compromiso obligatorio de regularizar el mantenimiento o reemplazo de la unidad. 2. Se establece la fecha de cumplimiento una semana posterior a la supervisión.	

### VII.2.2.2 Suelo y agua

El seguimiento ambiental del Suelo se apegará a las medidas de protección y de conservación de suelos y en los indicadores mostrados en los siguientes cuadros.

**Cuadro 5. Medidas para el suelo.**

Factor	Suelo
<b>Medida</b>	Troceo, mezclado y esparcimiento de residuos vegetales (productos del desmonte, poda y despunte) para mantener los suelos.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Medidas de protección y Conservación de Suelos
<b>Indicador de Realización</b>	Porcentaje de la superficie total de los tramos programados del proyecto donde se realice la disposición de los residuos vegetales.
<b>Indicador de Efectos</b>	El resultado de la superficie de disposición real de los residuos vegetales y la superficie de disposición programada del proyecto sea igual al 100%.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el 10% de superficie de disposición, esparcimiento y mezclado de residuos vegetales no sea ejecutada frente a la programada sin justificación alguna.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando la superficie de disposición, esparcimiento y mezclado no realizada sea superior al 10 %.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Cada dos meses, a partir del primer mes de inicio de la obra.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo del Derecho. Se hará en presencia del personal que ejecute las medidas de Protección y Conservación de Suelos. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Ingeniero Ambiental o Ingeniero con conocimiento afín, y en la relación ambiental con el proceso constructivo.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones bimensuales que se practicarán al ejecutor del Programa y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el Programa.

Factor	Suelo
<b>Medida</b>	<b>Colocación de la trampa concreto-arena-grava o tarimas con charolas recolectoras para la disposición de tambos con aceite y combustible en las trampas.</b>
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de residuos peligrosos
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en campo que el combustible y aceites utilizados sean dispuestos en las trampas o tarimas con charolas recolectoras. El impacto se presentará en caso de que la disposición se realice fuera de las trampas y exista contacto entre el suelo y los combustibles.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará que el número de tambos reportados sea igual al número de tambos manejados en las trampas o sea igual a 1.

Factor	Suelo
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se tenga el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando se supere el 2 % de los tambos colocados fuera de la trampa y/o tarima con charolas recolectoras.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Cada semana una vez iniciada la obra
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas dispuestas para almacenar los tambos con aceite y combustible. Se hará en presencia del Encargado de Obra. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en relación ambiental con el proceso constructivo.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán al encargado de Obra y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos que se deberán cumplir.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con el Programa.

Factor	Suelo y Agua
<b>Medida</b>	Los residuos sólidos municipales se depositarán en contenedores con tapas y en sitios temporales de acopio adecuadamente señalizados, y se dispondrán conforme a lo que establezca la normatividad aplicable.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de manejo de Residuos Sólidos Municipales
<b>Indicador Realización</b>	Se verificará en campo y bitácora que los residuos sólidos municipales generados sean manejados conforme a la normatividad aplicable (municipal, estatal o federal). El impacto se presentará en caso de una mala disposición de los residuos afectando el suelo.
<b>Indicador Efectos</b>	Se comprobará en campo que no existan residuos regados o depositados sobre el suelo. En bitácora se verificarán los permisos correspondientes por parte de las autoridades.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el 10 % de los residuos no se dispongan conforme a la normatividad aplicable.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el 10% o más de los residuos producidos no sean manejados o no cumpla con las disposiciones de la normatividad aplicable.
<b>Aplicable. Cronograma de comprobación</b>	Calendario de trabajo para el Camino de 60 meses La comprobación con supervisión se realizará cada semana en los 60 meses del Calendario de Trabajo.



<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: Cada uno de los tramos donde se realicen labores en el Camino y en las áreas donde se destinen para el depósito temporal de los residuos. Se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará la Bitácora de Manejo de Residuos Sólidos Municipales, en la cual se encontrará la información documental de los residuos generados por la obra y dispuestos en el depósito municipal.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	<p>Resultado de la Supervisión. La no conformidad</p> <p>Una semana posterior a la supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la recolección y disposición de residuos sólidos municipales de inmediato y conservar las áreas limpias.</p> <p>Retiro de los residuos sólidos no peligrosos y disposición adecuada</p> <p>En su caso, restauración de áreas afectadas</p> <p>Se levantará no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que se compruebe el adecuado manejo de los residuos y, en su caso, la restauración del sitio afectado; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplican las autoridades competentes.</p>

Factor <span style="float: right;">Suelo y Agua</span>	
<b>Medida</b>	Recolección y disposición de Residuos Peligrosos generados en el proceso constructivo del proyecto en cumplimiento de la Normativa.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de Residuos Peligrosos
<b>Indicador de Realización</b>	Manejo y disposición de residuos peligrosos de acuerdo con el Reglamento y Normativa aplicables. El impacto se presentará en caso de que exista contacto entre el suelo, agua y algún residuo.
<b>Indicador de Efectos</b>	Se verificará en campo que no existan suelos contaminados con residuos peligrosos. En bitácora, se verificará que el volumen de residuos peligrosos reportados (R/R) sea igual al volumen de residuos manejados (RM) (almacenados, /o tratados, reciclados y/o dispuestos) conforme a la normatividad vigente $RR/RM = 1$
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se localicen a lo largo de la trayectoria manchas de residuos en el suelo y se presente que el 2 % del volumen de residuos manejados no cumplan con la normatividad aplicable.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el volumen de residuos manejados que no cumplan con la normatividad aplicable sea superior al 2 %.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Cronograma de comprobación Primera comprobación. Se realizará en el mes seis, en

	Segunda comprobación. Se realizará en el mes doce Tercera comprobación. Se realizará en el mes 18.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en: la Residencia de Obra y en cada área de construcción a lo largo de la línea de ceros se comprobará en presencia del Encargado de Obra. Éste presentará Bitácora de Residuos Peligrosos e información documental del Cumplimiento de la normatividad vigente aplicable, en la cual se encontrará la información documental referente a los residuos generados por la Obra.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no Conformidad cuando se alcance el umbral de alerta y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión. Indicará la no conformidad. En la siguiente supervisión: Compromiso obligatorio de regularizar la Recolección, Almacenamiento y Disposición de Residuos Peligrosos con la aplicación de la normatividad vigente aplicable. Restauración de suelos contaminados con residuos peligrosos. Se levantará una no conformidad al contratista, la cual sólo podrá ser cerrada hasta que compruebe la restauración del sitio afectado y el adecuado manejo de los residuos; en el caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

### VII.2.2.3 Agua (Consumo)

El seguimiento ambiental en el aspecto agua, se basará en términos del permiso municipal y en la supervisión de la fuente de abastecimiento.

**Cuadro 6. Medidas para el cuidado del consumo de agua.**

Duración		Preparación de Sitio y Construcción	
<b>Factor</b>	Agua		
<b>Medida</b>	Utilizar agua únicamente de la Toma Municipal		
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva		
<b>Instrumento</b>	Permiso Municipal		
<b>Indicador de Realización</b>	Se verificará en la bitácora del contratista los comprobantes correspondientes de que el agua que será utilizada durante la preparación del sitio y construcción será suministrada de la toma municipal autorizada.		
<b>Indicador de Efectos</b>	Se medirá la relación proporcional a los m <sup>3</sup> de agua que sean utilizados durante las actividades de la obra contra los m <sup>3</sup> que se abastezcan de la toma municipal. Los volúmenes utilizados deben coincidir con los volúmenes adquiridos.		

<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias entre el 1 y 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos.
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando al revisar la bitácora se encuentren diferencias superiores al 5% entre los volúmenes utilizados y los adquiridos
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra Supervisión durante la Etapa de Construcción.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en la Residencia de Obra. Se hará en presencia del Encargado de Obra el cual presentará su Bitácora en la cual se encontrará la información documental: Permiso Municipal y registro del Abastecimiento.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y la relación ambiental del uso del agua en el proceso constructivo del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán al Encargado de Obra. Se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Determinar las causas de las diferencias entre los volúmenes. Se pedirá al contratista que compruebe que el suministrado provenga exclusivamente de la toma municipal autorizada; en caso contrario se le aplicarán sanciones administrativas y tendrán que responder por las que eventualmente aplicaran las autoridades competentes.

#### VII.2.2.4 Vegetación

Para este componente ambiental, las medidas se presentan en los siguientes cuadros

**Cuadro 7. Medidas para la vegetación.**

Factor	Vegetación
<b>Medida</b>	<b>Delimitación de las zonas de trabajo, para evitar afectar al máximo otras áreas que no sean las destinadas a la ejecución del proyecto</b>
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de Obra
<b>Indicador de Realización</b>	Verificar que las áreas de afectación estén correcta y claramente señalizadas desde el inicio de las actividades de desmonte y despalme.
<b>Indicador de Efectos</b>	El resultado del algoritmo (área de afectación real/área de afectación planeada) debe ser igual o menor a 1.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.

<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando el resultado del algoritmo (área de afectación real / área de afectación planeada) sea mayor a 1.1.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros se hará en presencia del Encargado de Obra. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o ingeniero ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que practicarán al Encargado de Obra o a los ejecutores del derribo, y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con lo establecido en el programa. Restauración de zonas afectadas Reparación o restitución de la señalización No conformidades y sanciones administrativas a los contratistas.

Factor	Vegetación
<b>Medida</b>	<b>Efectuar la poda para no modificar la vegetación contigua a los sitios autorizados</b>
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Bitácora de Obra
<b>Indicador de Realización</b>	Porcentaje de vegetación afectada en áreas contiguas a aquellas autorizadas para el proyecto
<b>Indicador de Efectos</b>	El porcentaje de la vegetación afectada por las obras en los 10 m exteriores y colindantes a la señalización.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando 10% de superficie contigua a la aquella autorizada para el proyecto sufra algún tipo de afectación negativa.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Desviación superior al 10% de superficie contigua a la aquella autorizada para el proyecto sufra algún tipo de afectación negativa.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo de la línea de ceros

Factor	Vegetación
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad cuando se alcance el umbral de alerta en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no conformidad con el programa

### VII.2.2.5 Fauna

El seguimiento ambiental de la Fauna se basará en un reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre y en los indicadores mostrados en los siguientes cuadros.

**Cuadro 8. Medidas para fauna silvestre.**

Factor	Fauna
<b>Componente</b>	Especies con estatus
<b>Medida</b>	Protección de Fauna silvestre
<b>Tipo de la medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Reglamento de Protección y Conservación de Fauna Silvestre
<b>Indicador de Realización</b>	Efectuar la protección de fauna silvestre durante la etapa de preparación del sitio y construcción. Se medirá por el número de especies sobrevivientes contra el número de especies rescatadas con especial atención a las incluidas con alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010.
<b>Indicador de Efectos</b>	El número de individuos rescatados sea igual a número de sobrevivientes durante el rescate hasta su liberación.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se alcance un 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Cuando se supere el 5 % de mortandad de las especies rescatadas.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará diariamente y la revisión de la bitácora ambiental será semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo de cada obra.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de las áreas donde se estén realizando labores a largo del Camino. Esta actividad se hará en presencia del personal que supervise el reglamento de protección de Fauna Silvestre, quienes presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.

Factor		Fauna
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y de la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.	
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.	
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará el levantamiento de no conformidades al que proceda Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre.	

Componente		Fauna
<b>Medida</b>	Concienciar al personal sobre la importancia de proteger la fauna silvestre	
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva	
<b>Instrumento</b>	Programa de Rescate, Protección y Conservación de Fauna Silvestre	
<b>Indicador de Realización</b>	Se medirá la relación proporcional del número de personas a las que se impartió la capacitación, respecto del total de empleados que laboran en la construcción.	
<b>Indicador de Efectos</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación/) es igual a 1.	
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1 pero menor a 1.1.	
<b>Umbral Inadmisibile</b>	Cuando el resultado del algoritmo (número de empleados que laboran en la construcción / número de personas a las que se imparte el curso de capacitación) sea mayor a 1.1	
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra. La supervisión se realizará semanalmente en los 60 meses del Calendario de Trabajo de cada obra.	
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada uno de los tramos donde se estén realizando labores a largo del Camino. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos presentarán su Bitácora en la cual se encontrará la información documental (Mediante las listas de asistencia de las pláticas de capacitación).	
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en la relación ambiental con el Proceso constructivo del proyecto.	



Componente Fauna	
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores de los programas y se definirán las Medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad y se intensificará la supervisión. Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la no Conformidad y la aplicación de las medidas arriba señaladas. Se pedirá al contratista que aclaren las causas de la desviación; se reforzarán las campañas de difusión y concienciación, enfocándose al personal que no haya adquirido la conciencia de la protección de la fauna silvestre

Componente Fauna	
<b>Medida</b>	Disposición de garrocha y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas.
<b>Tipo de medida</b>	Preventiva
<b>Instrumento</b>	Programa de Protección y Conservación de Fauna Silvestre
<b>Indicador de Realización</b>	Se colocarán garrochas en las cepas abiertas y/o tarimas para cubrir las cepas abiertas Se medirá la relación proporcional del Número de cepas abiertas en las obras que comprende el proyecto contra número de cepas abiertas con disposición de garrocha y/o tarimas para cubrirlas
<b>Indicador de Efectos</b>	El número de cepas abiertas sea igual al número de cepas con disposición de garrocha y/o tarima para cubrirla.
<b>Umbral de Alerta</b>	Cuando se encuentre el 5 % de las cepas abiertas sin garrocha y/o tarimas para cubrirlas.
<b>Umbral Inadmisible</b>	Una vez que se haya superado el umbral de alerta.
<b>Cronograma de Comprobación</b>	Calendario de trabajo para el proyecto: 60 meses por obra La supervisión se realizará diariamente en los 60 meses del Calendario de Trabajo.
<b>Puntos de Comprobación</b>	Los puntos de comprobación de la aplicación de la medida serán en cada una de las áreas donde se estén realizando labores a largo del Camino. Se hará en presencia del personal que supervise el proyecto. Éstos presentaran su Bitácora en la cual se encontrará la información documental.
<b>Personal</b>	El personal que realizará la comprobación mediante supervisión será un Biólogo, Ecólogo o Ingeniero Ambiental y en la relación ambiental con el proceso constructivo del proyecto.
<b>Registros de Control de la Supervisión Ambiental</b>	Bitácora Ambiental. Se levantará la no conformidad en las supervisiones semanales que se practicarán a los ejecutores del programa y se definirán las medidas correctoras o complementarias y los compromisos.
<b>Medidas correctoras o complementarias</b>	Resultado de la Supervisión: Indicará la no conformidad Una semana posterior a la supervisión: Compromiso de regularizar la conformidad con el Programa y la aplicación de las medidas arriba señaladas.





**COMUNICACIONES**  
SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES



# **CAPÍTULO VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.**



## CONTENIDO

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL .....	2
VIII.1 Presentación de la información. ....	2
VIII.1.1 Determinación del área de estudio del proyecto. ....	2
VIII.1.2 Cartografía. ....	3
VIII.1.3 Diagramas y otros gráficos .....	3
VIII.1.4 Análisis climático, topográfico, edafológico e hidrológico .....	4
VIII.1.5 Análisis de la vegetación .....	4
VIII.1.6 Análisis de la fauna .....	4
VIII.1.7 Análisis socioeconómico.....	4
VIII.1.8 Identificación y evaluación de impactos ambientales .....	4
VIII.2 Otros anexos.....	6
VIII.3 Referencias bibliográficas .....	6

---

## **VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **VIII.1 Presentación de la información.**

Los documentos que conforman el presente estudio son:

- Capítulo I.
- Capítulo II.
- Capítulo III.
- Capítulo IV.
- Capítulo V.
- Capítulo VI.
- Capítulo VII.
- Capítulo VIII.
- Anexos:
  - Cartográfico
  - Programas Ambientales
  - Fotográficos (Cadenamiento y vegetación circundante, Flora observada en campo, Sitios de muestreo de Flora, Evidencia de la realización de trabajo de campo).
  - Digitales

La información que sustenta la manifestación de impacto ambiental se presenta de diversas formas, en la investigación acerca de lo establecido en la legislación para apegarse a los lineamientos que repercuten en esta obra; así como el conocimiento de las características de la zona en lo social, económico, cultural y ambiental, y en los resultados obtenidos en campo.

#### **VIII.1.1 Determinación del área de estudio del proyecto.**

A fin de definir el Sistema Ambiental Regional (SAR) donde se pretende construir el Proyecto, se analizaron los componentes físicos, bióticos y sociales registrados en la zona; posteriormente, y tomando como referencia la dimensión del proyecto y la interacción del mismo con dichos componentes, se procedió a delimitar las unidades de análisis.

En dicho espacio regional por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. Por lo que, derivado del análisis se tomaron algunos criterios para definir dicha unidad, tales como: dimensiones del proyecto, que para el área de estudio tiene como base una visión integradora de los elementos del ecosistema, tomando en cuenta las características de los componentes y procesos ambientales que potencialmente pudieran interactuar con

el desarrollo del proyecto para determinar en qué medida afectará la ejecución de las obras a los diferentes atributos, con el objeto de poder realizar su evaluación correspondiente, para inferir finalmente en qué sentido estos últimos pueden interactuar con el desarrollo de las actividades propuestas por la promovente en el sitio.

La intención de determinar o seleccionar el mejor SAR no fue solo definir el contexto espacial con base en el cual se identificarán los impactos ambientales que pudiera generar el proyecto, sino identificar los recursos que conforman los ecosistemas presentes, realizando un diagnóstico general acerca de las condiciones actuales de conservación o deterioro (incluyendo además un análisis de las actividades socioeconómicas que se desarrollan en el área desde una perspectiva ambiental) a fin de establecer las medidas necesarias (acordes con el impacto real generado) que prevengan o mitiguen los efectos que pudieran disminuir su integridad funcional.

### **VIII.1.2 Cartografía.**

Para la ubicación del área del proyecto, tanto a nivel macro como micro, así como del área de influencia del proyecto, poblados cercanos, vías de acceso, hidrología superficial, usos del suelo, reconocimiento de unidades ambientales, etc., se consultó la cartografía publicada del INEGI, escalas 1:50 000 y 1:250 000.

Para los aspectos abióticos, bióticos y socioeconómicos se recurrió a la información de bibliotecas de institutos de investigación, recorridos de campo y visitas a estaciones climatológicas, así como consultas de páginas electrónicas de Internet, de instituciones como INEGI, SEMARNAT, CNA, CONAPO, CONABIO, Gobierno del Estado de Guanajuato.

Para su interpretación fueron las Guías para la interpretación cartográfica. Para el trabajo de las cartas con la inserción del proyecto se utilizó los Programas AutoCad y ArcGis 10.1.

La información técnica y el diseño del proyecto, está basado en la normativa y especificaciones que la SCT ha desarrollado para su aplicación en diferentes partes del país y según el tipo de proyecto que se trate.

Los criterios, técnicas, procedimientos, resultados, materiales, equipo, etc., se explican brevemente en los siguientes puntos y algunos se anexan al documento de la MIA cuando es posible incluirlos.

### **VIII.1.3 Diagramas y otros gráficos**

Los diagramas y esquemas que se incluyen en el texto de la manifestación se elaboraron mediante los programas de Microsoft Excel y Microsoft Power Point versión 2013. Cada uno con su título, número consecutivo y página correspondiente. En el índice general del documento se puede identificar los cuadros, figuras y gráficas que resultaron del análisis de los datos tratados.



#### **VIII.1.4 Análisis climático, topográfico, edafológico e hidrológico**

Para el desarrollo de los aspectos climatológicos, se tomaron en cuenta las estaciones meteorológicas más cercanas a la trayectoria de la línea de transmisión. Asimismo, se complementó la descripción con los datos reportados en el libro de E. García (1988), “Modificaciones al Sistema de Clasificación de Köppen”.

Para el caso de la topografía, edafología, hidrología superficial y subterránea, se consideraron las cartas topográficas editadas y publicadas por INEGI, temática Geología, Hidrología Superficial e Hidrología Subterránea y en escala 1: 250 000. La información que se plasma en dichas cartas se corroboró con el recorrido del proyecto.

#### **VIII.1.5 Análisis de la vegetación**

Para la realización de este apartado se llevó a cabo trabajo de gabinete. De la revisión y análisis de la cartografía temática y bibliográfica ambiental que se ha elaborado para el área del proyecto, se reconocieron y diferenciaron las unidades ambientales (tipos de vegetación). Asimismo, se realizó trabajo de campo consistente en muestrear los estratos arbóreo, arbustivo, de epifitas y herbáceo. En el capítulo IV, se presenta la descripción de los tipos de vegetación presentes en el área del proyecto y en los anexos fotográficos se incluye evidencia del trabajo de campo, sitios de muestreo y catálogo florístico

#### **VIII.1.6 Análisis de la fauna**

Se consultaron las publicaciones existentes sobre de la fauna de vertebrados terrestres de la zona de estudio, así como la base de datos de la Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad (CONABIO), así como la información que se ha ido generando en otros estudios dentro del área de trabajo, con la finalidad de integrar un listado preliminar. Asimismo, se realizó el trabajo de campo consistente en muestreos por transecto y puntos de observación para registrar las especies de fauna que se distribuyen en las áreas de interés del proyecto. En el Capítulo IV se presenta el resultado de los muestreos y en los anexos fotográficos se incluye evidencia de estos y la presencia de individuos de fauna de los diferentes grupos.

#### **VIII.1.7 Análisis socioeconómico**

Los datos que se presentan en el presente estudio fueron tomados de los Censos Generales de Población y Vivienda editados por el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL).

#### **VIII.1.8 Identificación y evaluación de impactos ambientales**

Para identificar y caracterizar los impactos ambientales, tanto benéficos como adversos, se utilizaron dos métodos de matrices complementarias entre sí. La primera es una matriz de interacción con la que únicamente se identifican los impactos probables; la segunda matriz

fue de evaluación de impactos, en la que estos fueron caracterizados de acuerdo al beneficio o perjuicio derivado del proyecto.

En concreto, el procedimiento de evaluación fue el siguiente:

1. Definición de las actividades del proyecto
2. Identificación de impactos
3. Definición de los indicadores de impacto
4. Definición de los criterios de valuación
5. Elaboración de la matriz de evaluación del impacto ambiental
6. Análisis de los resultados por factor ambiental
  - Medio físico
  - Medio biológico
  - Medio socio-económico
  - Medio cultural - perceptual

La información a detalle de cada una de las etapas se describe en el Capítulo V. Identificación y evaluación de impactos. Finalmente, la edición final de la presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Particular, correspondiente al proyecto, se utilizaron los programas de Microsoft Word, Excel y PowerPoint y para edición de fotografías y cartografía se utilizó Paint Brush

#### **VIII.1.8.1 Matriz de Identificación de impactos**

Con esta matriz se identificaron los impactos con base a la interacción entre componentes del sistema ambiental y las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto.

La elaboración de dicha matriz fue conforme a lo siguiente:

- a) Suelo
- b) Geología y geomorfología
- c) Hidrología superficial
- d) Aire
- e) Fauna
- f) Flora
- g) Socioeconómico
- h) Paisaje

Se enlistaron las actividades a realizar para el proyecto de acuerdo con el programa de trabajo presentado en el capítulo II y a la información proporcionada por el promovente. Esto desde la perspectiva de los impactos que ocasionarán en el medio ambiente.

#### **VIII.1.8.2 Matriz de evaluación de impactos**

La metodología utilizada en la presente evaluación de impacto ambiental fue tomada de Conesa (1997); y consistió en calificar cada interacción (impacto) mediante los siguientes criterios: naturaleza, intensidad, extensión, duración, persistencia, reversibilidad,

recuperabilidad, efecto y sinergia, para obtener el valor de importancia de cada uno de los impactos.

### **VIII.1.8.3 Medidas de prevención, mitigación y compensación**

Las medidas de mitigación propuestas se sustentan en el análisis ambiental realizado en el capítulo IV y en la evaluación de impactos realizada en el capítulo V.

### **VIII.2 Otros anexos.**

Con relación a otros anexos, se anexo un apartado con la bibliografía consultada y utilizada para la presente Manifestación de Impacto Ambiental modalidad Particular, sin dejar de mencionar que con relación a lo indicado en la “*Guía para la presentación de la manifestación de ambiental, Modalidad Regional*”, respecto a que se podrán incluir términos que se utilicen y que no estén contemplados en el glosario que en ella se presentan, se señala que la presente MIA se enmarca en teóricamente en los conceptos en él definidos por lo que se considera no necesaria la presentación de un glosario particular.

### **VIII.3 Referencias bibliográficas**

- Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental. (2011). Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Diagnostico de Peligros e Identificación de Riesgos de Desastres en México. Versión Electrónica 2014
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Fascículo Heladas 1a. Edición, diciembre 2001, Versión Electrónica 2014
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Fascículo Inundaciones 1a. Edición, octubre 2004, Versión Electrónica 2019
- Centro Nacional de Prevención de desastres, Fascículo Tormentas 1a. Edición, agosto 2010, Versión Electrónica 2019
- Climas - García, E. - CONABIO-(1998). 'Climas' (clasificación de Koppen, modificado por García). Escala 1:1000000. México.
- CONABIO. (10 de Marzo de 2021). ENCICLOVIDA. Obtenido de <https://enciclovida.mx/>
- CONABIO. (10 de Marzo de 2021). Portal de Geoinformación 2020. (C. N. Biodiversidad, Editor) Obtenido de <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- CONABIO. Sánchez-Cordero V., P. Rodríguez, N. Moreno-Almeraya, M. Jiménez-Cruz. (2020)
- Conservación de la Biodiversidad de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Regiones Prioritarias.
- Constitución Política de los estados Unidos Mexicanos, publicada en el diario Oficial de la Federación el 5 de febrero de 1927, Última reforma publicada DOF 24-12-20
- Constitución Política para el Estado de Guanajuato, Publicada: P.O. Núm. 32, Año III, Tomo IV, 18-10-1917, Última reforma: P.O. Núm. 54, Cuarta Parte, 04-04-2017

- Coordinación Nacional de Protección Civil, Descripción de los fenómenos hidrometeorológicos, 29 de abril de 2016.
- Flores-Villela, O. y H. A. Pérez-Mendoza. 2006. Herpetofaunas estatales de México. In Inventarios herpetofaunísticos de México: avances en el conocimiento de su biodiversidad, A. Ramírez-Bautista, L. Canseco-Márquez y F. Mendoza-Quijano (eds.). Publicaciones de la Sociedad Herpetológica Mexicana. p. 327-346.
- Gallina, S. & C. López-González (editor). 2011. Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Volúmen I. Universidad Autónoma de Querétaro-Instituto de Ecología, A. C. Querétaro, México. 377 pp. (On line: <http://www.uaq.mx>).
- INEGI. (2017). Guía para la interpretación de cartografía del uso del. Aguascaliente, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Obtenido de [http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod\\_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva\\_estruc/702825092030.pdf](http://internet.contenidos.inegi.org.mx/contenidos/Productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825092030.pdf)
- Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt. (2006). Manual de métodos para desarrollar inventarios de biodiversidad. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2004). Guía para la interpretación de cartografía edafología
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2005), Guía para la interpretación de la cartografía. Climatológica.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía Anuario estadístico y geográfico de Guanajuato 2017
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2017). Conjuntos de datos vectoriales de la carta de uso de suelo y vegetación. Escala 1:250 000. Serie VI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Características edafológicas, fisiográficas, climáticas e hidrográficas de México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Guía para la interpretación de cartografía: Geológica.
- Kaufman K. 2005. Guía de campo a las aves de Norteamérica, Houghton Mifflin Company, USA.
- Krebs, C. (1985). Ecología; estudio de la distribución y la abundancia. México: Harla.
- la Ley de desarrollo forestal de Guanajuato, publicada en el p.o. de 25 de noviembre de 2019.
- Ley de Agua Nacionales, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 1º de diciembre de 1992, Última reforma publicada DOF 06-01-2020
- Ley de Cambio Climático para el Estado de Guanajuato y sus Municipios, Publicada: P.O. Núm. 183, Quinta Parte, 15-11-2013, Última reforma: P.O. Núm. 208, Décima Quinta Parte, 29-12-2015
- Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de diciembre de 1993, Última reforma publicada DOF 01-12-2020.
- Ley Federal de Responsabilidad Ambiental, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 7 de junio de 2013

- Ley General de cambio Climático, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, Última reforma publicada DOF 06-11-2020.
- Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS), Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de junio de 2018, Última reforma publicada 13-04-2020.
- Ley General de protección civil, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de junio de 2012, Última reforma publicada DOF 19-01-2018
- Ley General de Vida Silvestre, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de julio de 2000, Última reforma publicada DOF 19-01-2018
- Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de enero de 1988, Última reforma publicada DOF 05-06-2018
- Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de octubre de 2003, Última reforma publicada DOF 19-01-2018
- Ley para la gestión de residuos de Guanajuato publicada en el Periódico Oficial del Gobierno del Estado número 74, segunda parte, de fecha 10 de mayo de 2005.
- Ley para la Protección y Preservación del Ambiente del Estado de Guanajuato, Ley publicada en el Periódico Oficial, 8 de febrero del 2000, última reforma publicada en el periódico oficial: 12 de noviembre del 2004
- Magurran, A. E. (2003). *Measuring Biological Diversity*. Wiley-Blackwell.
- Magurran, A. E. (2012). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Springer.
- Mateucci, S. D., & Colma, A. (1982). *Metodología para el estudio de la vegetación*. Washington, D.C.: Secretaría General de la Organización de Estados Americanos.
- Missouri Botanical Garden. (10 de Marzo de 2021). *Tropicos*. Obtenido de <https://www.tropicos.org/home>
- NOM-011-STPS-2001 Condiciones de seguridad e higiene en los centros de trabajo donde se genere ruido. Publicada el miércoles 17 de abril de 2002.
- NOM-017-STPS-2008 Norma Oficial Mexicana, Equipo de protección personal-selección, uso y manejo en los centros de trabajo. DOF: 03/01/2018.
- NOM-041-SEMARNAT-2006 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible. DOF: 10/06/2015
- NOM-052-SEMARNAT-2005 Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.
- NOM-054-SEMARNAT-1993 Que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos.
- NOM-059-SEMARNAT-2010 Protección ambiental de especies nativas de México de flora y fauna silvestre-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio.
- 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. (Publicada en el D.O.F. de fecha 13 de enero de 1995).

- NOM-081-SEMARNAT-1994 Que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de fuentes fijas y su método de medición. DOF: 03/12/2013
- NOM-161-SEMARNAT-2011 Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión ha dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo. DOF: 01/02/2013
- Peter B. Adler & William K. Lauenroth. 2003. The power of time: spatiotemporal scaling of species diversity. *Ecology Letters*. Volume6, Issue8. Pp 749-756.
- Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 12 de julio de 2019.
- Programa de Inversiones en Infraestructura de Transportes y Comunicaciones 2013-2018, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Publicada el 15 de julio de 2013.
- Programa de Ordenamiento Ecológico general del Territorio publicado en el Diario Oficial de la Federación el 07 de septiembre del 2012
- Programa estatal de desarrollo urbano y Ordenamiento Ecológico territorial 2040
- Programa Municipal de Desarrollo 2018-2021. <http://seieg.iplaneg.net/pmd/>
- Programa municipal de Desarrollo Urbano y Ordenamiento Ecológico Territorial de Atarjea, Gto. Publicado en el Periódico oficial el 18 de diciembre de 2017.
- Programa Nacional de Infraestructura Carretera 2018-2024. Secretaria de Comunicaciones y Transportes. Publicada el 22 de diciembre de 2018.
- Programa Sectorial de Comunicaciones y transportes 2020-2024.
- Ralph, C. John; Geupel, Geoffrey R.; Pyle, Peter; Martin, Thomas E.; DeSante, David F; Milá, Borja. 1996. Manual de métodos de campo para el monitoreo de aves terrestres. Gen. Tech. Rep. PSW-GTR159. Albany, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U.S. Department of Agriculture, 46 p.
- Reglamento de la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (RLGDFS), DOF: 09/12/2020
- Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, Última reforma publicada DOF 09-05-2014.
- Reglamento de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente en materia de evaluación del impacto ambiental, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de mayo de 2000, Última reforma publicada DOF 31-10-2014
- Reglamento de la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, Nuevo Reglamento publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006, Última reforma publicada DOF 31-10-2014.
- Romahn de la Vega, C. F., & Maldonado, R. (2010). *Dendrometría*. Texcoco, México: Universidad Autónoma Chapingo.



- Sánchez O., J. F. Charre-Medellín, G. Téllez-Girón, Ó. Báez-Montes y G. Magaña-Cota. 2016. Mamíferos silvestres de Guanajuato: actualización taxonómica y diagnóstico de conservación. Pp. 243-280 en Riqueza y Conservación de los Mamíferos en México a Nivel Estatal (Briones-Salas, M., Y. Hortelano-Moncada, G. Magaña-Cota, G. Sánchez Rojas y J. E. Sosa-Escalante, eds.). Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México, Asociación Mexicana de Mastozoología A. C. y Universidad de Guanajuato, Ciudad de México, México
- Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, Ciclones Tropicales 1a. edición, diciembre 2007 Versión Electrónica 2019
- SEMARNAT. (2019). MODIFICACIÓN del Anexo Normativo III, Lista de especies en riesgo de la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010,. México: Diario Oficial de la Nación. Obtenido de [http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/8007/semarnat11\\_C/semarnat11\\_C.html](http://www.dof.gob.mx/normasOficiales/8007/semarnat11_C/semarnat11_C.html)
- The Royal Botanic Gardens Kew. (10 de Marzo de 2021). International Plant Name Index. Obtenido de <https://www.ipni.org/>
- Uetz, P. 2013. The reptile data base. <http://www.reptile-database.org/>; última consulta: 20.01.2021.